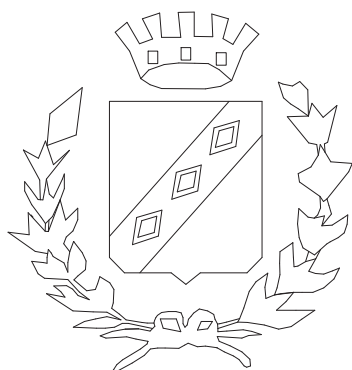




**STEP ENGINEERING**

VIA PERSICETANA VECCHIA 28/A - 40132 - BOLOGNA - TEL. 051/6417170

# **COMUNE DI CASTEL MAGGIORE**



## **Miglioramento sismico Scuola elementare "Filippo Bassi" Via Gramsci, 175 PROGETTO ESECUTIVO**

**Il Progettista  
Ing. VITO MARCHIONNA**

**Il Collaboratore di progetto  
Geom. STEFANO MINUTIELLO**

**il Committente**

**Pareri Enti competenti**

**oggetto : CORPO AULE - Relazione di calcolo: azioni sismiche**

**data : Maggio 2017**

# **EL S11/A**

## **INDICE:**

•DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	Pag. 1
•NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	Pag. 59
•VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	Pag. 59
•MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO.....	Pag. 59
•TERRENO DI FONDAZIONE.....	Pag. 67
•ANALISI DEI CARICHI.....	Pag. 68
•VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.. ..	Pag. 76
•ELEMENTI DI FONDAZIONE.....	Pag. 78
•METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.....	Pag. 82
•AZIONI SULLA STRUTTURA.....	Pag. 86
•CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO.....	Pag. 89
•VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....	Pag. 89
•DIAGRAMMA DEFORMAZIONI E DANNEGGIAMENTI MASCHI MURARI...	Pag. 90
•MECCANISMI LOCALI.....	Pag. 106
•VERIFICA NODI NUOVE TRAVI IN ACCIAIO CERCHIATURE E CONTROVENTATURA E VERIFICA COLLEGAMENTI.....	Pag. 131
•VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE...	Pag. 270

## Descrizione generale dell'opera

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio adibito a Scuola Elementare Statale Bassi del Comune di Castel Maggiore, provincia di Bologna.

L'edificio si può considerare formato da due corpi strutturali.

Nella presente relazione di calcolo viene analizzato il corpo aule.

Tale corpo è il meno recente ed è costituito da un piano interrato, due piani fuori terra e sottotetto praticabile, la copertura è a due falde uguali.

La struttura verticale è costituita da pareti portanti in muratura di mattoni pieni con malta di calce di vari spessori (da due a quattro teste), Le sole murature interne del piano secondo (sottotetto) sono in mattoni tipo doppio UNI del tipo Bolognese (lunghezza 28 cm) con spessori da una a due teste.

I solai dei vari piani sono in travetti di calcestruzzo e alleggerimento in polistirolo. Tali solai sono stati realizzati nel 1991 mediante un intervento con il quale si è proceduto alla realizzazione dei nuovi solai in sostituzione della funzione portante dei solai esistenti che però non sono stati demoliti, ma sono stati utilizzati come casseri, previo introduzione di pannelli in polistirolo tra i due corpi per renderli indipendenti strutturalmente. **Nel presente schema tale solaio è stato considerato solo come carico aggiuntivo permanente.**

Il solaio schematizzato con 3Muri è solo quello con travetti in calcestruzzo e alleggerimento in polistirolo.

Il suddetto solaio preesistente ai vari piani è costituito da nervature in cemento armato di sezione 15x30 cm, con passo variabile da 1.30 a 2.30 m circa, che scaricano direttamente sulle murature, e sovrastante soletta dello spessore di circa 6 cm

Il solaio di copertura è in legno.

Gli interventi previsti ed analizzati in tale corpo sono costituiti da:

- inserimento di cerchiature con profilati in acciaio, in corrispondenza delle pareti perimetrali ed interna;
- creazione di un giunto strutturale tra il corpo in oggetto ed il corpo palestra, mediante il taglio delle tre pareti in adiacenza al corpo palestra ed inserimento di una parete in muratura armata, a chiudere la scatola muraria, tale giunto interesserà anche i solai e la copertura; la nuova parete verrà collegata alle murature esistente da piastre metalliche e cuciture armate, come indicato negli elaborati grafici;
- collegamento, ai vari piani ed in copertura, del vano ascensore con le murature dell'edificio, mediante profilati metallici, per rendere solidali i due corpi ed evitare, in questo modo, fenomeni di martellamento a seguito delle azioni sismiche;
- inserimento di struttura di controvento in copertura, con elementi metallici, per irrigidire il solaio e per una miglior collegamento delle pareti presenti al piano;
- esecuzione di muratura, in mattoni doppio UNI simili agli esistenti, in corrispondenza della parete centrale nella zona occupata dalla scala interna, di collegamento dei due tratti della parete stessa;
- riposizionamento delle catene esistenti al piano sottotetto, con installazione di nuove piastre di collegamento alle murature trasversali;
- installazione di trave in acciaio, in corrispondenza della copertura, a collegare la parete del prospetto posteriore con la parete interna;

-chiusura di una finestra con muratura portante per aumentare la rigidità della relativa parete.

Nel modello di calcolo, il software utilizzato, 3Muri della STA DATA, nella versione 11.0.04 utilizzata, permette la schematizzazione delle coperture inclinate e l'introduzione di controventi di irrigidimento in corrispondenza dei solai e delle coperture, inoltre consente la schematizzazione delle cerchiature delle aperture.

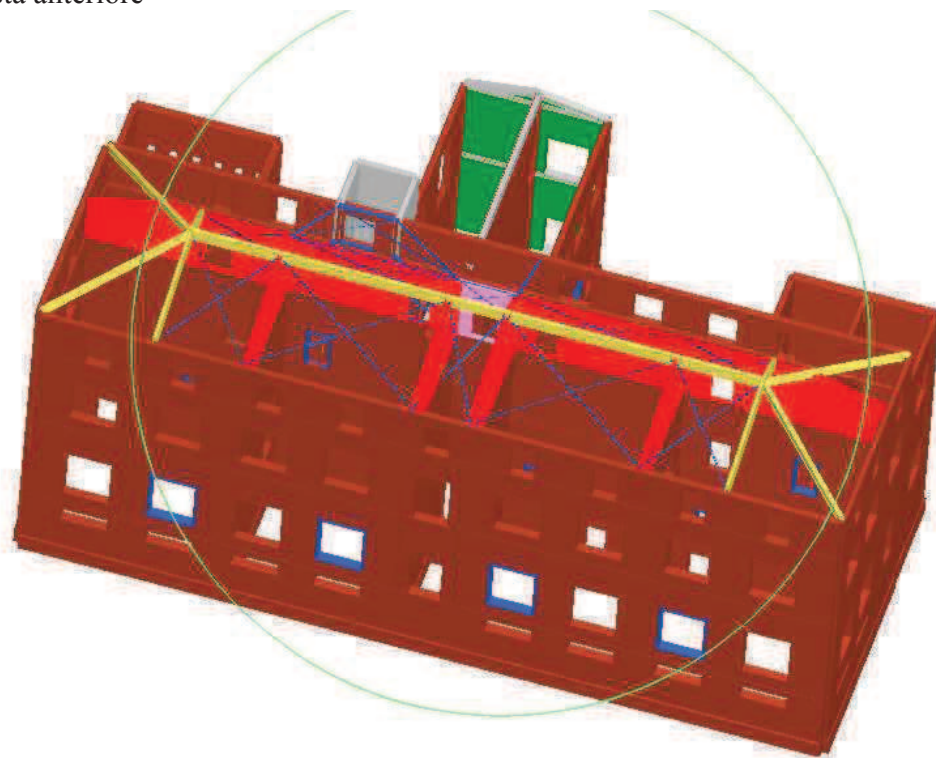
Nota sulla schematizzazione delle cerchiature con tre muri

I montanti e i traversi delle cerchiature sono sistemi di rinforzo delle murature, nella realtà i montanti sono uniti ai maschi della muratura e la traversa alla fascia, per fare questo non viene creato un nodo nell'intersezione tra montante e traversa ma usato i nodi del telaio, in breve il nodo sopra del montante è il nodo sopra del maschio a cui il montante viene accoppiato e il nodo di un estremo di una traversa è il nodo di estremo della fascia a cui viene accoppiato.

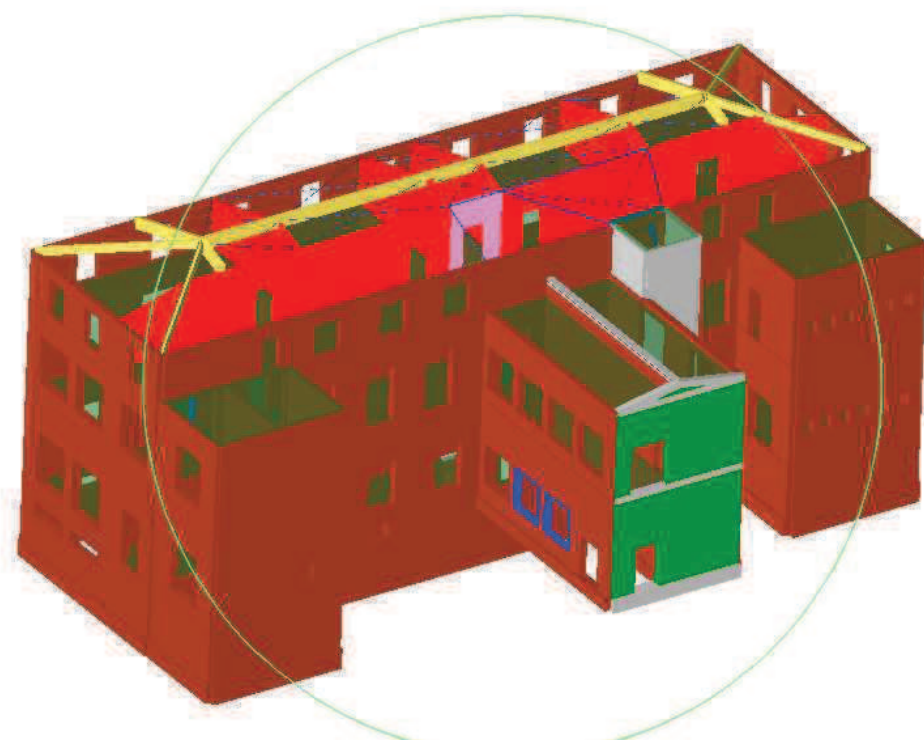
Questo può generare degli scostamenti nelle sollecitazioni, se poi uno di questi elementi lavora in campo plastico la differenza può essere più significativa.

## Descrizione del modello

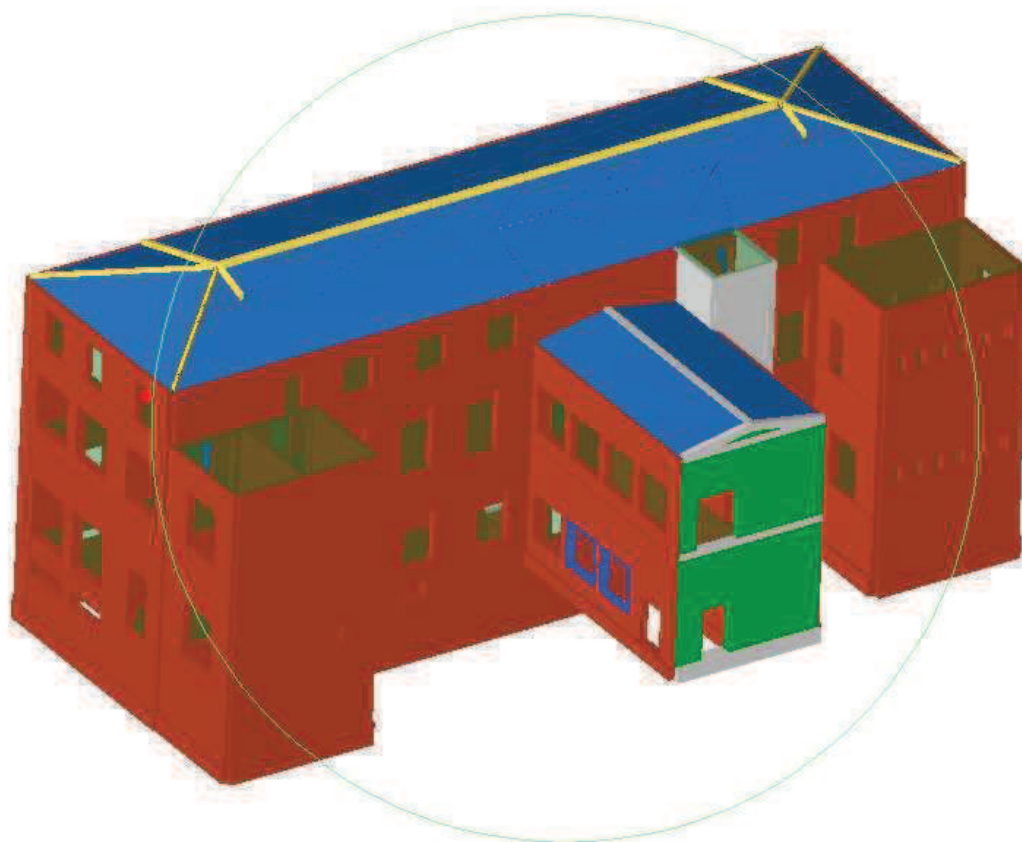
Vista anteriore



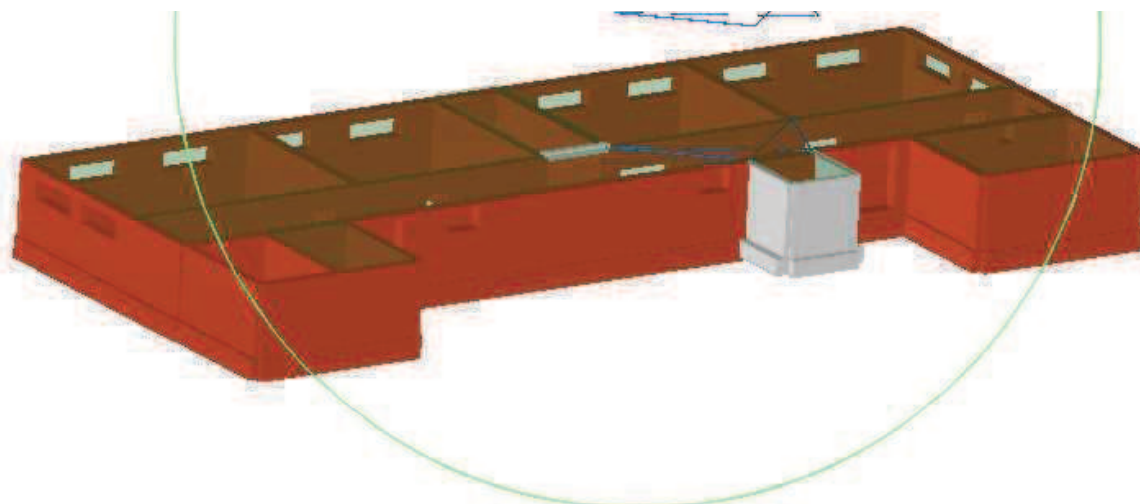
vista posteriore



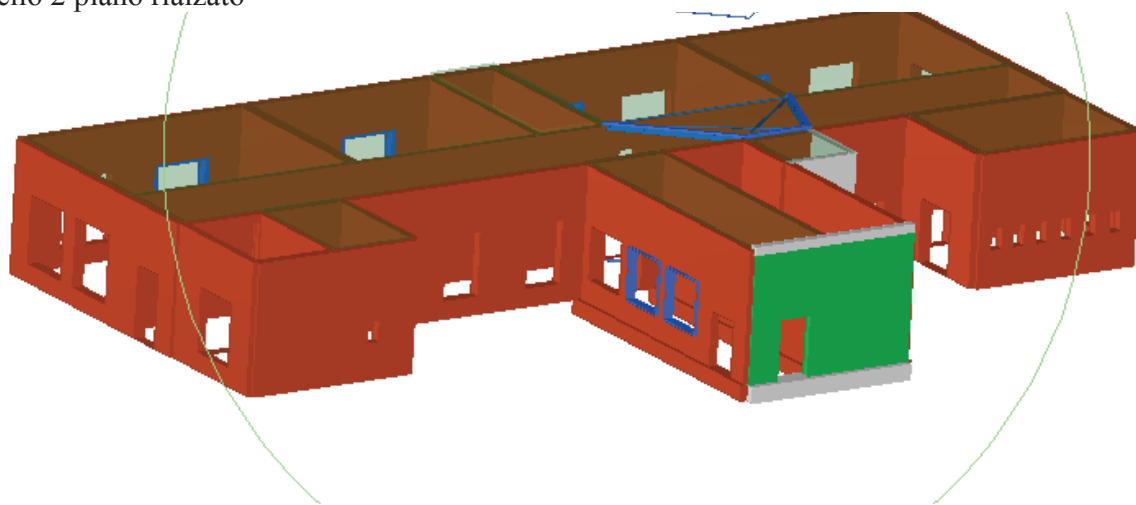
vista posteriore con copertura



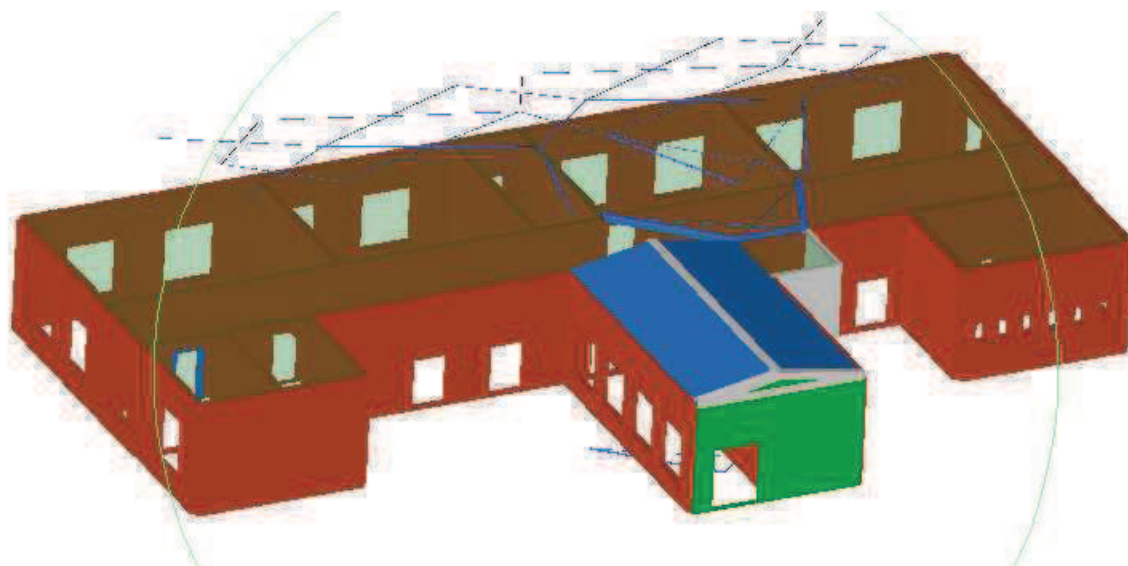
livello 1 piano seminterrato



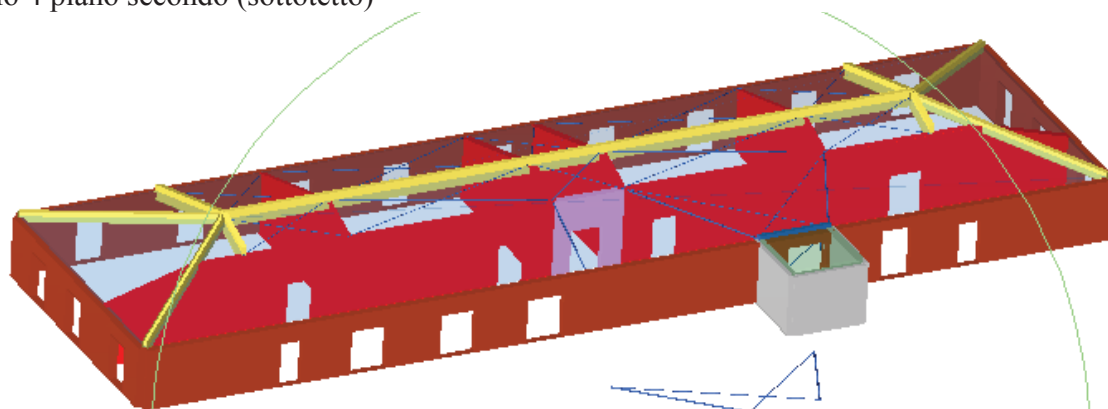
Livello 2 piano rialzato



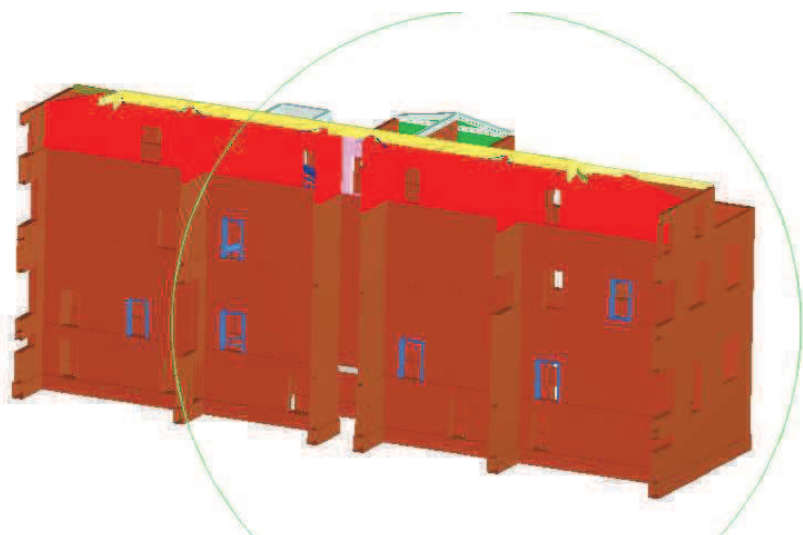
livello 3 piano primo



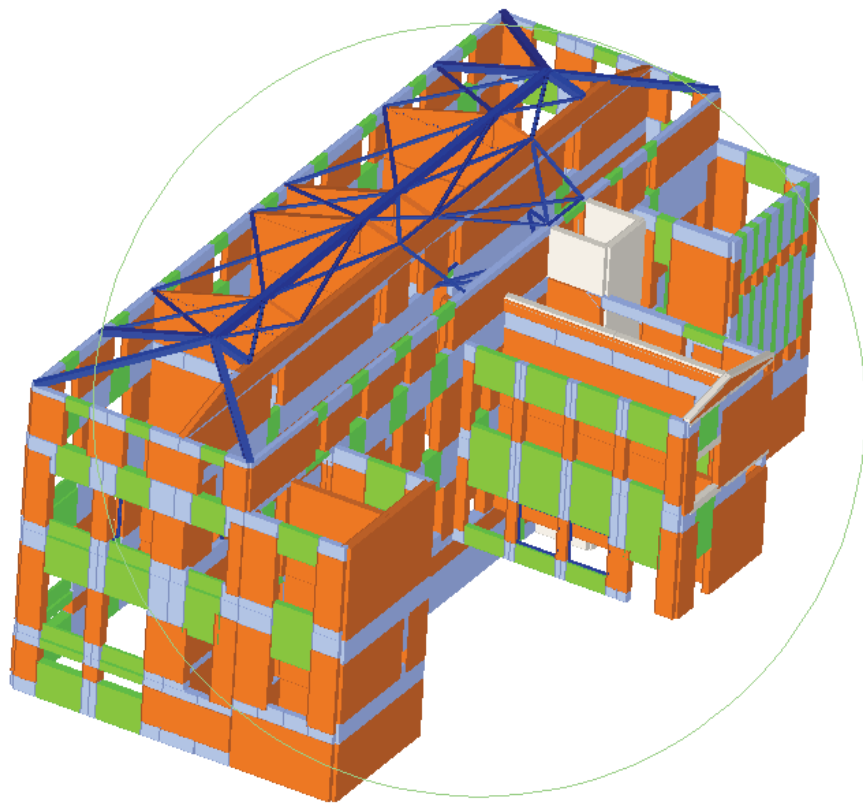
livello 4 piano secondo (sottotetto)

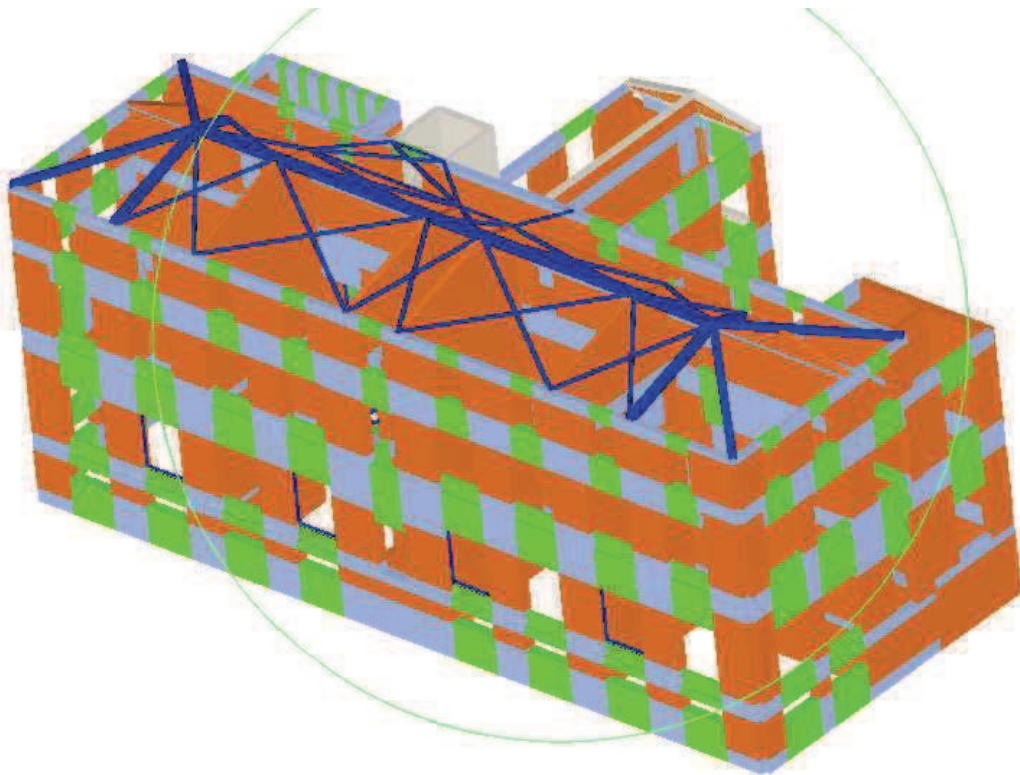


sezione lato lungo



schema strutturale





## Parametri di calcolo

Libreria parametri
-- Norme tecniche 2008 --
Salva
Elimina
Salva come default

[1] Materiali	
Esistente: Drift-taglio	0,004
Esistente: Drift-Pressoflessione	0,006
Esistente: FC-LC1	1,35
Esistente: FC-LC2	1,2
Esistente: FC-LC3	1
Nuovo: Drift-taglio	0,004
Nuovo: Drift-Pressoflessione	0,008
Riduzione rigidità fessurata	2

[2] Calcolo statico	
yG1	1,3
yG2	1,5
yQ	1,5
yQ, vento	1,5
ψ0, vento	0,6
Carico dominante vento	No
Coeff. eccentricità iniziale	200
Axis VM: Fondazioni	<b>Approccio 2</b>

[1] Parametri bilineare	
Intersezione bilineare-pushover	0,7

[2] SLV	
Condizione limite (SLU)	<b>Decadimento</b>
Valore decadimento	0,8
Usa q* limite	Sì
q* limite	3
Fattore di riduzione dello spostamento	1

[3] SLD	
Drift limite di interpiano (SLD)	0,003

[4] SLO	
Drift limite di interpiano (SLO)	0,002

**Axis VM: Fondazioni**  
Approccio per il calcolo delle fondazioni

**Condizione limite (SLU)**  
Condizione limite che indica il raggiungimento della condizione(NC)

OK
Annulla

## Elementi di struttura

## Livello 1

### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
145	19	Muratura	-	281	281	50,0
377	20	Muratura	-	281	281	42,0
378	20	Muratura	-	281	281	28,0
161	21	Muratura	-	281	281	42,0
169	22	Muratura	-	281	281	28,0
379	23	Muratura	-	281	281	42,0
380	23	Muratura	-	281	281	28,0
185	24	Muratura	-	281	281	42,0
193	25	Muratura	-	281	281	42,0
506	26	Muratura	-	281	281	60,0
508	26	Muratura	contributo parete in c.a.	281	281	80,0
509	26	Muratura	-	281	281	60,0
384	35	Muratura	-	281	281	42,0
530	35	Muratura	-	281	281	42,0
531	35	Muratura	-	281	281	42,0
281	36	Muratura	-	281	281	39,0
289	37	Muratura	-	281	281	42,0
297	38	Muratura	-	281	281	42,0
305	39	Muratura	-	281	281	42,0
361	46	Muratura	-	281	281	28,0

### Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
512	28	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0
511	33	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0
265	34	C20/25	FeB44K	281	281,0	30,0

### Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
512	28	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm2]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
512	28	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

		Intradosso		Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
512	28	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
511	33	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
511	33	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

		Intradosso		Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
511	33	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
265	34	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
265	34	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

		Intradosso		Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
265	34	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Trave C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]	J [cm <sup>4</sup> ]
383	35	C20/25	FeB44K	281	281	30,0	28,0	54 880,00

## Catena

### Trave C.A. (2)

N.	Parete	Af intradosso [cm <sup>2</sup> ]	Af estradosso [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intradosso	N. barre estradosso	Copri ferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]
383	35	3,03	4,02	3	2	2,0	20	1,01

## Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
1	281	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
2	281	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
3	281	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
4	281	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
5	281	6,0	8 333,33	31 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
6	281	20,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
25	281	4,0	1 000,00	3 200,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento

## Livello 2

## Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
620	19	Muratura	-	785	504	42,0
622	19	Muratura	-	785	504	42,0
623	19	Muratura	-	785	504	42,0
415	20	Muratura	-	785	504	42,0
416	20	Muratura	-	785	504	28,0
163	21	Muratura	-	785	504	42,0
171	22	Muratura	-	785	504	28,0
417	23	Muratura	-	785	504	42,0
418	23	Muratura	-	785	504	28,0
187	24	Muratura	-	785	504	42,0
195	25	Muratura	-	785	504	42,0
532	26	Muratura	-	785	504	46,0
535	26	Muratura	-	785	504	46,0
538	28	Muratura	contributo parete in c.a.	785	504	48,0
539	28	Muratura	-	785	504	28,0
227	29	Muratura	-	785	504	28,0

235	30	Muratura	-	785	504	28,0
540	35	Muratura	-	785	504	28,0
543	35	Muratura	-	785	504	28,0
283	36	Muratura	-	785	504	28,0
291	37	Muratura	-	785	504	28,0
299	38	Muratura	-	785	504	46,0
307	39	Muratura	-	785	504	42,0
363	46	Muratura	-	785	504	28,0

### Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
395	3	muratura tipo poroton	muratura armata	785	504,0	30,0	C25/30	FeB44K	785	30,0	30,0

### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
395	3	900,00	67 500,00	2,01	2,01	2	2	3,0	20	0,57	0,50

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale trave	Quota I [cm]	Quota J [cm]
534	26	Muratura	contributo parete in c.a.	785	504,0	66,0	Fe430	785	785

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
534	26	45,95	5 790,00	428,89

### Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale catena	Quota catena [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
542	35	Muratura	-	785	504,0	28,0	Fe430	785	40	1 000

### Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
537	33	C20/25	FeB44K	785	504,0	30,0
267	34	C20/25	FeB44K	785	504,0	30,0

### Setto C.A. (2)

#### Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
537	33	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
537	33	0,00	0	0,0	0	0	0

#### Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
537	33	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

### Setto C.A. (2)

#### Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
267	34	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
267	34	0,00	0	0,0	0	0	0

#### Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
267	34	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
516	57	Fe430	785	785	45,95	5 790,00	428,89
524	58	Fe430	785	785	45,95	5 790,00	428,89

### Catena

N.	Parete	Materiale	Quota [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
----	--------	-----------	---------------	------------------	---------------

598	59	Fe430	785	30	800
606	60	Fe430	785	30	800

## Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
7	785	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
8	785	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
9	785	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
10	785	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
11	785	6,0	8 333,33	31 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
12	785	6,0	8 333,33	31 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
13	785	20,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
24	785	4,0	1 000,00	3 200,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento

### Livello 3

## Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
149	19	Muratura	-	1 238	453	42,0
454	20	Muratura	-	1 238	453	42,0
455	20	Muratura	-	1 238	453	28,0
165	21	Muratura	-	1 238	453	42,0
173	22	Muratura	-	1 238	453	28,0
456	23	Muratura	-	1 238	453	42,0
457	23	Muratura	-	1 238	453	28,0
189	24	Muratura	-	1 238	453	42,0
197	25	Muratura	-	1 238	453	42,0
544	26	Muratura	-	1 238	453	46,0
547	26	Muratura	-	1 238	453	46,0
548	28	Muratura	contributo parete in c.a.	1 238	453	48,0
549	28	Muratura	-	1 238	453	28,0
229	29	Muratura	-	1 238	453	28,0
237	30	Muratura	-	1 238	453	28,0
552	35	Muratura	-	1 238	453	28,0
555	35	Muratura	-	1 238	453	28,0
285	36	Muratura	-	1 238	453	28,0
293	37	Muratura	-	1 238	453	28,0
301	38	Muratura	-	1 238	453	30,0
309	39	Muratura	-	1 238	453	30,0
365	46	Muratura	-	1 238	453	28,0

## Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota	Altezza	Spessore	Materiale	Materiale	Quota	Base	Altezza
----	--------	-----------	----------	-------	---------	----------	-----------	-----------	-------	------	---------

		pannello		pannello [cm]	[cm]	[cm]	calcestruzzo	acciaio	cordolo [cm]	sezione [cm]	sezione [cm]
434	3	muratura tipo poroton	muratura armata	1 238	453,0	30,0	C25/30	FeB44K	1 238	30,0	30,0
590	3	muratura tipo poroton	muratura armata	1 238	453,0	30,0	C25/30	FeB44K	1 238	30,0	30,0
238	30	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	C12/15	FeB22K	1 238	28,0	25,0

### Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
434	3	900,00	67 500,00	2,01	2,01	2	2	3,0	20	0,57	0,50
590	3	900,00	67 500,00	2,01	2,01	2	2	3,0	20	0,00	0,50
238	30	700,00	36 458,33	0,78	0,78	2	2	2,0	30	0,00	0,50

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale trave	Quota I [cm]	Quota J [cm]
546	26	Muratura	contributo parete in c.a.	1 238	453,0	66,0	Fe430	1 238	1 238

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
546	26	45,95	5 790,00	428,89

### Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale catena	Quota catena [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
554	35	Muratura	-	1 238	453,0	28,0	Fe430	1 238	40	800

### Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
551	33	C20/25	FeB44K	1 238	453,0	30,0
269	34	C20/25	FeB44K	1 238	453,0	30,0

### Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
551	33	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
551	33	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe			Ferri diagonali	
N.	Parete	Af [cm2]	N. barre	Af [cm2]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm2]	Angolo [°]
551	33	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
269	34	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
269	34	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe			Ferri diagonali	
N.	Parete	Af [cm2]	N. barre	Af [cm2]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm2]	Angolo [°]
269	34	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
518	57	Fe430	1 238	1 238	45,95	5 790,00	428,89
526	58	Fe430	1 238	1 238	45,95	5 790,00	428,89

## Catena

N.	Parete	Materiale	Quota [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
600	59	Fe430	1 238	30	800
608	60	Fe430	1 238	30	800

## Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
----	---------------	------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------	------

14	1 238	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
15	1 238	6,0	8 333,33	37 600,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
16	1 238	5,0	8 333,33	31 520,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
17	1 238	5,0	8 333,33	31 520,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
18	1 238	5,0	8 333,33	31 520,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
19	1 208	4,0	1 000,00	14 400,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
20	1 238	20,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento
23	1 238	4,0	1 000,00	3 200,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento

#### Livello 4

### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
151	19	Muratura	-	1 474	236	28,0
483	20	Muratura	-	1 474	236	28,0
485	23	Muratura	-	1 474	236	28,0
562	26	Muratura	-	1 474	236	28,0
584	26	Muratura	-	1 474	236	28,0
586	26	Muratura	-	1 474	236	28,0
587	26	Muratura	-	1 474	236	28,0
489	35	muratura doppio UNI nuova	-	1 474	236	28,0
490	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
503	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
564	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
566	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
624	36	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
625	36	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
630	37	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
631	37	Muratura doppio uni	-	1 474	236	28,0
304	38	Muratura doppio uni	-	1 474	236	13,0
312	39	Muratura doppio uni	-	1 474	236	13,0

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale trave	Quota I [cm]	Quota J [cm]
563	26	Muratura	contributo parete in c.a.	1 474	236,0	48,0	Fe360	1 474	1 474

### Pannello + Trave Acciaio / Legno (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
563	26	45,95	5 790,00	428,89

### Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale catena	Quota catena [cm]	Diametro [mm]	Tiro [daN]
502	35	muratura doppio UNI nuova	-	1 474	236,0	28,0	Fe430	1 474	30	800
565	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	28,0	Fe430	1 474	40	800
567	35	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	28,0	Fe430	1 474	30	800
287	36	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	28,0	Fe360	1 474	30	800
295	37	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	28,0	Fe360	1 474	30	800
303	38	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	13,0	Fe430	1 474	30	800
311	39	Muratura doppio uni	-	1 474	236,0	13,0	Fe430	1 474	30	800

## Setto C.A. (1)

N.	Parete	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
558	28	C20/25	FeB44K	1 474	236,0	30,0
557	33	C20/25	FeB44K	1 474	236,0	30,0
271	34	C20/25	FeB44K	1 474	236,0	30,0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre orizz. [mm]	Passo medio barre orizz. [cm]	Passo estremità barre orizz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
558	28	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm <sup>2</sup> ]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
558	28	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe		Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Af [cm <sup>2</sup> ]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm <sup>2</sup> ]	Angolo [°]
558	28	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
557	33	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm2]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
557	33	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso		Staffe				Ferri diagonali		
N.	Parete	Af [cm2]	N. barre	Af [cm2]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm2]	Angolo [°]
557	33	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Setto C.A. (2)

Parete

N.	Parete	Diametro barre oriz. [mm]	Passo medio barre oriz. [cm]	Passo estremità barre oriz. [cm]	Diametro barre lato b [mm]	Passo barre lato b [cm]	Copriferro barre lato b [cm]
271	34	10	30	30	10	30	3,0

N.	Parete	Af barre zona E [cm2]	N. barre zona E	Larghezza zona E [cm]	Diam. armatura inclinata [mm]	Passo armatura inclinata [cm]	Angolo armatura inclinata [cm]
271	34	0,00	0	0,0	0	0	0

Trave di collegamento

Intradosso				Estradosso				Staffe			Ferri diagonali	
N.	Parete	Af [cm2]	N. barre	Af [cm2]	N. barre	Copriferro [cm]	Diametro [mm]	N. braccia	Passo medio	Passo estrem. [cm]	Af [cm2]	Angolo [°]
271	34	0,00	0	0,00	0	0,0	0	0	0	0	0,00	0

## Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
22	1 474	20,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Latero cemento

## Elementi di copertura

Livello 3

## Pannello + Cordolo C.A. (1)

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore	Materiale	Materiale	Base	Altezza
----	--------	-----------	----------	----------	-----------	-----------	------	---------

		pannello		[cm]	calcestruzzo	acciaio	sezione [cm]	sezione [cm]
434	3	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	C25/30	FeB44K	30,0	30,0
590	3	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	C25/30	FeB44K	30,0	30,0
238	30	Muratura	-	28,0	C12/15	FeB22K	28,0	25,0

## Pannello + Cordolo C.A. (2)

N.	Parete	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	Af intrad. [cm <sup>2</sup> ]	Af estrad. [cm <sup>2</sup> ]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm <sup>2</sup> ]	Porzione deformabile
434	3	900,00	67 500,00	2,01	2,01	2	2	3,0	20	0,57	0,50
590	3	900,00	67 500,00	2,01	2,01	2	2	3,0	20	0,00	0,50
238	30	700,00	36 458,33	0,78	0,78	2	2	2,0	30	0,00	0,50

## Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
5	1 238	1 298	4,0	1 000,00	14 400,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento
6	1 238	1 298	4,0	1 000,00	14 400,00	0,00	Monodirezionale	Latero cemento

## Livello 4

## Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
151	19	Muratura	-	28,0
483	20	Muratura	-	28,0
485	23	Muratura	-	28,0
562	26	Muratura	-	28,0
584	26	Muratura	-	28,0
586	26	Muratura	-	28,0
587	26	Muratura	-	28,0
489	35	muratura doppio UNI nuova	-	28,0
490	35	Muratura doppio uni	-	28,0
503	35	Muratura doppio uni	-	28,0
564	35	Muratura doppio uni	-	28,0
566	35	Muratura doppio uni	-	28,0
624	36	Muratura doppio uni	-	28,0
625	36	Muratura doppio uni	-	28,0
630	37	Muratura doppio uni	-	28,0
631	37	Muratura doppio uni	-	28,0
304	38	Muratura doppio uni	-	13,0
312	39	Muratura doppio uni	-	13,0

## Pannello + Catena

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Spessore [cm]	Materiale catena	Diametro [mm]	Tiro [daN]
502	35	muratura doppio UNI nuova	-	28,0	Fe430	30	800
567	35	Muratura doppio uni	-	28,0	Fe430	30	800

## Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
491	48	Abete	840,00	252 000,00	8 400,00
492	49	Abete	840,00	252 000,00	8 400,00
626	52	Abete	960,00	288 000,00	9 600,00
628	52	Abete	960,00	288 000,00	9 600,00
629	52	Abete	960,00	288 000,00	9 600,00
496	53	Abete	624,00	79 092,00	4 056,00
497	54	Abete	624,00	79 092,00	4 056,00
498	55	Abete	624,00	79 092,00	4 056,00
499	56	Abete	624,00	79 092,00	4 056,00

## Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
2	1 474	1 633	4,0	10,00	6 612,50	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
3	1 474	1 633	4,0	10,00	6 612,50	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
4	1 474	1 633	4,0	10,00	6 612,50	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
7	1 474	1 633	4,0	10,00	13 800,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice

## Elementi di rinforzo

### Rinforzi orizzontamenti (Trave Acciaio / Legno)

N.	Categoria	N oriz.	Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
1	Solaio	5	Fe430	45,95	5 790,00	428,89
2	Solaio	5	Fe430	45,95	5 790,00	428,89
5	Solaio	11	Fe360	45,95	5 790,00	428,89
6	Solaio	11	Fe360	45,95	5 790,00	428,89
9	Solaio	16	Fe430	45,95	5 790,00	428,89
10	Solaio	16	Fe430	45,95	5 790,00	428,89
21	Falda	7	Fe430	39,12	283,60	47,27

23	Falda	7	Fe430	39,12	283,60	47,27
25	Falda	7	Fe360	39,12	3 892,00	324,33

## Rinforzi orizzontamenti (Catena)

N.	Categoria	N oriz.	Materiale	Diametro [mm]	Tiro [daN]
3	Solaio	5	Fe430	40,0	1 000
4	Solaio	5	Fe430	40,0	1 000
7	Solaio	11	Fe430	40,0	1 000
8	Solaio	11	Fe430	40,0	1 000
11	Solaio	16	Fe430	40,0	1 000
12	Solaio	16	Fe430	40,0	1 000
1	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
2	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
3	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
4	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
5	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
6	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
7	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
8	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
9	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
10	Falda	2	Fe430	30,0	1 000
11	Falda	7	Fe430	30,0	800
12	Falda	7	Fe430	30,0	800
13	Falda	7	Fe430	30,0	800
14	Falda	7	Fe430	30,0	800
15	Falda	7	Fe430	30,0	800
16	Falda	7	Fe430	30,0	800
17	Falda	7	Fe430	30,0	800
18	Falda	7	Fe430	30,0	800
19	Falda	7	Fe430	30,0	800
20	Falda	7	Fe430	30,0	800
22	Falda	7	Fe430	30,0	800
24	Falda	7	Fe430	30,0	800

## Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le

rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

## Telaio equivalente

Parete : 1

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
50	1 383	2 189	281	1
62	1 730	2 189	281	1
56	2 056	2 189	281	1
51	1 383	2 189	785	2
63	1 730	2 189	785	2
57	2 056	2 189	785	2
52	1 383	2 189	1 238	3
64	1 730	2 189	1 238	3
58	2 056	2 189	1 238	3
141	1 730	2 189	1 298	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
158	1 549	1 238	3
160	1 885	1 238	3
159	1 549	1 268	3(*)
161	1 885	1 268	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
415	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	424,4	418,1	1 587	490	62	63
416	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	118,8	418,1	1 989	490	56	57

417	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	400,4	380,8	1 575	975	63	158
418	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	72,8	380,8	2 012	975	57	58
413(*)	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	347,1	30,0	1 549	1 253	158	159
414(*)	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	326,1	30,0	1 885	1 253	160	161

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
411	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	165,0	274,0	1 870	648	63	57
412	muratura tipo poroton	muratura armata	30,0	230,0	203,0	1 870	1 135	64	58

Parete : 2

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	23	23	0	0
120	973	23	0	0
90	1 765	23	0	0
100	2 036	23	0	0
110	2 829	23	0	0
6	3 779	23	0	0
2	23	23	281	1
121	973	23	281	1
91	1 765	23	281	1
101	2 036	23	281	1
111	2 829	23	281	1
7	3 779	23	281	1
3	23	23	785	2
122	973	23	785	2
92	1 765	23	785	2
102	2 036	23	785	2
112	2 829	23	785	2
8	3 779	23	785	2
4	23	23	1 238	3
123	973	23	1 238	3
93	1 765	23	1 238	3
103	2 036	23	1 238	3
113	2 829	23	1 238	3
9	3 779	23	1 238	3
5	23	23	1 474	4
148	557	23	1 474	4

124	973	23	1 474	4
94	1 765	23	1 474	4
104	2 036	23	1 474	4
114	2 829	23	1 474	4
146	3 240	23	1 474	4
10	3 779	23	1 474	4

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
162	486	0	0
164	1 281	0	0
166	2 470	0	0
168	3 273	0	0
163	486	281	1
165	1 281	281	1
167	2 470	281	1
169	3 273	281	1
170	486	785	2
171	1 281	785	2
172	2 470	785	2
173	3 273	785	2
174	486	1 238	3
175	1 281	1 238	3
176	2 470	1 238	3
177	3 273	1 238	3
178	1 281	1 474	4
179	2 470	1 474	4

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
60	Muratura	-	50,0	174,5	175,5	87	154	1	2
68	Muratura	-	50,0	172,5	175,5	3 670	154	6	7
61	Muratura	-	50,0	174,0	70,0	486	206	162	163
62	Muratura	-	50,0	179,5	70,0	886	206	120	121
63	Muratura	-	50,0	162,5	70,0	1 281	206	164	165
64	Muratura	-	50,0	578,0	70,0	1 876	206	90	91
65	Muratura	-	50,0	162,0	70,0	2 470	206	166	167
66	Muratura	-	50,0	187,0	70,0	2 868	206	110	111
67	Muratura	-	50,0	174,0	70,0	3 273	206	168	169
73	Muratura	-	42,0	216,5	249,5	1 691	441	91	92
74	Muratura	-	42,0	215,5	249,5	2 060	441	101	102
70	Muratura	-	42,0	181,0	259,0	486	481	163	170
71	Muratura	-	42,0	186,5	259,0	886	481	121	122
72	Muratura	-	42,0	169,5	259,0	1 281	481	165	171
75	Muratura	-	42,0	169,0	259,0	2 470	481	167	172

76	Muratura	-	42,0	194,0	259,0	2 868	481	111	112
77	Muratura	-	42,0	181,0	259,0	3 273	481	169	173
69	Muratura	-	42,0	178,0	381,5	89	515	2	3
78	Muratura	-	42,0	176,0	381,5	3 668	515	7	8
83	Muratura	-	42,0	211,5	262,0	1 689	953	92	93
84	Muratura	-	42,0	210,5	262,0	2 063	953	102	103
80	Muratura	-	42,0	181,0	234,0	486	976	170	174
81	Muratura	-	42,0	186,5	234,0	886	976	122	123
82	Muratura	-	42,0	169,5	234,0	1 281	976	171	175
85	Muratura	-	42,0	169,0	234,0	2 470	976	172	176
86	Muratura	-	42,0	194,0	234,0	2 868	976	112	113
87	Muratura	-	42,0	181,0	234,0	3 273	976	173	177
79	Muratura	-	42,0	178,0	343,5	89	999	3	4
88	Muratura	-	42,0	176,0	343,5	3 668	999	8	9
90	Muratura	-	28,0	278,0	177,0	486	1 327	174	148
91	Muratura	-	28,0	283,5	177,0	886	1 327	123	124
92	Muratura	-	28,0	266,5	177,0	1 281	1 327	175	178
93	Muratura	-	28,0	281,5	177,0	1 675	1 327	93	94
94	Muratura	-	28,0	280,5	177,0	2 076	1 327	103	104
95	Muratura	-	28,0	266,0	177,0	2 470	1 327	176	179
96	Muratura	-	28,0	291,0	177,0	2 868	1 327	113	114
97	Muratura	-	28,0	278,0	177,0	3 273	1 327	177	146
89	Muratura	-	28,0	226,5	210,7	113	1 343	4	5
98	Muratura	-	28,0	224,5	210,7	3 644	1 343	9	10

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
1	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	287	86	1	162
4	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	685	86	162	120
7	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	1 088	86	120	164
10	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	1 475	86	164	90
13	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	2 277	86	100	166
16	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	2 663	86	166	110
19	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	3 074	86	110	168
22	Muratura	-	50,0	224,0	171,0	3 472	86	168	6
2	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	287	261	2	163
5	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	685	261	163	121
8	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	1 088	261	121	165
11	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	1 475	261	165	91
14	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	2 277	261	101	167
17	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	2 663	261	167	111
20	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	3 074	261	111	169
23	Muratura	-	50,0	220,5	40,0	3 472	261	169	7
3	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	287	316	2	163
6	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	685	316	163	121
9	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	1 088	316	121	165

12	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	1 475	316	165	91
15	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	2 277	316	101	167
18	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	2 663	316	167	111
21	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	3 074	316	111	169
24	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	3 472	316	169	7
33	Muratura	-	42,0	158,0	264,0	1 876	653	92	102
25	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	287	698	3	170
27	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	685	698	170	122
29	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	1 088	698	122	171
31	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	1 475	698	171	92
34	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	2 277	698	102	172
36	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	2 663	698	172	112
38	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	3 074	698	112	173
40	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	3 472	698	173	8
26	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	287	822	3	170
28	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	685	822	170	122
30	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	1 088	822	122	171
32	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	1 475	822	171	92
35	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	2 277	822	102	172
37	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	2 663	822	172	112
39	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	3 074	822	112	173
41	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	3 472	822	173	8
46	Muratura	-	42,0	141,5	163,0	1 876	1 157	93	103
42	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	287	1 166	4	174
43	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	685	1 166	174	123
44	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	1 088	1 166	123	175
45	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	1 475	1 166	175	93
47	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	2 277	1 166	103	176
48	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	2 663	1 166	176	113
49	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	3 074	1 166	113	177
50	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	3 472	1 166	177	9
51	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	287	1 445	5	148
52	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	685	1 445	148	124
53	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	1 088	1 445	124	178
54	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	1 475	1 445	178	94
55	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	1 876	1 445	94	104
56	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	2 277	1 445	104	179
57	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	2 663	1 445	179	114
58	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	3 074	1 445	114	146
59	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	3 472	1 445	146	10

Parete : 3

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
6	3 779	23	0	0
85	3 779	742	0	0

40	3 779	1 080	0	0
11	3 779	1 574	0	0
7	3 779	23	281	1
86	3 779	742	281	1
41	3 779	1 080	281	1
12	3 779	1 574	281	1
8	3 779	23	785	2
87	3 779	742	785	2
42	3 779	1 080	785	2
13	3 779	1 574	785	2
9	3 779	23	1 238	3
88	3 779	742	1 238	3
43	3 779	1 080	1 238	3
14	3 779	1 574	1 238	3
10	3 779	23	1 474	4
89	3 779	742	1 474	4
44	3 779	1 080	1 474	4

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
180	368	0	0
182	1 304	0	0
181	368	281	1
183	1 304	281	1
184	368	785	2
185	368	1 238	3
186	368	1 474	4

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
119	Muratura	-	28,0	493,5	281,0	1 304	141	182	183
120	Muratura	-	42,0	108,0	175,5	54	154	6	7
122	Muratura	-	42,0	430,5	175,5	842	154	85	86
121	Muratura	-	42,0	71,0	70,0	368	206	180	181
125	Muratura	-	42,0	196,0	268,0	722	450	86	87
124	Muratura	-	42,0	78,0	259,0	368	481	181	184
126	Muratura	-	42,0	107,0	423,5	1 004	493	41	42
127	Muratura	-	28,0	164,0	372,5	1 140	513	41	42
128	Muratura	-	28,0	130,5	372,5	1 486	513	12	13
123	Muratura	-	42,0	111,5	381,5	56	515	7	8
130	Muratura	-	42,0	78,0	234,0	368	976	184	185
131	Muratura	-	42,0	153,0	234,0	700	976	87	88
129	Muratura	-	42,0	111,5	343,5	56	999	8	9
132	Muratura	-	42,0	64,0	343,5	1 026	999	42	43
133	Muratura	-	28,0	164,0	347,0	1 140	1 000	42	43

134	Muratura	-	28,0	130,5	347,0	1 486	1 000	13	14
136	Muratura	-	28,0	175,0	177,0	368	1 327	185	186
137	Muratura	-	28,0	250,0	177,0	700	1 327	88	89
135	Muratura	-	28,0	160,0	210,7	80	1 343	9	10
138	Muratura	-	28,0	112,5	210,7	1 001	1 343	43	44

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
99	Muratura	-	42,0	224,0	171,0	220	86	6	180
102	Muratura	-	42,0	224,0	171,0	515	86	180	85
100	Muratura	-	42,0	220,5	40,0	220	261	7	181
103	Muratura	-	42,0	220,5	40,0	515	261	181	86
101	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	220	316	7	181
104	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	515	316	181	86
109	Muratura	-	42,0	174,0	227,0	885	672	87	42
105	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	220	698	8	184
107	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	515	698	184	87
111	Muratura	-	28,0	199,0	267,0	1 321	726	42	13
106	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	220	822	8	184
108	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	515	822	184	87
110	Muratura	-	13,0	174,0	74,0	885	822	87	42
112	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	220	1 166	9	185
113	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	515	1 166	185	88
114	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	885	1 166	88	43
115	Muratura	-	28,0	199,0	138,0	1 321	1 169	43	14
116	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	220	1 445	10	186
117	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	515	1 445	186	89
118	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	885	1 445	89	44

Parete : 4

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
15	3 104	1 574	0	0
134	3 448	1 574	0	0
11	3 779	1 574	0	0
16	3 104	1 574	281	1
135	3 448	1 574	281	1
12	3 779	1 574	281	1
17	3 104	1 574	785	2
136	3 448	1 574	785	2
13	3 779	1 574	785	2
18	3 104	1 574	1 238	3
137	3 448	1 574	1 238	3

14	3 779	1 574	1 238	3
----	-------	-------	-------	---

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
139	Muratura	-	42,0	675,0	281,0	338	141	134	135
141	Muratura	-	42,0	148,5	292,0	74	523	16	17
142	Muratura	-	42,0	476,5	292,0	437	523	135	136
140	Muratura	-	42,0	675,0	453,0	338	1 012	136	137

Parete : 5

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
19	3 104	1 080	0	0
15	3 104	1 574	0	0
20	3 104	1 080	281	1
16	3 104	1 574	281	1
21	3 104	1 080	785	2
17	3 104	1 574	785	2
22	3 104	1 080	1 238	3
18	3 104	1 574	1 238	3

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
187	247	0	0
188	247	281	1

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
145	Muratura	-	28,0	493,5	281,0	247	141	187	188
146	Muratura	-	28,0	173,0	418,8	87	490	20	21
147	Muratura	-	28,0	125,5	418,8	431	490	16	17
148	Muratura	-	28,0	185,5	379,2	93	975	21	22
149	Muratura	-	28,0	113,0	379,2	437	975	17	18

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
143	Muratura	-	28,0	195,0	264,0	277	653	21	17
144	Muratura	-	28,0	195,0	213,0	283	1 132	22	18

Parete : 6

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	23	23	0	0
80	23	742	0	0
35	23	1 080	0	0
23	23	1 574	0	0
2	23	23	281	1
81	23	742	281	1
36	23	1 080	281	1
24	23	1 574	281	1
3	23	23	785	2
82	23	742	785	2
37	23	1 080	785	2
25	23	1 574	785	2
4	23	23	1 238	3
83	23	742	1 238	3
38	23	1 080	1 238	3
26	23	1 574	1 238	3
5	23	23	1 474	4
84	23	742	1 474	4
39	23	1 080	1 474	4

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
189	368	0	0
191	1 304	0	0
190	368	281	1
192	1 304	281	1
193	368	785	2
194	368	1 238	3
195	368	1 474	4

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
172	Muratura	-	28,0	493,5	281,0	1 304	141	191	192
173	Muratura	-	42,0	108,0	175,5	54	154	1	2
176	Muratura	-	42,0	118,0	175,5	999	154	35	36
174	Muratura	-	42,0	71,0	70,0	368	206	189	190
175	Muratura	-	42,0	210,5	70,0	732	206	80	81
179	Muratura	-	42,0	200,0	268,0	724	450	81	82
178	Muratura	-	42,0	78,0	259,0	368	481	190	193
180	Muratura	-	42,0	104,0	423,5	1 006	493	36	37
181	Muratura	-	28,0	164,0	372,5	1 140	513	36	37
182	Muratura	-	28,0	130,5	372,5	1 486	513	24	25
177	Muratura	-	42,0	111,5	381,5	56	515	2	3

184	Muratura	-	42,0	78,0	234,0	368	976	193	194
185	Muratura	-	42,0	156,5	234,0	702	976	82	83
183	Muratura	-	42,0	111,5	343,5	56	999	3	4
186	Muratura	-	42,0	60,5	343,5	1 027	999	37	38
187	Muratura	-	28,0	164,0	347,0	1 140	1 000	37	38
188	Muratura	-	28,0	130,5	347,0	1 486	1 000	25	26
190	Muratura	-	28,0	175,0	177,0	368	1 327	194	195
191	Muratura	-	28,0	253,5	177,0	702	1 327	83	84
189	Muratura	-	28,0	160,0	210,7	80	1 343	4	5
192	Muratura	-	28,0	109,0	210,7	1 003	1 343	38	39

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
150	Muratura	-	42,0	224,0	171,0	220	86	1	189
153	Muratura	-	42,0	224,0	171,0	515	86	189	80
156	Muratura	-	42,0	102,0	171,0	889	86	80	35
151	Muratura	-	42,0	220,5	40,0	220	261	2	190
154	Muratura	-	42,0	220,5	40,0	515	261	190	81
157	Muratura	-	42,0	116,0	40,0	889	261	81	36
152	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	220	316	2	190
155	Muratura	-	13,0	220,5	70,0	515	316	190	81
162	Muratura	-	42,0	173,5	227,0	889	672	82	37
158	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	220	698	3	193
160	Muratura	-	42,0	217,0	175,0	515	698	193	82
164	Muratura	-	28,0	199,0	267,0	1 321	726	37	25
159	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	220	822	3	193
161	Muratura	-	13,0	217,0	74,0	515	822	193	82
163	Muratura	-	13,0	173,5	74,0	889	822	82	37
165	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	220	1 166	4	194
166	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	515	1 166	194	83
167	Muratura	-	42,0	168,5	145,0	889	1 166	83	38
168	Muratura	-	28,0	199,0	138,0	1 321	1 169	38	26
169	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	220	1 445	5	195
170	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	515	1 445	195	84
171	Muratura	-	28,0	120,0	59,0	889	1 445	84	39

Parete : 7

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
23	23	1 574	0	0
27	690	1 574	0	0
24	23	1 574	281	1
28	690	1 574	281	1
25	23	1 574	785	2

29	690	1 574	785	2
26	23	1 574	1 238	3
30	690	1 574	1 238	3

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
196	334	0	0
197	334	281	1
198	141	785	2
199	246	785	2
200	351	785	2
201	451	785	2
202	547	785	2
203	141	1 238	3
204	246	1 238	3
205	351	1 238	3
206	451	1 238	3
207	547	1 238	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
205	Muratura	-	42,0	667,0	281,0	334	141	196	197
207	Muratura	-	42,0	53,5	80,0	141	461	24	198
208	Muratura	-	42,0	56,3	80,0	246	461	197	199
209	Muratura	-	42,0	53,5	80,0	351	461	197	200
210	Muratura	-	42,0	46,8	80,0	451	461	197	201
211	Muratura	-	42,0	45,0	80,0	547	461	28	202
206	Muratura	-	42,0	64,5	292,0	32	523	24	25
212	Muratura	-	42,0	47,5	292,0	643	523	28	29
214	Muratura	-	42,0	53,5	80,0	141	973	198	203
215	Muratura	-	42,0	56,3	80,0	246	973	199	204
216	Muratura	-	42,0	53,5	80,0	351	973	200	205
217	Muratura	-	42,0	46,8	80,0	451	973	201	206
218	Muratura	-	42,0	45,0	80,0	547	973	202	207
213	Muratura	-	42,0	64,5	266,5	32	1 006	25	26
219	Muratura	-	42,0	47,5	266,5	643	1 006	29	30

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
193	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	90	717	25	198
194	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	193	717	198	199
195	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	299	717	199	200
196	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	403	717	200	201

197	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	500	717	201	202
198	Muratura	-	42,0	50,0	432,0	595	717	202	29
199	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	90	1 126	26	203
200	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	193	1 126	203	204
201	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	299	1 126	204	205
202	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	403	1 126	205	206
203	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	500	1 126	206	207
204	Muratura	-	42,0	50,0	225,0	595	1 126	207	30

Parete : 8

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	690	1 080	0	0
27	690	1 574	0	0
32	690	1 080	281	1
28	690	1 574	281	1
33	690	1 080	785	2
29	690	1 574	785	2
34	690	1 080	1 238	3
30	690	1 574	1 238	3

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
208	247	0	0
209	247	281	1

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
222	Muratura	-	42,0	493,5	281,0	247	141	208	209
223	Muratura	-	42,0	161,0	418,8	81	490	32	33
224	Muratura	-	42,0	142,5	418,8	422	490	28	29
225	Muratura	-	42,0	133,2	379,2	67	975	33	34
226	Muratura	-	42,0	275,3	379,2	356	975	29	30

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
220	Muratura	-	42,0	137,5	264,0	216	653	33	29
221	Muratura	-	42,0	85,0	213,0	176	1 132	34	30

Parete : 9

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
35	23	1 080	0	0
31	690	1 080	0	0
70	1 108	1 080	0	0
45	1 383	1 080	0	0
19	3 104	1 080	0	0
130	3 448	1 080	0	0
40	3 779	1 080	0	0
36	23	1 080	281	1
32	690	1 080	281	1
71	1 108	1 080	281	1
46	1 383	1 080	281	1
59	1 730	1 080	281	1
53	2 056	1 080	281	1
20	3 104	1 080	281	1
131	3 448	1 080	281	1
41	3 779	1 080	281	1
37	23	1 080	785	2
33	690	1 080	785	2
72	1 108	1 080	785	2
47	1 383	1 080	785	2
60	1 730	1 080	785	2
54	2 056	1 080	785	2
21	3 104	1 080	785	2
132	3 448	1 080	785	2
42	3 779	1 080	785	2
38	23	1 080	1 238	3
34	690	1 080	1 238	3
73	1 108	1 080	1 238	3
48	1 383	1 080	1 238	3
61	1 730	1 080	1 238	3
55	2 056	1 080	1 238	3
22	3 104	1 080	1 238	3
133	3 448	1 080	1 238	3
43	3 779	1 080	1 238	3
39	23	1 080	1 474	4
74	1 108	1 080	1 474	4
49	1 383	1 080	1 474	4
314	2 056	1 080	1 474	3(*)
44	3 779	1 080	1 474	4

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
210	1 223	0	0
212	2 054	0	0
213	2 750	0	0
211	1 223	281	1

214	2 743	281	1
215	239	785	2
216	423	785	2
217	2 412	785	2
218	2 743	785	2
219	228	1 238	3
220	2 404	1 238	3
221	2 732	1 238	3
222	682	1 474	4
223	2 372	1 474	4
224	2 714	1 474	4
225	3 053	1 474	4

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
422	Muratura	contributo parete in c.a.	80,0	275,0	281,0	1 223	141	210	211
263	Muratura	-	60,0	195,6	260,5	987	143	70	71
267	Muratura	-	60,0	749,2	260,5	3 381	143	130	131
261	Muratura	-	60,0	239,4	175,0	120	161	35	36
264	Muratura	-	60,0	92,8	185,0	1 406	162	45	46
266	Muratura	-	60,0	190,7	164,5	2 750	189	213	214
262	Muratura	-	60,0	435,0	154,5	520	196	31	32
265	Muratura	-	60,0	928,3	89,0	2 054	232	212	53
269	Muratura	-	46,0	150,0	200,0	251	381	36	215
270	Muratura	-	46,0	72,0	200,0	435	381	32	216
271	Muratura	-	46,0	205,5	200,0	657	381	32	33
274	Muratura	-	46,0	234,5	288,0	1 670	425	59	60
278	Muratura	-	46,0	142,5	220,0	3 055	426	20	21
275	Muratura	-	46,0	183,9	264,0	2 046	448	53	54
279	Muratura	-	46,0	204,5	337,0	3 339	450	131	132
276	Muratura	-	46,0	201,0	240,0	2 388	471	53	217
277	Muratura	-	46,0	195,5	240,0	2 736	471	214	218
268	Muratura	-	46,0	102,5	417,6	51	490	36	37
272	Muratura	-	46,0	173,0	417,6	999	490	71	72
423	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	24,0	417,6	1 097	490	71	72
424	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	101,0	417,6	1 310	490	46	47
273	Muratura	-	46,0	14,1	425,5	1 367	494	46	47
280	Muratura	-	46,0	38,0	489,5	3 737	526	41	42
282	Muratura	-	46,0	147,9	210,0	228	890	215	219
283	Muratura	-	46,0	72,3	210,0	411	890	216	219
284	Muratura	-	46,0	192,4	256,5	627	913	33	34
287	Muratura	-	46,0	160,9	290,0	1 715	930	60	61
288	Muratura	-	46,0	258,1	290,0	2 075	930	54	55

289	Muratura	-	46,0	160,7	290,0	2 436	930	217	220
290	Muratura	-	46,0	165,9	290,0	2 750	930	218	221
291	Muratura	-	46,0	115,4	360,5	3 041	965	21	22
425	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	23,5	375,5	1 097	973	72	73
426	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	100,5	375,5	1 310	973	47	48
281	Muratura	-	46,0	81,3	376,0	41	973	37	38
286	Muratura	-	46,0	110,3	389,4	1 415	980	47	48
285	Muratura	-	46,0	210,1	392,9	980	981	72	73
292	Muratura	-	46,0	53,0	431,0	3 439	1 001	132	133
293	Muratura	-	46,0	63,8	442,3	3 724	1 006	42	43
298	Muratura	-	28,0	196,8	169,0	2 372	1 323	220	223
299	Muratura	-	28,0	205,9	169,0	2 714	1 323	221	224
300	Muratura	-	28,0	186,5	169,5	3 053	1 323	22	225
295	Muratura	-	28,0	181,6	182,5	682	1 329	34	222
297	Muratura	-	28,0	767,3	208,0	1 744	1 342	61	49
294	Muratura	-	28,0	501,4	208,4	251	1 342	219	39
301	Muratura	-	28,0	519,5	208,4	3 496	1 342	133	44
296	Muratura	-	28,0	192,0	217,5	989	1 347	73	74
427	Muratura	contributo parete in c.a.	48,0	20,5	219,5	1 095	1 348	73	74
428	Muratura	contributo parete in c.a.	48,0	97,5	219,5	1 311	1 348	48	49

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
228	Muratura	-	60,0	152,0	26,0	813	13	31	70
235	Muratura	-	60,0	161,0	26,0	2 926	13	213	19
230	Muratura	-	60,0	137,0	187,0	1 521	94	45	212
232	Muratura	-	60,0	137,0	187,0	2 587	94	212	213
227	Muratura	-	60,0	63,0	211,0	271	106	35	31
229	Muratura	-	60,0	152,0	15,0	825	274	32	71
236	Muratura	-	60,0	155,5	15,0	2 918	274	214	20
231	Muratura	-	60,0	141,9	5,0	1 501	279	46	59
233	Muratura	-	60,0	143,5	5,0	2 575	279	53	214
234	Muratura	-	13,0	143,5	70,0	2 575	316	53	214
237	Muratura	-	13,0	155,5	70,0	2 918	316	214	20
238	Muratura	-	46,0	73,0	304,0	128	633	37	215
239	Muratura	-	46,0	73,0	304,0	350	633	215	216
240	Muratura	-	46,0	83,5	304,0	501	633	216	33
241	Muratura	-	46,0	152,0	304,0	817	633	33	72
419	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	150,5	304,0	1 184	633	72	47
247	Muratura	-	46,0	174,8	304,0	3 200	633	21	132
242	Muratura	-	46,0	151,0	216,0	1 518	677	47	60
243	Muratura	-	46,0	158,5	216,0	1 871	677	60	54

244	Muratura	-	46,0	150,5	194,0	2 246	688	54	217
245	Muratura	-	46,0	150,5	194,0	2 577	688	217	218
246	Muratura	-	46,0	150,5	194,0	2 909	688	218	21
248	Muratura	-	46,0	252,0	30,0	3 579	770	132	42
420	Muratura	contributo parete in c.a.	66,0	154,0	253,0	1 184	1 112	73	48
249	Muratura	-	46,0	86,5	243,0	518	1 117	219	34
251	Muratura	-	46,0	148,5	163,0	2 240	1 157	55	220
252	Muratura	-	46,0	146,0	163,0	2 566	1 157	220	221
253	Muratura	-	46,0	147,0	163,0	2 898	1 157	221	22
250	Muratura	-	46,0	136,0	150,0	816	1 163	34	73
254	Muratura	-	46,0	201,5	22,0	3 224	1 227	22	133
257	Muratura	-	28,0	146,0	67,0	2 200	1 441	49	223
258	Muratura	-	28,0	141,0	67,0	2 541	1 441	223	224
259	Muratura	-	28,0	143,0	67,0	2 888	1 441	224	225
255	Muratura	-	28,0	90,0	66,0	546	1 441	39	222
260	Muratura	-	28,0	90,0	66,0	3 192	1 441	225	44
256	Muratura	-	28,0	120,0	41,0	833	1 454	222	74
421	Muratura	contributo parete in c.a.	48,0	157,0	36,0	1 184	1 456	74	49

Parete : 10

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
45	1 383	1 080	0	0
230	1 383	1 227	0	0
65	1 383	1 373	0	0
46	1 383	1 080	281	1
226	1 383	1 227	281	1
66	1 383	1 373	281	1
50	1 383	2 189	281	1
47	1 383	1 080	785	2
67	1 383	1 373	785	2
51	1 383	2 189	785	2
48	1 383	1 080	1 238	3
68	1 383	1 373	1 238	3
52	1 383	2 189	1 238	3
49	1 383	1 080	1 474	4
231	1 383	1 227	1 474	4
69	1 383	1 373	1 474	4

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
228	693	281	1
227	147	785	2
229	147	1 238	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
305	Muratura	-	28,0	43,0	210,0	693	386	228	67
304	Muratura	-	28,0	238,0	417,5	412	490	66	67
306	Muratura	-	28,0	254,5	417,5	981	490	50	51
429	Muratura	contributo parete in c.a.	48,0	293,0	504,0	147	533	226	227
307	Muratura	-	28,0	194,8	400,0	590	985	67	68
308	Muratura	-	28,0	220,7	428,1	998	999	51	52
430	Muratura	contributo parete in c.a.	48,0	293,0	453,0	147	1 012	227	229

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
302	Muratura	-	28,0	167,6	294,0	787	638	67	51
303	Muratura	-	28,0	200,0	53,0	788	1 212	68	52

Parete : 11

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
53	2 056	1 080	281	1
56	2 056	2 189	281	1
54	2 056	1 080	785	2
57	2 056	2 189	785	2
55	2 056	1 080	1 238	3
58	2 056	2 189	1 238	3

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
232	304	281	1
234	554	281	1
236	831	281	1
233	304	785	2
235	554	785	2
237	818	785	2
238	304	1 238	3
239	554	1 238	3
240	805	1 238	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore	Base	Altezza	Baricentro X	Baricentro Z	Nodo	Nodo
----	-----------	----------	----------	------	---------	--------------	--------------	------	------

			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	sopra	sotto
323	Muratura	-	28,0	103,0	205,0	831	428	236	237
321	Muratura	-	28,0	50,0	200,0	304	469	232	233
322	Muratura	-	28,0	50,0	200,0	554	469	234	235
324	Muratura	-	28,0	86,5	417,5	1 065	490	56	57
320	Muratura	-	28,0	79,0	352,0	40	515	53	54
326	Muratura	-	28,0	50,0	207,0	304	963	233	238
327	Muratura	-	28,0	50,0	207,0	554	963	235	239
328	Muratura	-	28,0	52,6	207,0	805	963	237	240
325	Muratura	-	28,0	79,0	330,0	40	996	54	55
329	Muratura	-	28,0	76,9	330,0	1 070	996	57	58

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
309	Muratura	-	28,0	200,0	88,0	179	325	53	232
311	Muratura	-	28,0	200,0	88,0	429	325	232	234
313	Muratura	-	28,0	200,0	88,0	679	325	234	236
315	Muratura	-	28,0	170,0	368,0	942	675	237	57
310	Muratura	-	28,0	200,0	290,0	179	714	54	233
312	Muratura	-	28,0	200,0	290,0	429	714	233	235
314	Muratura	-	28,0	200,0	290,0	679	714	235	237
316	Muratura	-	28,0	200,0	172,0	179	1 152	55	238
317	Muratura	-	28,0	200,0	172,0	429	1 152	238	239
318	Muratura	-	28,0	200,0	172,0	679	1 152	239	240
319	Muratura	-	28,0	200,0	172,0	932	1 152	240	58

Parete : 12

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
59	1 730	1 080	281	1
62	1 730	2 189	281	1
60	1 730	1 080	785	2
63	1 730	2 189	785	2
61	1 730	1 080	1 238	3
64	1 730	2 189	1 238	3
141	1 730	2 189	1 298	3(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
241	554	281	1
242	554	785	2
243	554	1 238	3
140	0	1 298	3(*)
244	554	1 298	3(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
330	Muratura	-	28,0	1 108,5	504,0	554	533	241	242
332	Muratura	-	28,0	965,0	376,0	483	973	242	243
333	Muratura	-	28,0	23,5	376,0	1 097	973	63	64
331(*)	Muratura	-	28,0	1 108,5	60,0	554	1 268	243	244

Parete : 13

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
75	1 108	1 373	0	0
245	1 245	1 373	0	0
65	1 383	1 373	0	0
76	1 108	1 373	281	1
246	1 245	1 373	281	1
66	1 383	1 373	281	1
77	1 108	1 373	785	2
247	1 245	1 373	785	2
67	1 383	1 373	785	2
78	1 108	1 373	1 238	3
248	1 245	1 373	1 238	3
68	1 383	1 373	1 238	3
79	1 108	1 373	1 474	4
249	1 245	1 373	1 474	4
69	1 383	1 373	1 474	4

Parete : 14

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
70	1 108	1 080	0	0
250	1 108	1 227	0	0
75	1 108	1 373	0	0
71	1 108	1 080	281	1
251	1 108	1 227	281	1
76	1 108	1 373	281	1
72	1 108	1 080	785	2
252	1 108	1 227	785	2
77	1 108	1 373	785	2
73	1 108	1 080	1 238	3
253	1 108	1 227	1 238	3
78	1 108	1 373	1 238	3
74	1 108	1 080	1 474	4

254	1 108	1 227	1 474	4
79	1 108	1 373	1 474	4

Parete : 15

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
80	23	742	0	0
125	973	742	0	0
95	1 765	742	0	0
105	2 036	742	0	0
115	2 829	742	0	0
85	3 779	742	0	0
81	23	742	281	1
126	973	742	281	1
96	1 765	742	281	1
106	2 036	742	281	1
116	2 829	742	281	1
86	3 779	742	281	1
82	23	742	785	2
127	973	742	785	2
97	1 765	742	785	2
107	2 036	742	785	2
117	2 829	742	785	2
87	3 779	742	785	2
83	23	742	1 238	3
128	973	742	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3
108	2 036	742	1 238	3
118	2 829	742	1 238	3
88	3 779	742	1 238	3
84	23	742	1 474	4
129	973	742	1 474	4
99	1 765	742	1 474	4
109	2 036	742	1 474	4
119	2 829	742	1 474	4
89	3 779	742	1 474	4
156	371	742	1 578	4(*)
313	557	742	1 578	4(*)
149	557	742	1 576	4(*)
145	973	742	1 576	4(*)
308	973	742	1 578	4(*)
312	1 765	742	1 578	4(*)
142	1 765	742	1 576	4(*)
309	2 036	742	1 578	4(*)
143	2 036	742	1 576	4(*)
144	2 829	742	1 576	4(*)

311	2 829	742	1 578	4(*)
310	3 240	742	1 578	4(*)
147	3 240	742	1 576	4(*)
157	3 428	742	1 578	4(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
257	485	0	0
258	485	281	1
259	380	785	2
260	1 396	785	2
261	3 214	1 238	3
262	174	1 474	4
255	348	1 474	4
264	649	1 474	4
265	1 346	1 474	4
267	1 878	1 474	4
256	3 405	1 474	4
269	3 581	1 474	4
263	174	1 526	4(*)
266	1 346	1 576	4(*)
268	1 878	1 576	4(*)
270	3 581	1 525	4(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
351	Muratura	-	42,0	564,5	200,5	1 190	100	125	126
350	Muratura	-	42,0	506,1	203,5	485	102	257	258
354	Muratura	-	42,0	382,7	206,0	2 716	103	115	116
352	Muratura	-	42,0	44,9	248,3	1 720	124	95	96
353	Muratura	-	42,0	411,0	249,3	2 219	125	105	106
355	Muratura	-	42,0	748,7	249,3	3 382	125	85	86
349	Muratura	-	42,0	131,5	250,3	66	125	80	81
357	Muratura	-	28,0	286,5	200,0	380	381	258	259
358	Muratura	-	28,0	438,0	205,0	852	384	126	127
361	Muratura	-	28,0	671,5	210,0	2 591	386	116	117
359	Muratura	-	28,0	400,5	307,0	1 401	435	126	260
360	Muratura	-	28,0	398,5	307,0	1 926	435	106	107
362	Muratura	-	28,0	699,5	417,5	3 406	490	86	87
356	Muratura	-	28,0	126,5	417,6	63	490	81	82
364	Muratura	-	28,0	270,3	210,0	936	890	127	128
367	Muratura	-	28,0	286,5	210,0	3 214	890	87	261
365	Muratura	-	28,0	420,5	320,5	1 391	945	260	128
366	Muratura	-	28,0	1 232,8	320,5	2 343	945	107	108
363	Muratura	-	28,0	690,7	376,0	345	973	259	83

368	Muratura	-	28,0	288,1	376,0	3 612	973	87	88
375	Muratura doppio uni	-	28,0	712,6	200,0	2 581	1 338	118	119
370	Muratura doppio uni	-	28,0	814,3	202,5	1 106	1 339	128	129
371	Muratura doppio uni	-	28,0	118,5	219,5	1 683	1 348	98	99
374	Muratura doppio uni	-	28,0	100,2	219,5	2 064	1 348	108	109
376	Muratura doppio uni	-	28,0	707,7	219,5	3 402	1 348	261	256
369	Muratura doppio uni	-	28,0	561,2	221,6	281	1 349	83	255
372	muratura doppio UNI nuova	-	28,0	70,8	223,8	1 777	1 350	98	99
373	muratura doppio UNI nuova	-	28,0	70,8	223,8	1 978	1 350	108	109
348(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	350,6	51,0	3 581	1 500	269	270
343(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	348,4	51,8	174	1 500	262	263
345(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	791,5	102,0	1 346	1 525	265	266
346(*)	muratura doppio UNI nuova	-	28,0	271,5	102,0	1 878	1 525	267	268
347(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	1 391,9	102,0	2 709	1 525	119	144
344(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	602,1	102,8	649	1 525	264	149

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
335	Muratura	-	42,0	171,5	78,0	1 623	242	126	96
336	Muratura	-	42,0	115,0	75,0	2 974	244	116	86
334	Muratura	-	42,0	105,0	72,0	182	245	81	258
337	Muratura	-	28,0	120,0	294,0	1 131	638	127	260
339	Muratura	-	28,0	120,5	294,0	3 003	638	117	87
338	Muratura	-	28,0	125,0	100,0	1 664	735	260	97
340	Muratura	-	28,0	124,0	243,0	688	1 117	83	128
342	Muratura	-	28,0	111,0	243,0	3 004	1 117	118	261
341	Muratura	-	28,0	95,6	22,0	1 605	1 227	128	98

Parete : 16

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
90	1 765	23	0	0
95	1 765	742	0	0

91	1 765	23	281	1
96	1 765	742	281	1
92	1 765	23	785	2
97	1 765	742	785	2
93	1 765	23	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3
94	1 765	23	1 474	4
99	1 765	742	1 474	4
152	1 765	561	1 633	4(*)
142	1 765	742	1 576	4(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
272	360	0	0
273	360	281	1
274	360	1 238	3
275	269	1 474	4
271	539	1 474	4
277	629	1 474	4
276	269	1 554	4(*)
278	629	1 605	4(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
378	Muratura	-	39,0	719,5	281,0	360	141	272	273
382	Muratura	-	28,0	22,5	419,3	11	491	91	92
383	Muratura	-	28,0	561,0	419,3	439	491	273	97
384	Muratura	-	28,0	22,5	380,0	11	975	92	93
385	Muratura	-	28,0	561,0	380,0	439	975	97	274
379	Muratura doppio uni	-	28,0	719,5	236,0	360	1 356	274	275
380(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	538,6	79,5	269	1 514	275	276
381(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	180,9	130,5	629	1 539	277	278

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
377	Muratura	-	28,0	136,0	259,0	91	656	92	97

Parete : 17

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
------	--------	--------	--------	---------

100	2 036	23	0	0
105	2 036	742	0	0
101	2 036	23	281	1
106	2 036	742	281	1
102	2 036	23	785	2
107	2 036	742	785	2
103	2 036	23	1 238	3
108	2 036	742	1 238	3
104	2 036	23	1 474	4
109	2 036	742	1 474	4
153	2 036	561	1 633	4(*)
143	2 036	742	1 576	4(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
280	360	0	0
281	360	281	1
282	360	785	2
283	360	1 238	3
284	269	1 474	4
279	539	1 474	4
286	629	1 474	4
285	269	1 554	4(*)
287	629	1 605	4(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
386	Muratura	-	42,0	719,5	281,0	360	141	280	281
387	Muratura	-	28,0	719,5	504,0	360	533	281	282
388	Muratura	-	28,0	719,5	453,0	360	1 012	282	283
389	Muratura doppio uni	-	28,0	719,5	236,0	360	1 356	283	284
390(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	538,6	79,5	269	1 514	284	285
391(*)	Muratura doppio uni	-	28,0	180,9	130,5	629	1 539	286	287

Parete : 18

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
110	2 829	23	0	0
115	2 829	742	0	0
111	2 829	23	281	1

116	2 829	742	281	1
112	2 829	23	785	2
117	2 829	742	785	2
113	2 829	23	1 238	3
118	2 829	742	1 238	3
114	2 829	23	1 474	4
119	2 829	742	1 474	4
154	2 829	561	1 633	4(*)
144	2 829	742	1 576	4(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
289	360	0	0
290	360	281	1
291	360	785	2
292	360	1 238	3
293	269	1 474	4
288	539	1 474	4
295	629	1 474	4
294	269	1 554	4(*)
296	629	1 605	4(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
392	Muratura	-	42,0	719,5	281,0	360	141	289	290
393	Muratura	-	46,0	719,5	504,0	360	533	290	291
397	Muratura	-	30,0	412,0	375,6	206	973	291	292
398	Muratura	-	30,0	92,5	375,6	673	973	117	118
394	Muratura doppio uni	-	13,0	719,5	236,0	360	1 356	292	293
395(*)	Muratura doppio uni	-	13,0	538,6	79,5	269	1 514	293	294
396(*)	Muratura doppio uni	-	13,0	180,9	130,5	629	1 539	295	296

Parete : 19

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
120	973	23	0	0
125	973	742	0	0
121	973	23	281	1
126	973	742	281	1
122	973	23	785	2
127	973	742	785	2

123	973	23	1 238	3
128	973	742	1 238	3
124	973	23	1 474	4
129	973	742	1 474	4
155	973	561	1 633	4(*)
145	973	742	1 576	4(*)

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
298	360	785	2
299	360	1 238	3
300	269	1 474	4
297	539	1 474	4
302	629	1 474	4
301	269	1 554	4(*)
303	629	1 605	4(*)

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
404	Muratura	-	42,0	585,2	251,3	293	126	120	121
405	Muratura	-	42,0	20,3	251,3	709	126	125	126
406	Muratura	-	42,0	452,5	459,5	226	511	121	298
407	Muratura	-	42,0	83,0	459,5	678	511	126	127
400	Muratura	-	30,0	719,5	453,0	360	1 012	298	299
401	Muratura doppio uni	-	13,0	719,5	236,0	360	1 356	299	300
402(*)	Muratura doppio uni	-	13,0	538,6	79,5	269	1 514	300	301
403(*)	Muratura doppio uni	-	13,0	180,9	130,5	629	1 539	302	303

## Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
399	Muratura	-	42,0	138,4	69,0	588	247	121	126

Parete : 20

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
130	3 448	1 080	0	0
134	3 448	1 574	0	0
131	3 448	1 080	281	1
135	3 448	1 574	281	1
132	3 448	1 080	785	2

136	3 448	1 574	785	2
133	3 448	1 080	1 238	3
137	3 448	1 574	1 238	3

## Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
304	247	0	0
305	247	281	1
306	247	785	2
307	247	1 238	3

## Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
408	Muratura	-	28,0	493,5	281,0	247	141	304	305
409	Muratura	-	28,0	493,5	504,0	247	533	305	306
410	Muratura	-	28,0	493,5	453,0	247	1 012	306	307

Parete : 21

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
127	973	742	785	2
72	1 108	1 080	785	2
128	973	742	1 238	3
73	1 108	1 080	1 238	3

Parete : 22

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
47	1 383	1 080	785	2
97	1 765	742	785	2
48	1 383	1 080	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3

Parete : 23

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
127	973	742	785	2
138	1 277	993	785	2
47	1 383	1 080	785	2
128	973	742	1 238	3
139	1 277	993	1 238	3

48	1 383	1 080	1 238	3
----	-------	-------	-------	---

Parete : 24

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
72	1 108	1 080	785	2
138	1 277	993	785	2
97	1 765	742	785	2
73	1 108	1 080	1 238	3
139	1 277	993	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3

Parete : 25

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
146	3 240	23	1 474	4
151	3 240	561	1 633	4(*)
147	3 240	742	1 576	4(*)

Parete : 26

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
148	557	23	1 474	4
150	557	561	1 633	4(*)
149	557	742	1 576	4(*)

Parete : 27

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
150	557	561	1 633	4(*)
155	973	561	1 633	4(*)
152	1 765	561	1 633	4(*)
153	2 036	561	1 633	4(*)
154	2 829	561	1 633	4(*)
151	3 240	561	1 633	4(*)

Parete : 28

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	23	23	1 474	4

150	557	561	1 633	4(*)
-----	-----	-----	-------	------

Parete : 29

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
39	23	1 080	1 474	4
156	371	742	1 578	4(*)
150	557	561	1 633	4(*)

Parete : 30

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
10	3 779	23	1 474	4
151	3 240	561	1 633	4(*)

Parete : 31

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
44	3 779	1 080	1 474	4
151	3 240	561	1 633	4(*)
157	3 428	742	1 578	4(*)

Parete : 32

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
126	973	742	281	1
71	1 108	1 080	281	1

Parete : 33

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
46	1 383	1 080	281	1
96	1 765	742	281	1

Parete : 34

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
126	973	742	281	1
46	1 383	1 080	281	1

Parete : 35

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
71	1 108	1 080	281	1
96	1 765	742	281	1

Parete : 36

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
127	973	742	785	2
72	1 108	1 080	785	2

Parete : 37

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
47	1 383	1 080	785	2
97	1 765	742	785	2

Parete : 38

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
127	973	742	785	2
47	1 383	1 080	785	2

Parete : 39

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
72	1 108	1 080	785	2
97	1 765	742	785	2

Parete : 40

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
128	973	742	1 238	3
73	1 108	1 080	1 238	3

Parete : 41

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
48	1 383	1 080	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3

Parete : 42

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
73	1 108	1 080	1 238	3
98	1 765	742	1 238	3

Parete : 43

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
128	973	742	1 238	3
48	1 383	1 080	1 238	3

Parete : 44

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
114	2 829	23	1 474	4
151	3 240	561	1 633	4(*)

Parete : 45

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
114	2 829	23	1 474	4
153	2 036	561	1 633	4(*)

Parete : 46

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
94	1 765	23	1 474	4
153	2 036	561	1 633	4(*)

Parete : 47

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
94	1 765	23	1 474	4

155	973	561	1 633	4(*)
-----	-----	-----	-------	------

Parete : 48

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
148	557	23	1 474	4
155	973	561	1 633	4(*)

Parete : 49

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
124	973	23	1 474	4
150	557	561	1 633	4(*)

Parete : 50

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
124	973	23	1 474	4
152	1 765	561	1 633	4(*)

Parete : 51

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
104	2 036	23	1 474	4
152	1 765	561	1 633	4(*)

Parete : 52

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
104	2 036	23	1 474	4
154	2 829	561	1 633	4(*)

Parete : 53

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
146	3 240	23	1 474	4
154	2 829	561	1 633	4(*)

Parete : 54

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
150	557	561	1 633	4(*)
308	973	742	1 578	4(*)

Parete : 55

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
308	973	742	1 578	4(*)
152	1 765	561	1 633	4(*)

Parete : 56

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
152	1 765	561	1 633	4(*)
309	2 036	742	1 578	4(*)

Parete : 57

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
309	2 036	742	1 578	4(*)
154	2 829	561	1 633	4(*)

Parete : 58

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
154	2 829	561	1 633	4(*)
310	3 240	742	1 578	4(*)

Parete : 59

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
311	2 829	742	1 578	4(*)
151	3 240	561	1 633	4(*)

Parete : 60

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
153	2 036	561	1 633	4(*)
311	2 829	742	1 578	4(*)

Parete : 61

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
312	1 765	742	1 578	4(*)
153	2 036	561	1 633	4(*)

Parete : 62

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
155	973	561	1 633	4(*)
312	1 765	742	1 578	4(*)

Parete : 63

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
313	557	742	1 578	4(*)
155	973	561	1 633	4(*)

Parete : 64

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	1 108	1 080	1 474	4
308	973	742	1 578	4(*)

Parete : 65

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
74	1 108	1 080	1 474	4
312	1 765	742	1 578	4(*)

Parete : 66

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	1 383	1 080	1 474	4
312	1 765	742	1 578	4(*)

Parete : 67

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
49	1 383	1 080	1 474	4
308	973	742	1 578	4(*)

Parete : 68

## Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
314	2 056	1 080	1 474	3(*)
309	2 036	742	1 578	4(*)

(\*) Elementi di copertura

## Carichi

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G<sub>1</sub> peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G<sub>2</sub> peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- ψ<sub>2i</sub> coefficiente di combinazione;
- Q<sub>Ki</sub> valore caratteristico della azione variabile;

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1].

N. Carico	Livello	Tipo	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	ψ2
1	1	Lineare [daN/m]	1 150	0	1 020	0,60
2	2	Lineare [daN/m]	1 150	0	1 020	0,60
3	2	Lineare [daN/m]	1 150	0	1 020	0,60

N.B. tali carichi derivano dalla scala interna non schematizzata strutturalmente ma rappresentata dai soli carichi relativi

N. Solaio	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	$\psi_2$
23	50	0	400	0,00
24	50	0	400	0,00
25	50	0	400	0,00
1	742	0	300	0,60
2	640	0	300	0,60
3	640	0	300	0,60
4	640	0	300	0,60
5	611	0	300	0,60
6	730	0	400	0,60
7	742	0	300	0,60
8	650	0	300	0,60
9	670	0	300	0,60
10	670	0	300	0,60
11	641	0	300	0,60
12	641	0	300	0,60
13	730	0	400	0,60
14	720	0	300	0,60
15	720	0	300	0,60
16	625	0	300	0,60
17	625	0	300	0,60
18	625	0	300	0,60
19	130	0	50	0,00
20	730	0	400	0,60
22	650	0	120	0,00

N. Falda	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	$\psi_2$
2	120	0	125	0,00
3	120	0	125	0,00
4	120	0	125	0,00
5	165	0	120	0,00
6	165	0	120	0,00
7	120	0	120	0,00

## Normativa di riferimento

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"

## VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Opere (35-50) 35 - 50 anni
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe III
Coefficiente d'uso	1.500
Periodo di riferimento(anni)	75.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=75.4
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=711.8

## Materiali impiegati e resistenze di calcolo

### Muratura

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	T/f <sub>m</sub> 0 [N/cm <sup>2</sup> ]
Muratura	2 250,00	750,00	18	f <sub>m</sub> 266,67	6,67
Muratura doppio uni	4 500,00	1 350,00	12	f <sub>m</sub> 296,30	22,22
muratura tipo poroton	6 200,00	2 480,00	12	f <sub>k</sub> 620,20	28,57
muratura doppio UNI nuova	7 000,00	2 800,00	12	f <sub>k</sub> 700,00	28,57

Materiali

MURATURA

- Muratura
- Muratura doppio uni
- muratura doppio UNI nuova
- muratura tipo poroton

CALCESTRUZZO



ACCIAIO ARMATURA

ACCIAIO STRUTTURALE

LEGNO

FRP

Nome	Muratura
E [N/mm <sup>2</sup> ]	2 250,00
G [N/mm <sup>2</sup> ]	750,00
w [kN/m <sup>3</sup> ]	18
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	360,00
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	9,00
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	186,67
FC	1,35
γ <sub>m</sub>	2,00
Stato	Esistente
Descrizione	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0060
φ ∞	0,0


Colore materiale 
Texture 


OK ?

Proprietà materiale

Tipo: **Muratura**

Nome: Muratura

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	2250
G [N/mm <sup>2</sup> ]	750
w [kN/m <sup>3</sup> ]	18
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	360
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	9
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	186,67
FC	1,35
γ <sub>m</sub>	2
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,006

Descrizione:

Libreria: Progetto

**Condizione del materiale**

☒ Esistente ☐ Nuovo


☒ Rigidezza fessurata

☒ Definizione utente

**Tipo legame**

Turnsek/Cacovic

Modifica

Normativa 

OK Annulla ?

Tipo muratura: Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1

FC: 1,35

	$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$t_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$G$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$w$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Minimo tabellare	240,00	6,00	1 500,00	500,00	18

Normativa Italiana

Normativa OK Annulla ?

Parametri migliorativi

Tipo muratura: Muratura in mattoni pieni e malta di calce

Livello conoscenza

<input checked="" type="checkbox"/> Malta buona	1,5	<input type="checkbox"/> Ricorsi o listature	-
<input type="checkbox"/> Connessione trasversale Diatoni artificiali	1,3	<input type="checkbox"/> Iniezioni di miscele leganti	1,5
<input type="checkbox"/> Intonaco armato	1,5	<input type="checkbox"/> Giunti sottili (< 10 mm)	1,5
<input type="checkbox"/> Nucleo scadente e/o ampio	0,7	<input type="checkbox"/> Altro	

Nessuno

Normativa Italiana

Normativa OK Annulla ?

Materiali

**MURATURA**

- Muratura
- Muratura doppio uni
- muratura doppio UNI nuova
- muratura tipo poroton

**CALCESTRUZZO**

**ACCIAIO ARMATURA**

**ACCIAIO STRUTTURALE**

**LEGNO**

**FRP**

Nome

Muratura doppio uni

E [N/mm<sup>2</sup>]

4 500,00

G [N/mm<sup>2</sup>]

1 350,00

w [dN/m<sup>3</sup>]

12

f<sub>tn</sub> [N/cm<sup>2</sup>]

400,00

τ [N/cm<sup>2</sup>]

30,00

f<sub>k</sub> [N/cm<sup>2</sup>]

207,41

FC

1,35

ym

2,00

Stato

Esistente

Descrizione

Libreria

Progetto

Drift taglio

0,0040

Drift flessione

0,0060

φ ∞

0,0

Colore materiale

Texture

OK

?

Proprietà materiale

Tipo

**Muratura**

Nome

Muratura doppio uni

Colore materiale

Texture

**Condizione del materiale**

☒ Esistente ☐ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata

☒ Definizione utente

**Tipo legame**

Turnsek/Cacovic

E [N/mm<sup>2</sup>]

4500

G [N/mm<sup>2</sup>]

1350

w [dN/m<sup>3</sup>]

12

f<sub>tn</sub> [N/cm<sup>2</sup>]

400

τ [N/cm<sup>2</sup>]

30

f<sub>k</sub> [N/cm<sup>2</sup>]

207,41

FC

1,35

ym

2

Drift taglio

0,004

Drift flessione

0,006

Descrizione

Libreria

Progetto

Normativa

OK

Annulla

?

Tipo muratura: Muratura in blocchi laterizi forati (perc. foratura < 45%)

Livello conoscenza: -- Limitate indagini -- LC1

FC: 1,35

Minimo tabellare

	$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$t_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$G$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$w$ [kN/m <sup>3</sup> ]
	400,00	30,00	4 500,00	1 350,00	12

Normativa Italiana

Normativa OK Annulla ?

Materiali

**MURATURA**

- Muratura
- Muratura doppio uni
- muratura doppio UNI nuova
- muratura tipo poroton

**CALCESTRUZZO**

**ACCIAIO ARMATURA**

**ACCIAIO STRUTTURALE**


**LEGNO**

**FRP**

Nome: muratura doppio UNI...

$E$ [N/mm <sup>2</sup> ]	7 000,00
$G$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2 800,00
$w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	12
$f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	1 000,00
$f_{m0}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	28,57
$f_{vim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,3
$f_k$ [N/cm <sup>2</sup> ]	700,00
$\gamma_m$	3,00
Stato	Nuovo
Descrizione	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0080
$\phi_{\infty}$	0,0

Colore materiale: 


Texture: 


OK ?

Proprietà materiale Modifica

Tipo: **Muratura**

Nome:

Colore materiale: 

Texture: 

Condizione del materiale

☐ Esistente ☒ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata


☐ Definizione utente

Tipo legame

E [N/mm <sup>2</sup> ]	7000
G [N/mm <sup>2</sup> ]	2800
w [kN/m <sup>3</sup> ]	12
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	1000
f <sub>vm0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	28,57
f <sub>vlm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	0,3
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	700
γ <sub>m</sub>	3
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,008

Descrizione:

Libreria: **Progetto**



Definizione parametri muratura ?


f<sub>bk</sub>  [N/mm<sup>2</sup>]

f<sub>vlm</sub>  [N/mm<sup>2</sup>]

Tipo malta:

Tipo blocco:

w  [kN/m<sup>3</sup>]



Materiali

**MURATURA**

- Muratura
- Muratura doppio uni
- muratura doppio UNI nuova
- muratura tipo poroton

**CALCESTRUZZO**

**ACCIAIO ARMATURA**


**ACCIAIO STRUTTURALE**


**LEGNO**

**FRP**

Nome: muratura tipo poroton

E [N/mm <sup>2</sup> ]	6 200,00
G [N/mm <sup>2</sup> ]	2 480,00
w [kN/m <sup>3</sup> ]	12
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	886,00
f <sub>vm0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	28,57
f <sub>vlm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	0,3
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	620,20
γ <sub>m</sub>	3,00
Stato	Nuovo
Descrizione	
Libreria	Progetto
Drift taglio	0,0040
Drift flessione	0,0080
φ <sub>∞</sub>	0,0

Colore materiale: 


Texture: 


OK ?

Proprietà materiale

Tipo: **Muratura**

Nome: muratura tipo poroton

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	6200
G [N/mm <sup>2</sup> ]	2480
w [kN/m <sup>3</sup> ]	12
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	886
f <sub>vm0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	28,57
f <sub>vlm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	0,3
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	620,2
γ <sub>m</sub>	3
Drift taglio	0,004
Drift flessione	0,008

Condizione del materiale

☐ Esistente ☒ Nuovo

☒ Rigidezza fessurata


☐ Definizione utente

Tipo legame: **Mohr/Coulomb**

Parametri muratura

Descrizione:

Libreria: **Progetto**

Normativa:  OK Annulla ?

Definizione parametri muratura

fbk 10,0 [N/mm<sup>2</sup>]  
 fvlm 0,3 [N/mm<sup>2</sup>]  
 Tipo malta M15  
 Tipo blocco Laterizio ...  
 W 12 [kN/m<sup>3</sup>]

OK Annulla ?

#### Calcestruzzo

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fcm [N/mm <sup>2</sup> ]	fck [N/mm <sup>2</sup> ]
C12/15	26 000,00	10 833,00	25	7,5	0,00
C20/25	29 000,00	12 083,00	25	14,8	20,00
C25/30	30 500,00	12 708,00	25	15,6	0,00

#### Acciaio armatura

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fym [N/mm <sup>2</sup> ]	fyk [N/mm <sup>2</sup> ]
FeB22K	206 000,00	78 400,00	79	187,0	0,00
FeB44K	206 000,00	78 400,00	79	318,5	430,00

#### Acciaio strutturale

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fym [N/mm <sup>2</sup> ]	fyk [N/mm <sup>2</sup> ]
Fe360	206 000,00	78 400,00	79	235,0	0,00
Fe430	206 000,00	78 400,00	79	275,0	0,00

#### Legno

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fwm [N/mm <sup>2</sup> ]	fwk [N/mm <sup>2</sup> ]
Abete	11 000,00	700,00	6	16,5	0,00

#### Rinforzo armato

Nome	Ac [cm <sup>2</sup> ]	Dc [cm]	Ad [cm <sup>2</sup> ]	Sd [cm]	Materiale rinforzo verticale	Asw [cm <sup>2</sup> ]	S [cm]	α [°]	Arm. presso fless.	Materiale rinforzo trasversale
contributo parete in c.a.	0,00	0	0,78	30	FeB44K	0,78	30	0	Sì	FeB44K
muratura armata	0,00	0	2,01	50	FeB44K	1,00	40	0	Sì	FeB44K

Come anche riportato nella relazione conclusiva delle verifiche dello stato di fatto, si precisa che le verifiche sulle murature sono state eseguite sia tenendo conto delle eccentricità previste dalle "NTC08" tramite programma di calcolo, sia con la pressione media senza considerare l'eccentricità.

Per la verifica ai carichi verticali delle murature si è considerato un coefficiente di sicurezza pari a 2 in considerazione che si tratta di edificio esistente, sulla scorta di quanto indicato dal parere del CTS (Comitato Tecnico Scientifico –Legge Regionale n.19/2008 e D.G.R. n.1776/2013) n. 122 del 14 aprile del 2016 nella seduta n.47 in merito all'obbligo di adeguamento nei confronti dei carichi statici, in occasione di interventi di miglioramento sulla costruzione, della Regione Emilia Romagna.

Riepilogando per le verifiche sismiche e per le verifiche delle murature ai carichi verticali si è adottato un livello di conoscenza LC1 ed un fattore di confidenza  $FC = 1.35$ , mentre per le verifiche dei solai ai carichi verticali, si è utilizzato un  $FC=1.35$  per il calcestruzzo (ulteriormente penalizzato avendo utilizzato un  $R_{cm} = 25 \text{ N/mm}^2$ , contro un valore di progetto pari a  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ) ed  $FC=1$  per l'acciaio, sulla scorta dei certificati sui materiali acquisiti e per la copertura in legno del corpo aule, un  $FC=1$  considerando un legno lamellare del tipo GL24h.

## TERRENO DI FONDAZIONE

L'edificio è ubicato in un'area urbanizzata in via Gramsci n. 175 a Castel Maggiore. Il terreno di sedime è pianeggiante, ed è costituito oltre che dallo strato superficiale dello spessore di circa 1 m che risente delle variazioni stagionali, da strati sottostanti costituiti principalmente da terreni di natura argillose-limose con caratteristiche meccaniche che aumentano con la profondità.

Per la determinazione delle caratteristiche del terreno si è utilizzata la relazione geologica eseguita dal Dott. Casadio, allegata.

Di seguito si riportano le stratigrafie ottenute dalle due prove penetrometriche effettuate:

### Prova n.1

Prof. Strato (m)		Descrizione
0.00	0.60	Sabbie
0.60	2.20	Argille sabbiose molto compatte
2.20	3.20	Argille limose e sabbiose molto compatte
3.20	9.60	Argilla con livelli di sabbia compatta
9.60	12.60	Sabbie
12.60	13.60	Limo sabbioso
13.60	14.80	Sabbie limose

### Prova n.2

Prof. Strato (m)		Descrizione
0.00	1.00	Terreno vegetale
1.00	3.40	Argille sabbiose
3.40	5.60	Argille compatte
5.60	9.60	Argille sabbiose e limose molto compatte
9.60	10.60	Limo
10.60	13.40	Sabbie
13.40	15.00	Limo sabbioso

Dove la prova n. 1 è stata effettuata in vicinanza del corpo aule e la n. 2 in corrispondenza del corpo palestra

Non si sono evidenziate particolari problematiche per la natura del terreno.

## ANALISI DEI CARICHI

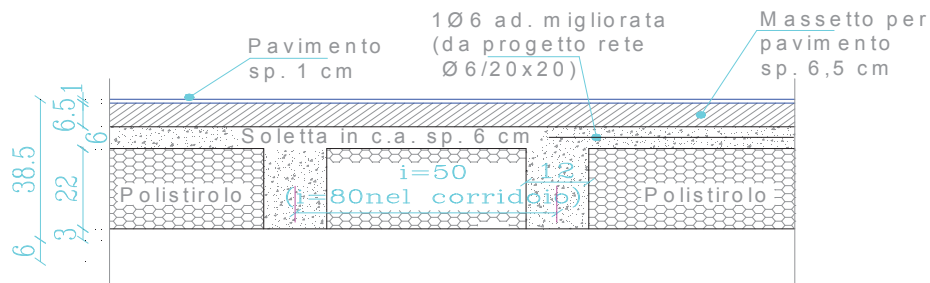
I carichi adottati sono i seguenti:

SOLAIO PIANO SEMINTERRATO CORPO AULE

Travetti interasse 0,5 m cls  $R_{ck}$  25 armatura inferiore 2Ø16 FeB44K

Altezza utile della sezione d: 26 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



### Analisi carichi

Peso proprio alleggerimento in polistirolo  $0.35 \times 0.38 \times 0.22 \times 1/0.5 = 0.06 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0.12 \times 0.22 \times 25.00 \times 1/0.5 = 1.32 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0.06 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0.075 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Tot  $q = 4.38 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola  $300 \text{ kg/m}^2 = 3.0 \text{ KN/m}^2$

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0.06 \times 25 = 1.5 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $15 \times 30 \text{ cm} : 0.15 \times 0.3 \times 25 / 2.16 = 0.52 \text{ kN/mq.}$  dove 2.16 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

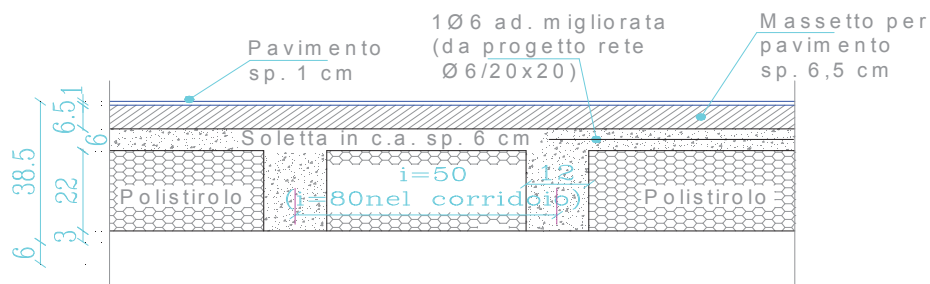
**Qtot. =  $4.38 + 1.5 + 0.52 = 6.40 \text{ kN/mq.}$**

### SOLAIO CORRIDOIO PIANO SEMINTERRATO

Travetti interasse 0,8 m cls  $R_{ck}$  25 armatura inferiore 2Ø10 FeB44K

Altezza utile della sezione d: 26 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



#### Analisi carichi

Peso proprio polistirolo  $0.35 \times 0.68 \times 0.22 \times 1/0.8 = 0.07 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0.12 \times 0.22 \times 25.00 \times 1/0.8 = 0.825 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0.06 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0.075 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Tot =  $3.90 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola =  $3.0 \text{ KN/m}^2$

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0.065 \times 25 = 1.63 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $15 \times 30 \text{ cm} : 0.15 \times 0.3 \times 25 / 1.95 = 0.58 \text{ kN/mq.}$  dove 1.95 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

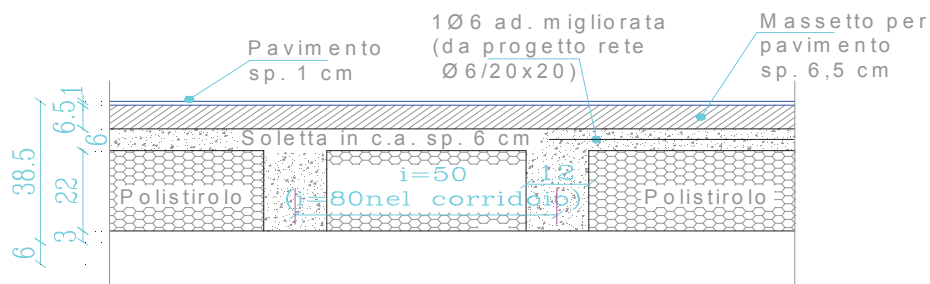
$Q_{\text{tot.}} = 3.90 + 1.63 + 0.58 = 6.11 \text{ kN/mq.}$

#### SOLAIO PIANO PRIMO E SECONDO CORPO AULE

Travetti interasse 0,5 m cls  $R_{ck} 25$  armatura inferiore  $2\phi 16 \text{ FeB44K}$

Altezza utile della sezione d: 22 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$  : 12 cm



#### Analisi carichi

Peso proprio alleggerimento in polistirolo  $0.35 \times 0.38 \times 0.22 \times 2 = 0.06 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0.12 \times 0.22 \times 25.00 \times 1/0.5 = 1.32 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0.06 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0.08 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.60 \text{ KN/m}^2$

Tot =  $4.48 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola =  $3.0 \text{ KN/m}^2$

#### **Solaio piano primo**

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0.06 \times 25 = 1.5 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $15 \times 30 \text{ cm}$  :  $0.15 \times 0.3 \times 25 / 2.16 = 0.52 \text{ kN/mq.}$  dove 2.16 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

**Qtot. =  $4.48 + 1.5 + 0.52 + 0.2 = 6.70 \text{ kN/mq.}$**

Dove  $0.20 \text{ kN/mq.}$  è il peso proprio del controsoffitto

#### **Solaio piano secondo**

Soletta:  $0.06 \times 25 = 1.5 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $15 \times 35 \text{ cm}$  :  $0.15 \times 0.35 \times 25 / 1.30 = 1.02 \text{ kN/mq.}$  dove 1.30 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

Dove  $0.20 \text{ kN/mq.}$  è il peso proprio del controsoffitto

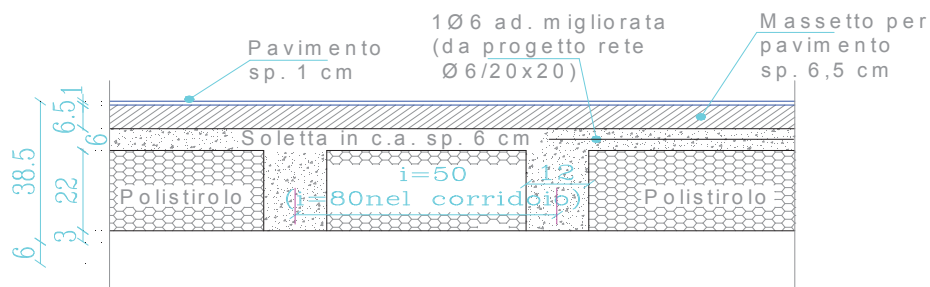
**Qtot. =  $4.48 + 1.5 + 1.02 + 0.20 = 7.20 \text{ kN/mq.}$**

## SOLAIO CORRIDOIO PIANO PRIMO CORPO AULE

Travetti interasse 0,8 m cls  $R_{ck}$  25 armatura inferiore 2Ø10 FeB44K

Altezza utile della sezione d: 26 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



### Analisi carichi

Peso proprio alleggerimento in polistirolo  $0.35 \times 0.42 \times 0.22 \times 1/0.8 = 0.04 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0.12 \times 0.22 \times 25.00 \times 1/0.8 = 0.83 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0.06 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0.08 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.60 \text{ KN/m}^2$

Tot =  $3.97 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola =  $3.0 \text{ KN/m}^2$

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0.06 \times 25 = 1.5 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $15 \times 30 \text{ cm} : 0.15 \times 0.3 \times 25 / 1.52 = 0.74 \text{ kN/mq.}$  dove 1.52 m è l'interasse medio delle nervatura

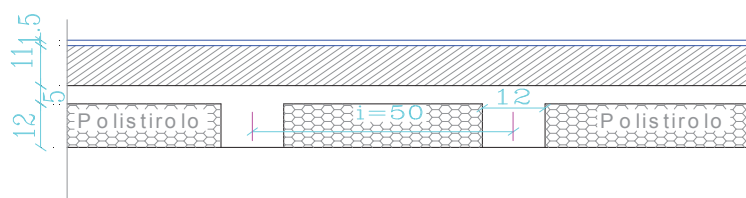
Carico totale da considerare nello schema di calcolo

**Qtot. =  $3.97 + 1.5 + 0.74 + 0.20 = 6.41 \text{ kN/mq.}$**

Dove 0.20 kN/mq. è il peso proprio del controsoffitto

## SOLAIO CORRIDOIO PIANO SECONDO

Travetti interasse 0,5 m cls  $R_{ck}$  25 armatura inferiore 2ø10 FeB44K  
 Altezza utile della sezione d: 15 cm  
 Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



### Analisi carichi

Peso proprio alleggerimento in polistirolo  $35 \times 0,38 \times 0,12 \times 2 = 0,04 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0,12 \times 0,12 \times 25,00 \times 1/0,5 = 0,72 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0,05 \times 1 \times 1 \times 25,00 = 1,25 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0,125 \times 1 \times 1 \times 20,00 = 2,50 \text{ KN/m}^2$

Tot =  $4,51 \text{ KN/m}^2$

Accidentali: scuola =  $3,0 \text{ KN/m}^2$

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0,05 \times 25 = 1,25 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $10 \times 25 \text{ cm} : 0,10 \times 0,25 \times 25 / 2,15 = 0,29 \text{ kN/mq.}$  dove 2.15 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

**Qtot. =  $4,51 + 1,25 + 0,29 + 0,20 = 6,25 \text{ kN/mq.}$**

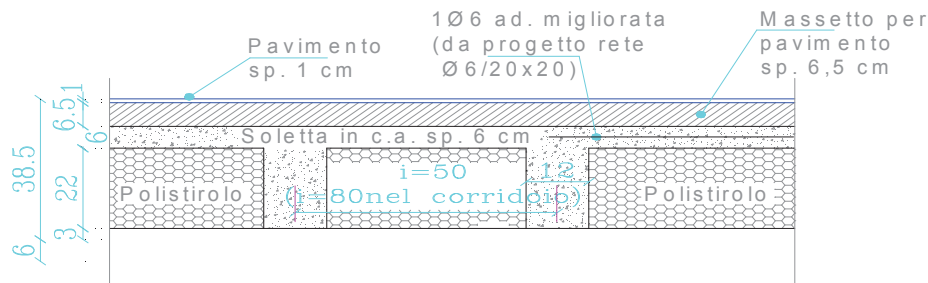
Dove 0.20 kN/mq. è il peso proprio del controsoffitto

SOLAIO BAGNI calpestio piano primo e piano rialzato CORPO AULE

Travetti interasse 0,5 m cls  $R_{ck}$  25 armatura inferiore 2 ø16 FeB44K

Altezza utile della sezione d: 26 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



#### Analisi carichi

Peso proprio alleggerimento in polistirolo  $0.35 \times 0.38 \times 0.22 \times 2 = 0.06 \text{ KN/m}^2$

Travetti  $0.12 \times 0.22 \times 25.00 \times 1/0.5 = 1.32 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio soletta in C.A.  $0.06 \times 1 \times 1 \times 25.00 = 1.50 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio massetto e pavimento  $0.08 \times 1 \times 1 \times 20.00 = 1.60 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio tramezzature (per elementi divisori con  $2.00 < G \leq 3.00 \text{ kN/m}$ ):  $1.20 \text{ KN/m}^2$

Tot =  $5.68 \text{ KN/m}^2$

Per la verifica ai carichi verticali delle murature e per le analisi sismiche, si è considerato anche il carico permanente dovuto al solaio preesistente utilizzato come cassero durante i lavori del 1991 di realizzazione dei nuovi solai.

Soletta:  $0.05 \times 25 = 1.25 \text{ kN/mq.}$

Nervatura  $10 \times 25 \text{ cm} : 0.10 \times 0.25 \times 25 / 2.15 = 0.29 \text{ kN/mq.}$  dove 2.15 m è l'interasse medio delle nervatura

Carico totale da considerare nello schema di calcolo

**Qtot. =  $5.68 + 1.25 + 0.29 + 0.20 = 7.42 \text{ kN/mq.}$**

Dove  $0.20 \text{ kN/mq.}$  è il peso proprio del controsoffitto

Accidentali: scuola =  $3.0 \text{ KN/m}^2$

**SOLAIO CALPESTIO PIANO SECONDO –CORPI AGGETTANTI FRONTE POSTERIORE  
CORPO AULE**

Travetti 12 cm interasse 0,5 m cls  $R_{ck} 25$  armatura inferiore  $2\phi 16 \text{ FeB44K}$

Altezza utile della sezione d: 15 cm

Larghezza minima della sezione della trave  $b_w$ : 12 cm



$\alpha = 0^\circ$  (inclinazione falda) -----> coefficiente di forma 0,8

Categoria topografica T1 pianeggiante

Altitudine sito <200 m. slm

#### Zona I – Mediterranea

Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1,50 \text{ kN/m}^2 & a_s \leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 1,35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s > 200 \text{ m} \end{aligned} \quad (3.3.9)$$

32

$$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in Tab. 3.4.I. Se non diversamente indicato, si assumerà  $C_E = 1$ .

**Tabella 3.4.I – Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia**

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

### 3.4.4 COEFFICIENTE TERMICO

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

#### 3.4.5.1 Coefficiente di forma per le coperture

In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve contenuti nel presente paragrafo, dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo  $\alpha$ , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

I valori del coefficiente di forma  $\mu_i$ , riportati in Tab. 3.4.II si riferiscono alle coperture ad una o due falde.

**Tabella 3.4.II – Valori del coefficiente di forma**

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Avendo considerato il coefficiente di esposizione e termico pari ad 1, il coeff. di forma pari a 0,8 ,  
in funzione della  $q_{sk}$  trovata----->  $q_{neve} = 1,2 \text{ kN/m}^2$

#### Coefficienti maggiorativi carichi

**Si sono applicati i seguenti coefficienti**

- Peso Proprio  $\gamma_G = 1,3$
- permanente solai  $\gamma_G = 1,3$
- accidentale solai con  $\gamma_Q = 1,5$

## VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

### Spettro utilizzato.

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008 .

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	SLV	SLD	SLO
$A_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	1,90	0,72	0,58
$F_0$	2,48	2,48	2,50
$T_c^*$ [s]	0,29	0,28	0,27
$T_r$	712,00	75,00	45,00

	SLV	SLD	SLO
$S_s$	1,41	1,50	1,50
$T_b$ [s]	0,15	0,15	0,15
$T_c$ [s]	0,46	0,45	0,44
$T_d$ [s]	2,37	1,89	1,84

83

Parametri del sito

Città

Longitudine

11,3617

Latitudine

44,5778

Vita nominale

Opere ordinarie VN >= 50 anni

Classi d'uso

III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Parametri di pericolosità sismica

Calcola

Pulisci

	SLV	SLD	SLO
$a_g$	1,895	0,723	0,579
$F_0$	2,48	2,48	2,5
$T_c^*$	0,29	0,28	0,27
$T_R$	712	75	45

OK

Annulla

Carico sismico

83

NT08

Parametri di pericolosità sismica

Calcola

	SLV	SLD	SLO	
$a_g$	1,895	0,723	0,579	[m/s <sup>2</sup> ]
$F_0$	2,48	2,48	2,50	
$T_c^*$	0,29	0,28	0,27	[s]
$T_R$	712	75	45	

Classe suolo

C

	SLV	SLD	SLO	
$S_S$	1,41	1,50	1,50	
$T_B$	0,15	0,15	0,15	[s]
$T_C$	0,46	0,45	0,44	[s]
$T_D$	2,37	1,89	1,84	[s]

Categoria topografica

T1

$S_T$

1,0

OK

Annulla

?

## ELEMENTI DI FONDAZIONE

Nel presente progetto non sono previsti interventi sulle fondazioni esistenti, poiché, pur avendo che le pressioni trasmesse al terreno risultano piuttosto elevate, ma non inusuali per edifici simili, non sono presenti vistose lesioni sulle murature imputabili a cedimenti fondali, ne deriva che l'edificio si è assestato sotto gli attuali carichi esistenti.

In conclusione, per le fondazioni, attualmente non si ravvisano problemi di ordine statico, poiché il terreno si è consolidato e adeguato ai carichi presenti.

Si precisa che, comunque, le pressioni sul terreno dovute al sisma, risultano inferiori a quelle ottenute dal relativo calcolo allo SLV con i parametri e coefficienti previsti dalla normativa, di seguito riportati.

**E' in previsione la realizzazione di un'unica nuova fondazione, in corrispondenza della nuova muratura armata del corpo aule, prevista in corrispondenza del giunto di separazione con il corpo palestra.**

### Verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU)

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Sono stati considerati gli stessi stati limite ultimi di cui ai § 6.4.2.1 e 6.4.3.1. delle NTC08 e più precisamente:

Le verifiche sono state effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che la condizione  $E_d \leq R_d$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

Le verifiche sono state effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo l'**Approccio 2** :

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Approccio 2:

è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche

**(A1+M1+R3).**

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente  $\gamma_R$  non è stato portato in conto.

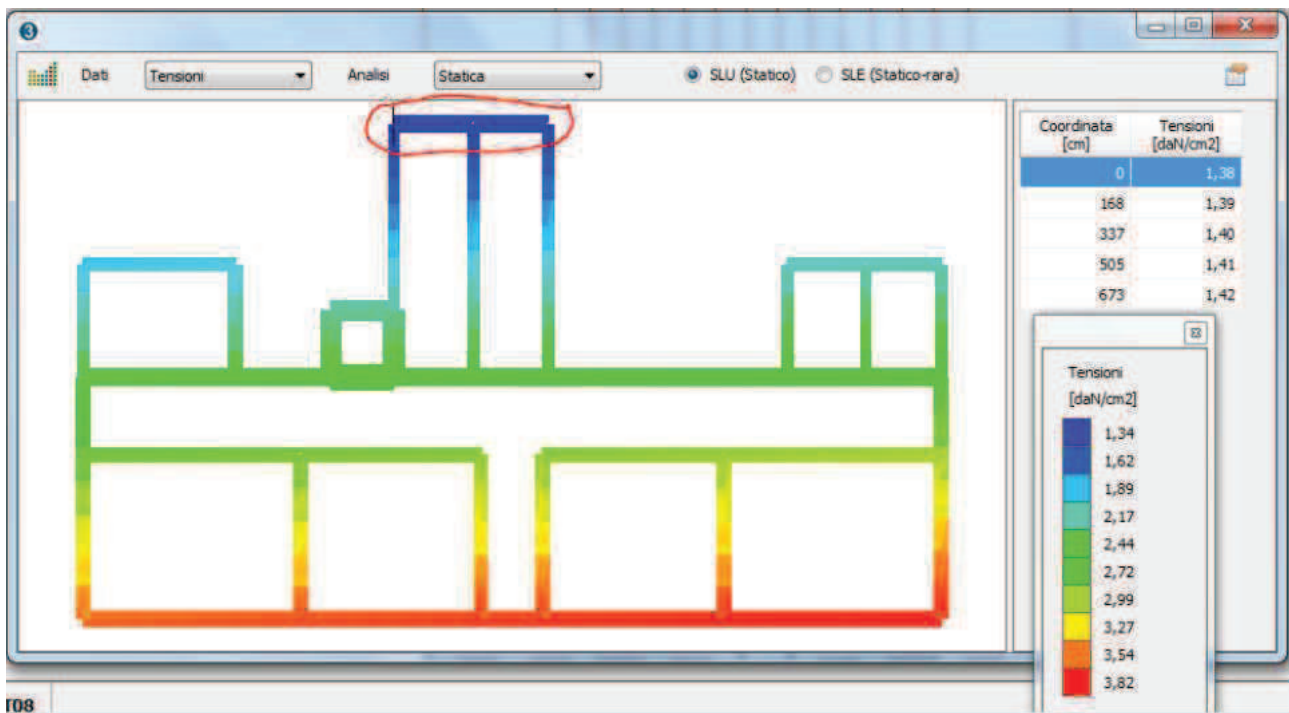
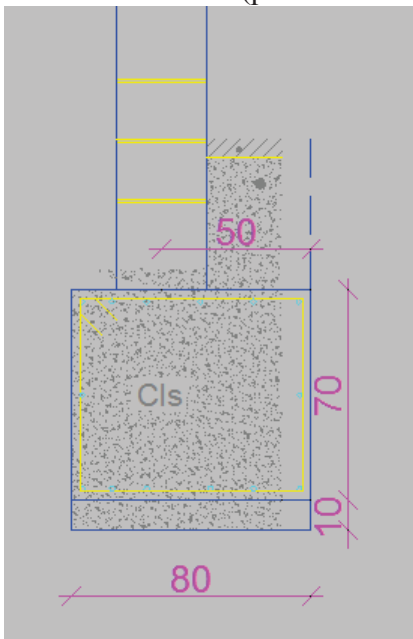
**Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)**

I valori degli spostamenti e delle distorsioni sono compatibili con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§ 2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione  $E_d \leq C_d$  (6.2.7)

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

## Fondazione muratura armata

carico fondazione (pressione sul terreno)



si considera una striscia di un metro soggetta alla pressione massima sopra riportata per la trave di fondazione in oggetto

$$1.42 \cdot 100 = 142 \text{ daN/cm} = 14200 \text{ daN/m}$$

$$M_{\max} = 14200 \cdot 0.5^2 / 2 = 1800 \text{ daNm} = 18 \text{ kNm}$$

## Calcolo momento resistenze sezione

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

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

Titolo :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	4.52	4
2	4.52	66

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

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

Tipo rottura Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione Reita Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

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

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14.17 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>ct</sub> 1.829

M<sub>xRd</sub> 118.3 kNm

σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 2.903 ‰  
ε<sub>s</sub> 67.5 ‰  
d 66 cm  
x 2.722 x/d 0.04124  
ξ 0.7

Si considera l'armatura costituita da 4 staffe D=12 al metro lineare  
 $M_r = 118.3 \text{ kNm} > M_d = 18 \text{ kNm}$

## METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

I meccanismi di tipo globale sono stati investigati mediante analisi non lineare su modello tridimensionale dell'intero edificio mediante il programma di calcolo 3MURI della S.T.A. DATA.

Ipotesi a base del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

Per i meccanismi locali è stata utilizzata l'analisi cinematica lineare sempre mediante il programma 3MURI della S.T.A. DATA

Il modello di calcolo, con la schematizzazione e le semplificazioni effettuate, (per la copertura, il programma permette la relativa schematizzazione), si ritiene sia in grado di rappresentare la realtà del fabbricato.

Si precisa che nella modellazione non sono state schematizzate le due scale esterne in acciaio, poiché di rigidezza modesta rispetto alla struttura dell'edificio e quindi non in grado di provocare danni all'edificio stesso, inoltre non è stato schematizzato l'atrio di ingresso del corpo aule, poiché influente, essendo tra l'altro quasi interamente finestrato, sulla risposta sismica della struttura del corpo in oggetto ed essendo non modellabile avendo un'altezza di molto inferiore a quella del piano della restante parte dell'edificio.

***Come previsto dal capitolo 8 delle NTC08 e precisamente al punto 8.3 "VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA", di seguito riportato:***

*"La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti potranno essere eseguiti con riferimento ai soli SLU; nel caso in cui si effettui la verifica anche nei confronti degli SLE i relativi livelli di prestazione possono essere stabiliti dal Progettista di concerto con il Committente.*

*Le Verifiche agli SLU possono essere eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC).*

**Nel presente progetto, in accordo con il Committente, la progettazione degli interventi e la valutazione della sicurezza è stata eseguita con riferimento ai soli SLU, rispetto alla condizione di salvaguardia della vita (SLV).**

### Criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica:

Avendo eseguita un'analisi statica non lineare, le verifiche vengono eseguite sia per lo SLV che per lo SLD, mediante il controllo degli spostamenti ed un controllo sul decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

#### Stato limite Ultimo (SLV):

$$D_{\max} \leq D_u$$

$D_{\max}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u$ : Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

$$q^* < 3$$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

#### Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{\max}^{SLD} \leq D_d$$

$D_{\max}^{SLD}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

$D_d$ : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

#### Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{\max}^{SLO} \leq D_o$$

$D_{\max}^{SLO}$ : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

$D_o$ : Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

### Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite viene calcolato l'indice di rischio  $\alpha$  ( $\alpha_{SLV}$ ,  $\alpha_{SLD}$ ,  $\alpha_{SLO}$ )

Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ; \alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ; \alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- $PGA_{CLV}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- $PGA_{CLD}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- $PGA_{CLO}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal "reticolo di riferimento" determinato dall'allegato A delle NTC

- $PGA_{DLV}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- $PGA_{DLD}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- $PGA_{DLO}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

### Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Masse	0,0	2,26	2,48	1,71	Sì	0,75	1,77	Sì	0,60	1,77	Sì
2	+X	1° modo	0,0	2,91	2,82	2,19	No	1,00	2,50	Sì	0,80	2,50	Sì
3	-X	Masse	0,0	2,16	2,53	1,75	Sì	0,70	1,75	Sì	0,56	1,75	Sì
4	-X	1° modo	0,0	2,86	2,64	2,28	No	0,96	2,42	Sì	0,78	1,99	Sì
5	+Y	Masse	0,0	3,13	2,56	2,76	No	1,08	2,17	Sì	0,84	2,17	Sì
6	+Y	1° modo	0,0	3,85	3,62	3,61	No	1,46	2,84	Sì	1,15	2,47	Sì
7	-Y	Masse	0,0	2,67	2,32	2,60	No	0,85	2,05	Sì	0,67	2,05	Sì
8	-Y	1° modo	0,0	3,45	3,28	3,19	No	1,25	2,48	Sì	0,97	2,13	Sì
9	+X	Masse	108,3	2,09	2,27	1,77	Sì	0,66	1,54	Sì	0,53	1,54	Sì
10	+X	Masse	-108,3	2,38	2,53	1,67	Sì	0,81	1,86	Sì	0,65	1,86	Sì
11	+X	1° modo	108,3	2,98	2,45	2,12	No	1,04	1,88	Sì	0,84	1,88	Sì
12	+X	1° modo	-108,3	3,14	3,09	2,21	No	1,11	2,11	Sì	0,90	2,11	Sì
13	-X	Masse	108,3	2,19	2,45	1,73	Sì	0,71	1,77	Sì	0,57	1,77	Sì
14	-X	Masse	-108,3	2,28	2,65	1,75	Sì	0,75	1,81	Sì	0,60	1,81	Sì
15	-X	1° modo	108,3	2,85	3,08	2,32	Sì	0,95	2,08	Sì	0,77	1,99	Sì
16	-X	1° modo	-108,3	3,12	2,69	2,31	No	1,09	2,45	Sì	0,88	1,97	Sì
17	+Y	Masse	187,8	3,08	2,65	2,84	No	1,06	2,12	Sì	0,82	2,12	Sì
18	+Y	Masse	-187,8	3,23	2,64	2,88	No	1,14	1,88	Sì	0,88	1,88	Sì
19	+Y	1° modo	187,8	3,75	4,01	3,70	No	1,42	2,77	Sì	1,11	2,50	Sì
20	+Y	1° modo	-187,8	3,98	3,46	3,64	No	1,53	2,66	Sì	1,21	2,31	Sì
21	-Y	Masse	187,8	2,61	2,34	2,60	No	0,82	1,42	Sì	0,65	1,42	Sì
22	-Y	Masse	-187,8	2,72	2,20	2,70	No	0,88	2,20	Sì	0,68	2,20	Sì
23	-Y	1° modo	187,8	3,27	2,86	3,29	No	1,17	2,35	Sì	0,90	2,11	Sì
24	-Y	1° modo	-187,8	3,43	2,86	3,30	No	1,25	2,14	Sì	0,97	2,02	Sì

N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	$\alpha$ SLV	$\alpha$ SLD	$\alpha$ SLO
1	+X	Masse	0,0	1,076	2,049	2,555
2	+X	1° modo	0,0	0,971	2,180	2,730
3	-X	Masse	0,0	1,131	2,113	2,637
4	-X	1° modo	0,0	0,932	2,153	2,275
5	+Y	Masse	0,0	0,835	1,801	2,257
6	+Y	1° modo	0,0	0,831	1,871	2,053
7	-Y	Masse	0,0	0,886	1,984	2,486
8	-Y	1° modo	0,0	0,941	1,838	2,009
9	+X	Masse	108,3	1,065	1,971	2,457
10	+X	Masse	-108,3	1,050	2,046	2,550
11	+X	1° modo	108,3	0,842	1,665	2,076
12	+X	1° modo	-108,3	0,984	1,746	2,181
13	-X	Masse	108,3	1,094	2,106	2,628
14	-X	Masse	-108,3	1,130	2,068	2,581
15	-X	1° modo	108,3	1,071	1,892	2,280
16	-X	1° modo	-108,3	0,876	2,006	2,065
17	+Y	Masse	187,8	0,874	1,788	2,241
18	+Y	Masse	-187,8	0,833	1,534	1,919
19	+Y	1° modo	187,8	0,811	1,871	2,130
20	+Y	1° modo	-187,8	0,825	1,694	1,851
21	-Y	Masse	187,8	0,908	1,501	1,874
22	-Y	Masse	-187,8	0,829	2,068	2,594
23	-Y	1° modo	187,8	0,883	1,843	2,096
24	-Y	1° modo	-187,8	0,843	1,611	1,914

### Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti

Si applica quanto riportato nel punto delle NTC08 7.2.3 CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI “SECONDARI” ED ELEMENTI NON STRUTTURALI.

E più precisamente “con l’esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l’azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.”

Nel presente caso sono presenti tramezzi con spessore non superiore ai 100 mm, concentrati nel corpo palestra, di delimitazione delle aule esistenti al piano primo, Pertanto non risultano necessarie le conseguenti verifiche. **Si precisa, comunque, che tali tramezzi sono stati oggetto d’intervento nel 2005 a seguito dell’esecuzione del progetto dell’ Ing. Migliaccio, più volte citato in precedenza, con il quale tale tramezzi sono stati collegamenti alla muratura portante.**

Gli impianti principali presenti sono tali da non generare azioni di una certa rilevanza sulle strutture che li sostengono, sono pertanto superflue le relative verifiche di resistenza.

## AZIONI SULLA STRUTTURA

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicati per i coefficienti  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$$

- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

**Carico sismico:** Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.

**Direzione:** Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Masse	0,0	4	10
2	+X	1° modo	0,0	4	10
3	-X	Masse	0,0	4	143
4	-X	1° modo	0,0	4	143
5	+Y	Masse	0,0	4	114
6	+Y	1° modo	0,0	4	114
7	-Y	Masse	0,0	4	114
8	-Y	1° modo	0,0	4	114
9	+X	Masse	108,3	4	10
10	+X	Masse	-108,3	4	10
11	+X	1° modo	108,3	4	10
12	+X	1° modo	-108,3	4	10
13	-X	Masse	108,3	4	114
14	-X	Masse	-108,3	4	114
15	-X	1° modo	108,3	4	114
16	-X	1° modo	-108,3	4	10
17	+Y	Masse	187,8	4	114
18	+Y	Masse	-187,8	4	114
19	+Y	1° modo	187,8	4	114
20	+Y	1° modo	-187,8	4	114
21	-Y	Masse	187,8	4	114
22	-Y	Masse	-187,8	4	114
23	-Y	1° modo	187,8	4	114
24	-Y	1° modo	-187,8	4	114

### principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU indagati:

Le relazioni utilizzate per le verifiche sono le seguenti:

#### Stati limiti ultimi

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

Nella formula si è trascurato il termine delle deformazioni impresse.

Come azioni variabili si è considerato per il carico in copertura il valore del carico neve al suolo  $q_s =$

1,20 kN/m<sup>2</sup> per  $as \leq 200$  m **Neve (a quota  $\leq 1000$  m s.l.m.)**, mentre per il carico sul solaio del piano

terra, il valore relativo alla **Categoria C1 scuole** con carico pari a  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$ , e per i coefficienti si è assunto:

$$\gamma_G = 1,3$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

#### Azioni sismiche

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1}$$

$\psi_{21}=0$  per il carico variabile neve (a quota  $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$ )

$\psi_{21}=0.60$  per il carico accidentale valido per le scuole (categoria C)

Dove  $G_1$  = peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

$G_2$  = peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$Q_{kj}$  = azioni variabili della combinazione, con  $Q_{k1}$  azione variabile dominante e  $Q_{k2}, Q_{k3}, \dots$  azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili  $Q_{kj}$  vengono combinate con i coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}, \psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$ , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

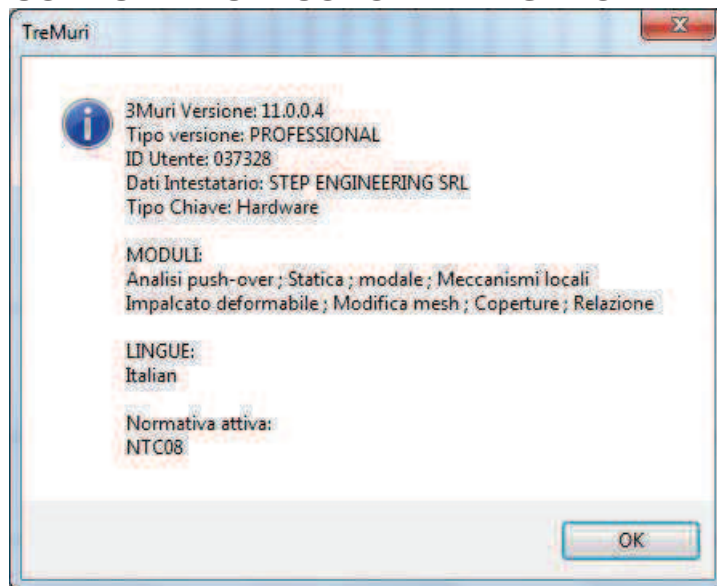
Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

$\psi_{21}=0$  per il carico variabile neve (a quota  $\leq 1000 \text{ m s.l.m.}$ )

$\psi_{21}=0.60$  per il carico accidentale valido per le scuole (categoria C)

## CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO



Il programma è stato testato dagli ideatori mediante numerose applicazioni su edifici colpiti da azioni sismiche, riscontrando un buon accordo tra i danneggiamenti e le rotture risultanti dalle analisi eseguite e quelle effettivamente conseguenti al sisma, pertanto si può ritenere che i risultati ottenibili dal programma siano affidabili.

## VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

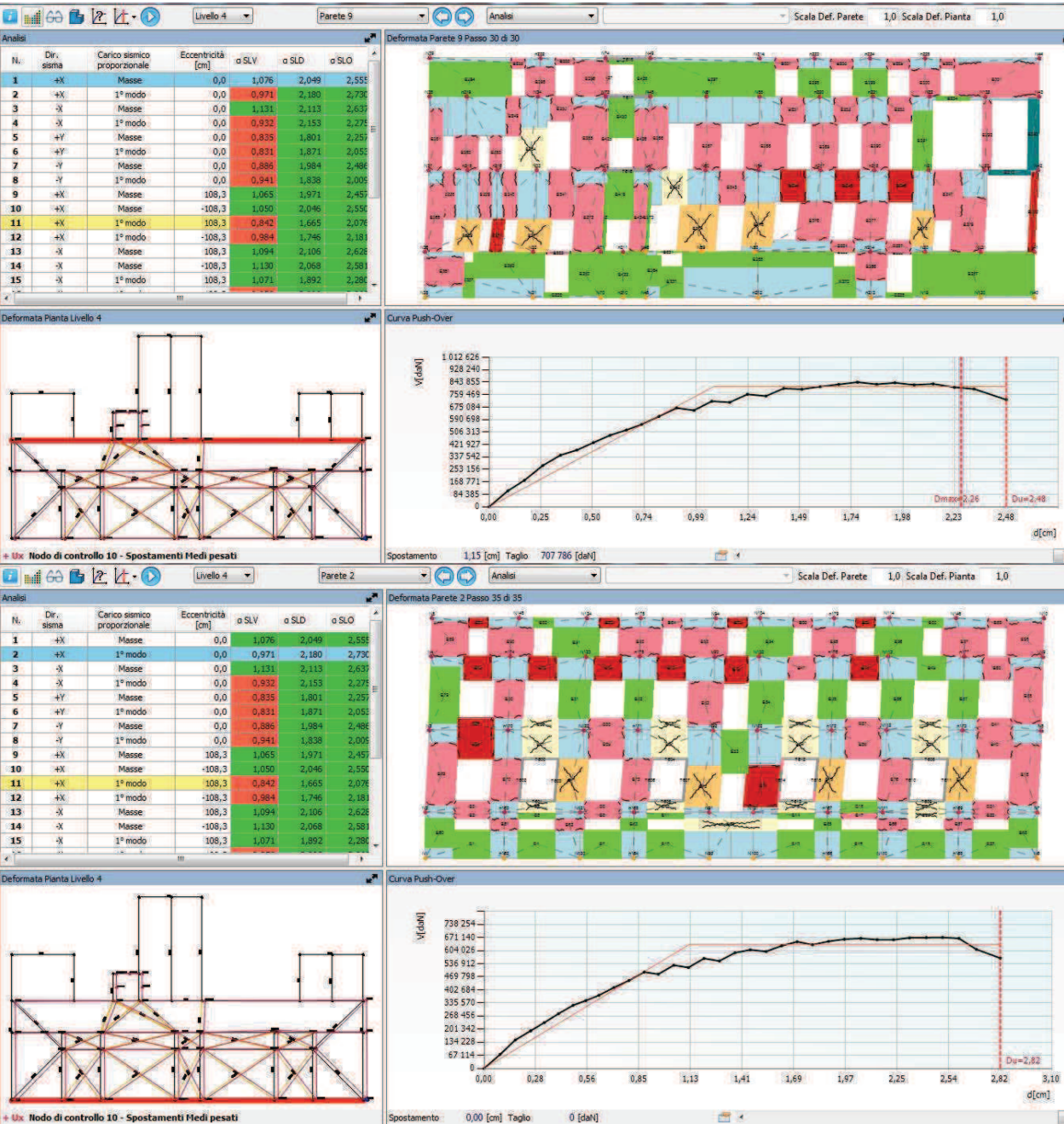
### Azioni sismiche

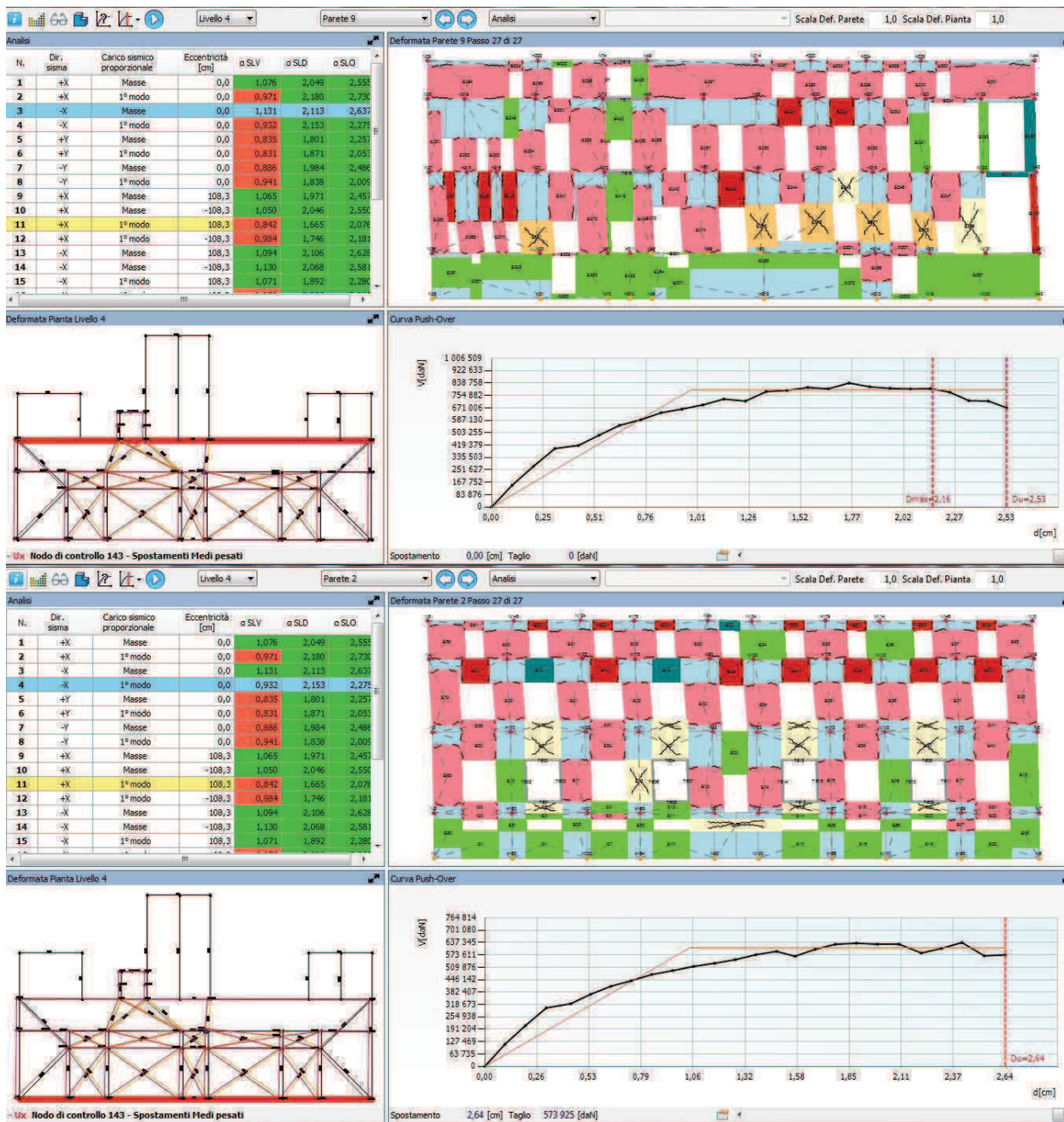
Avendo eseguita un'analisi statica non lineare, le verifiche vengono eseguite sia per lo SLV che per lo SLD, mediante il controllo degli spostamenti ed un controllo sul decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

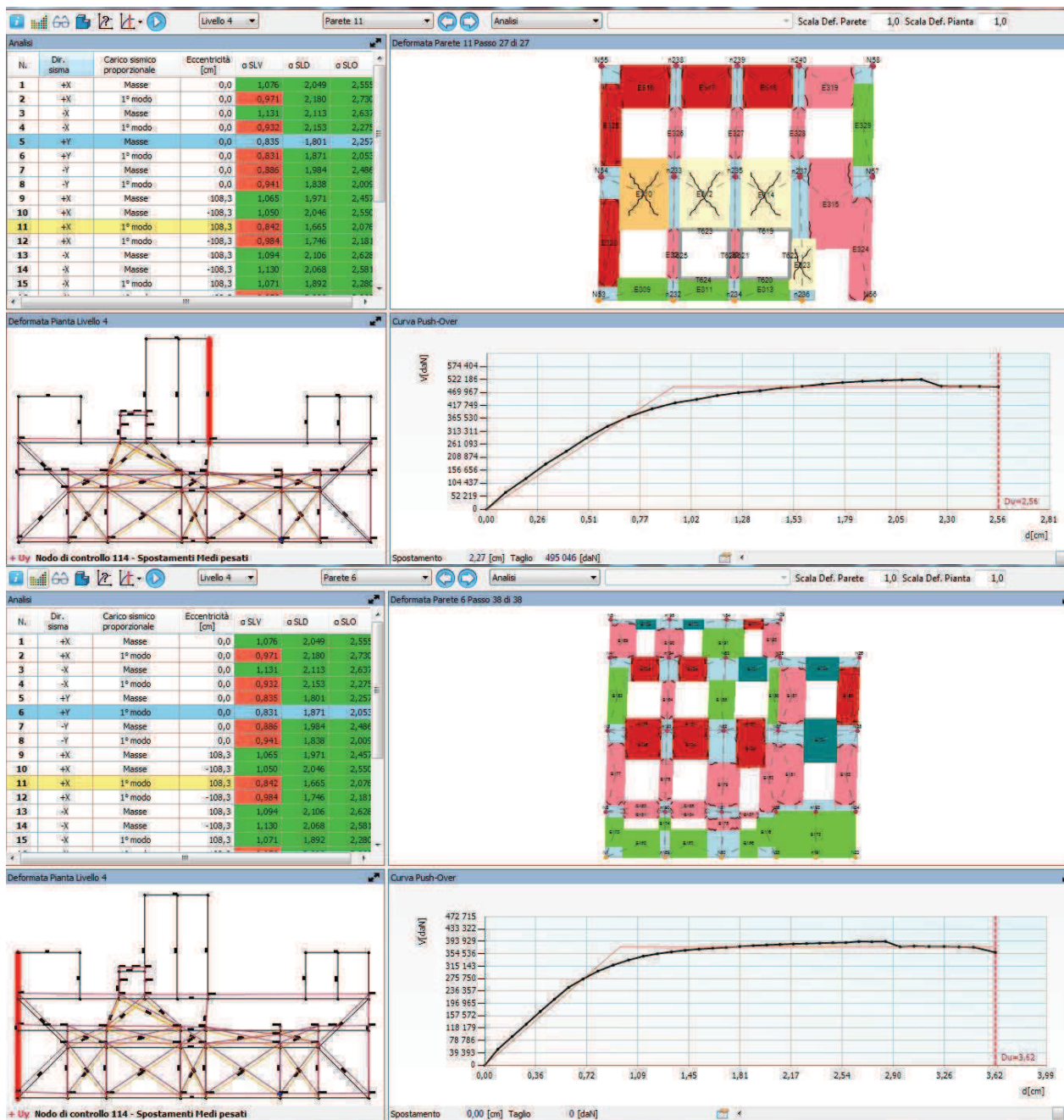
### Carichi verticali

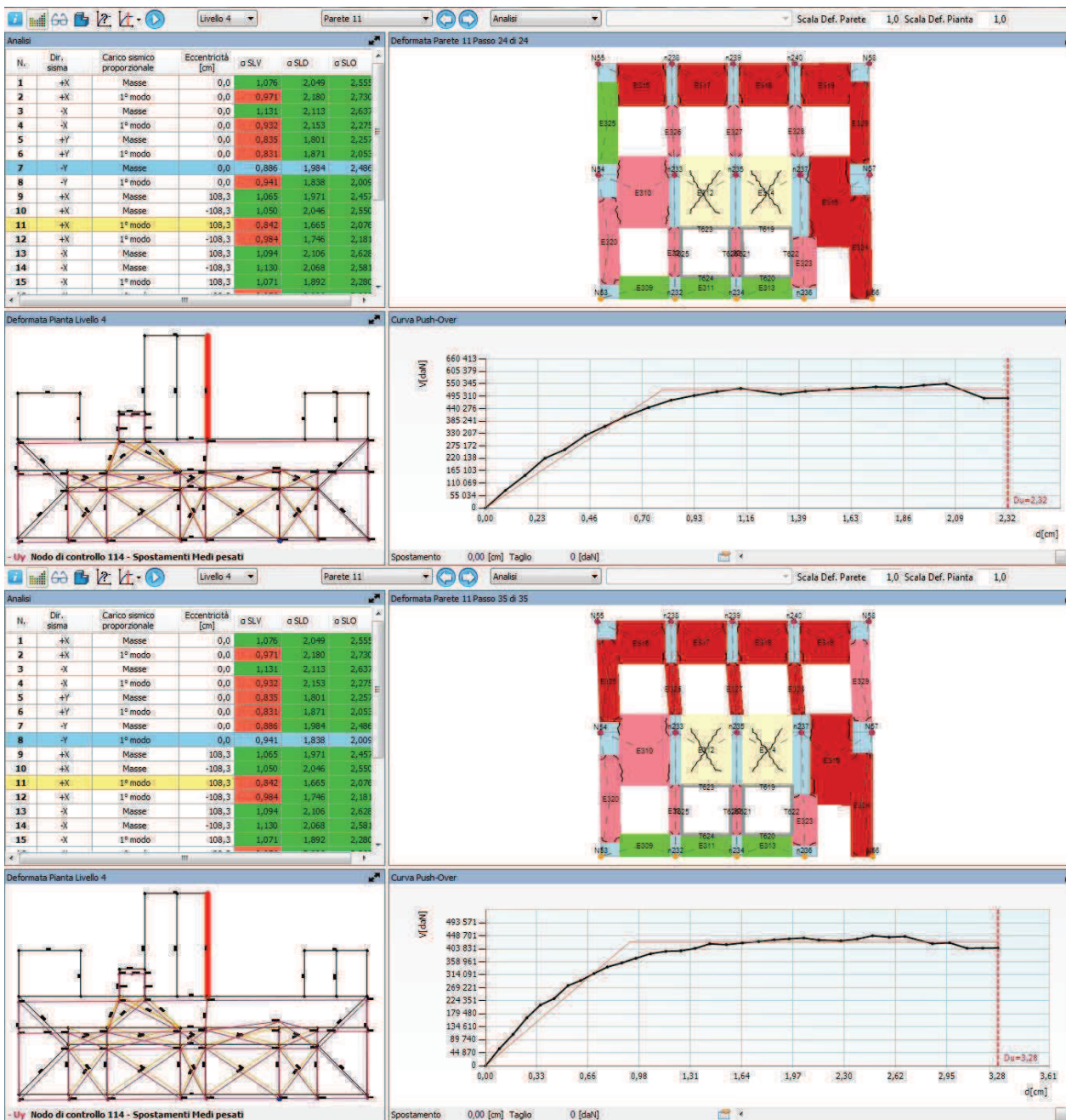
Le verifiche degli elementi strutturali sono riportate nella relazione EL VS 06/B per i solai e nella relazione EL S11/B per le murature

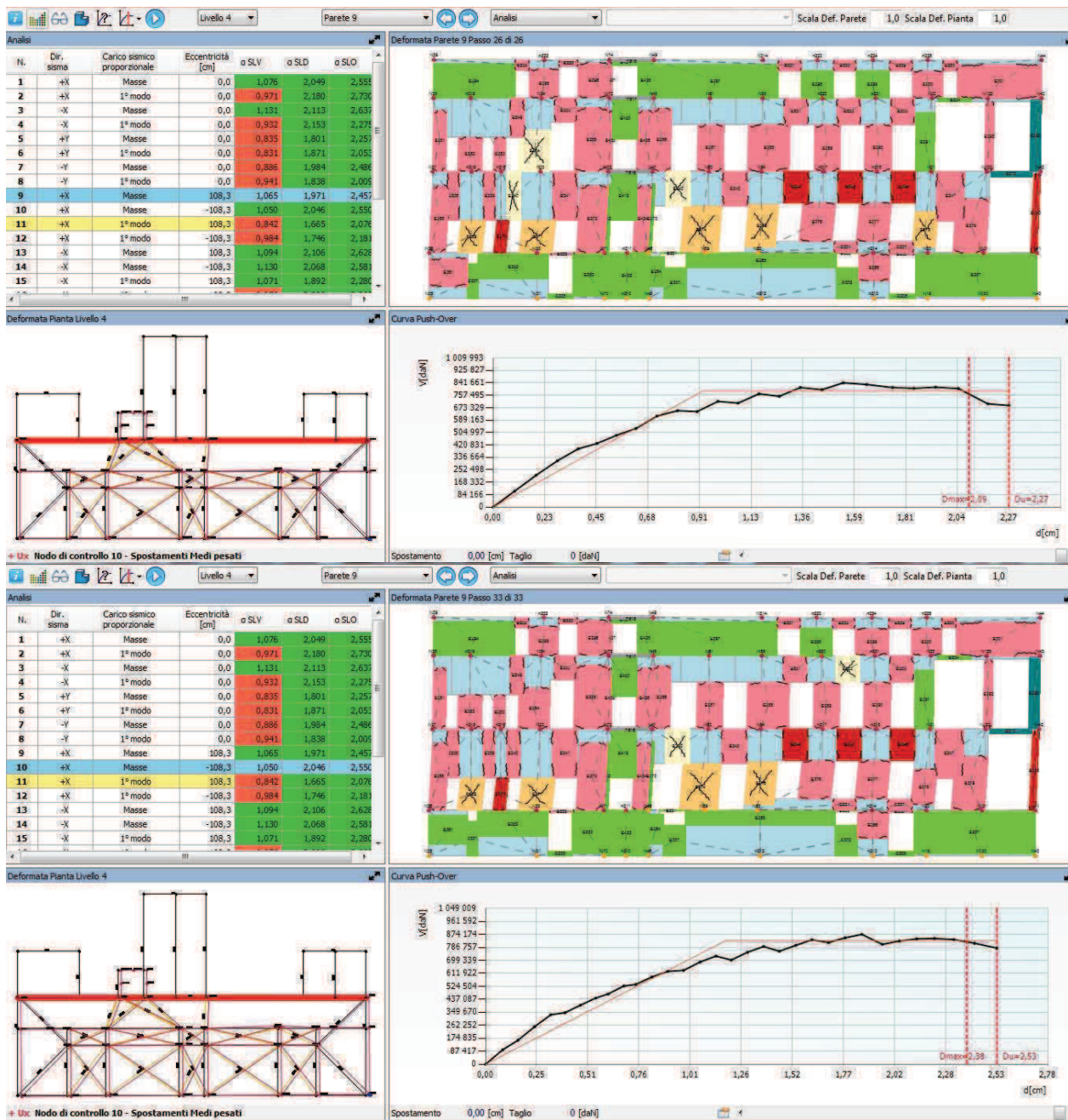
DIAGRAMMA DEFORMAZIONI E DANNEGGIAMENTI MASCHI MURARI

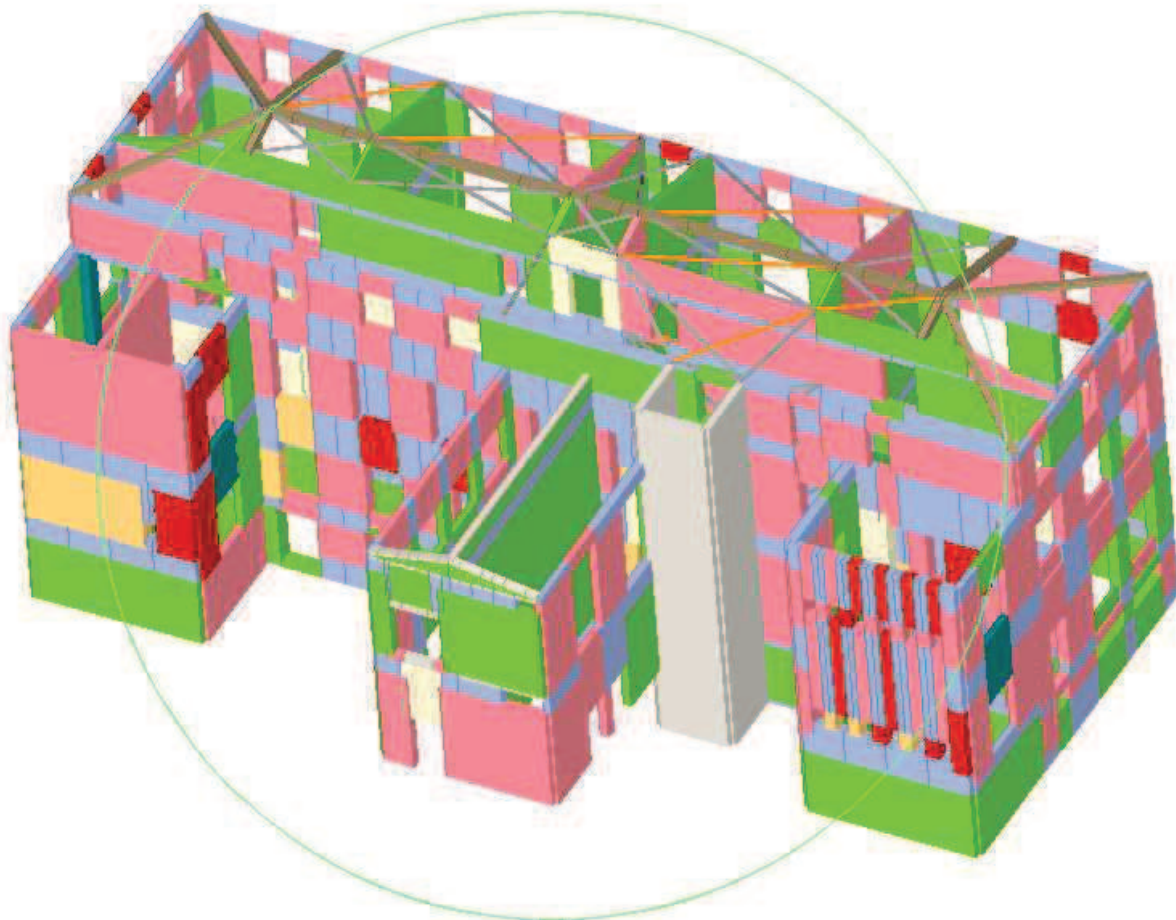


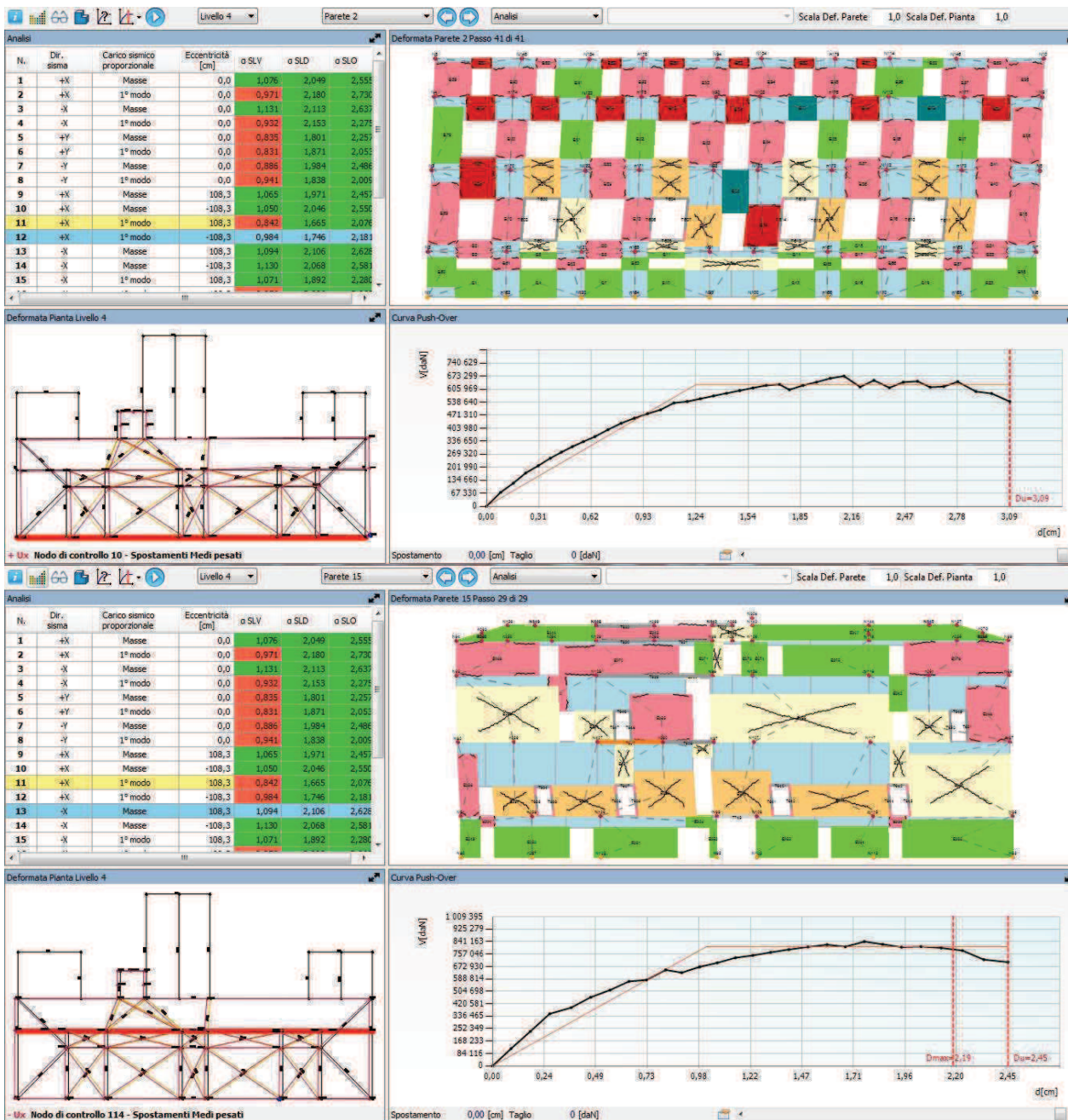


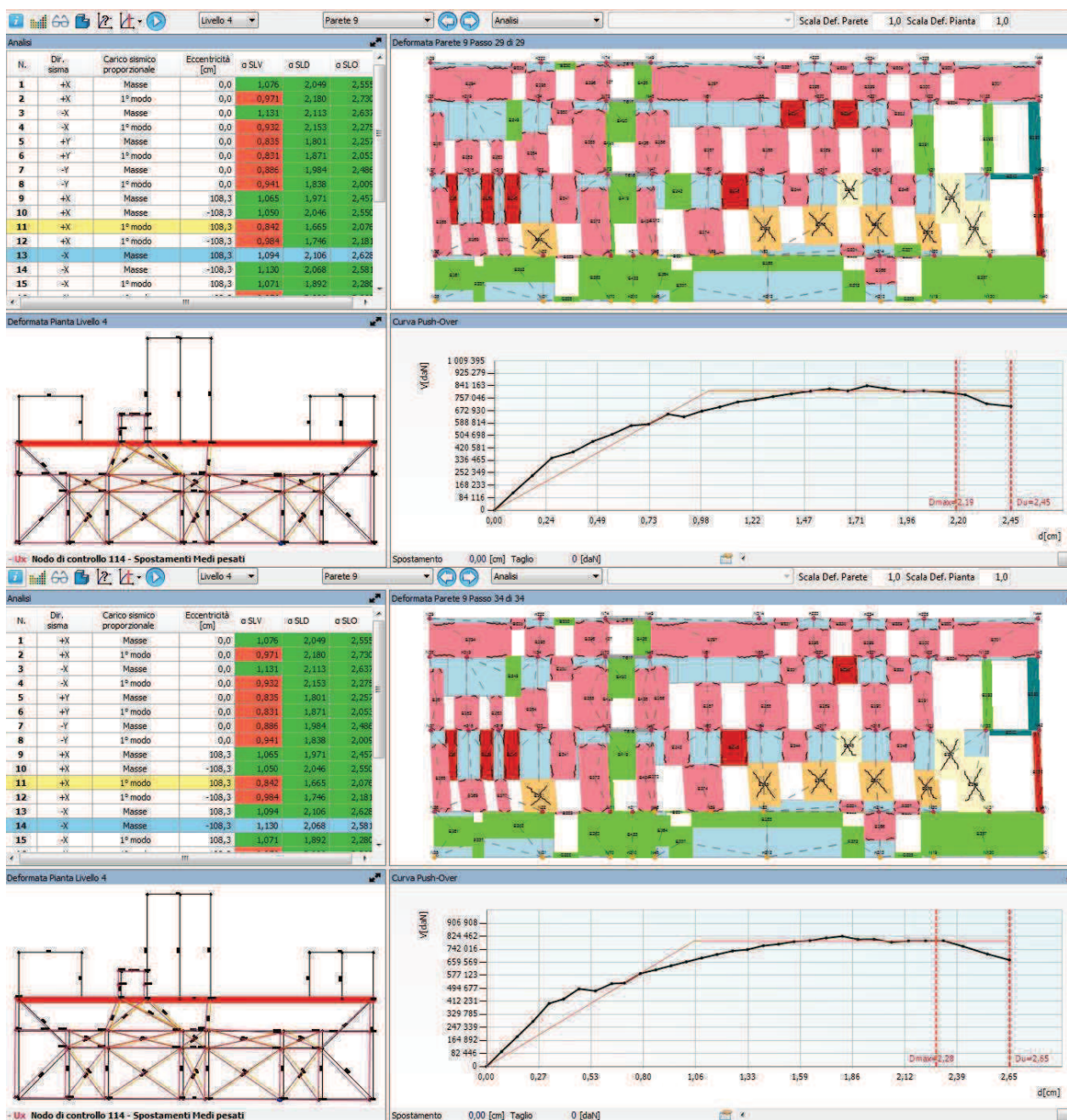


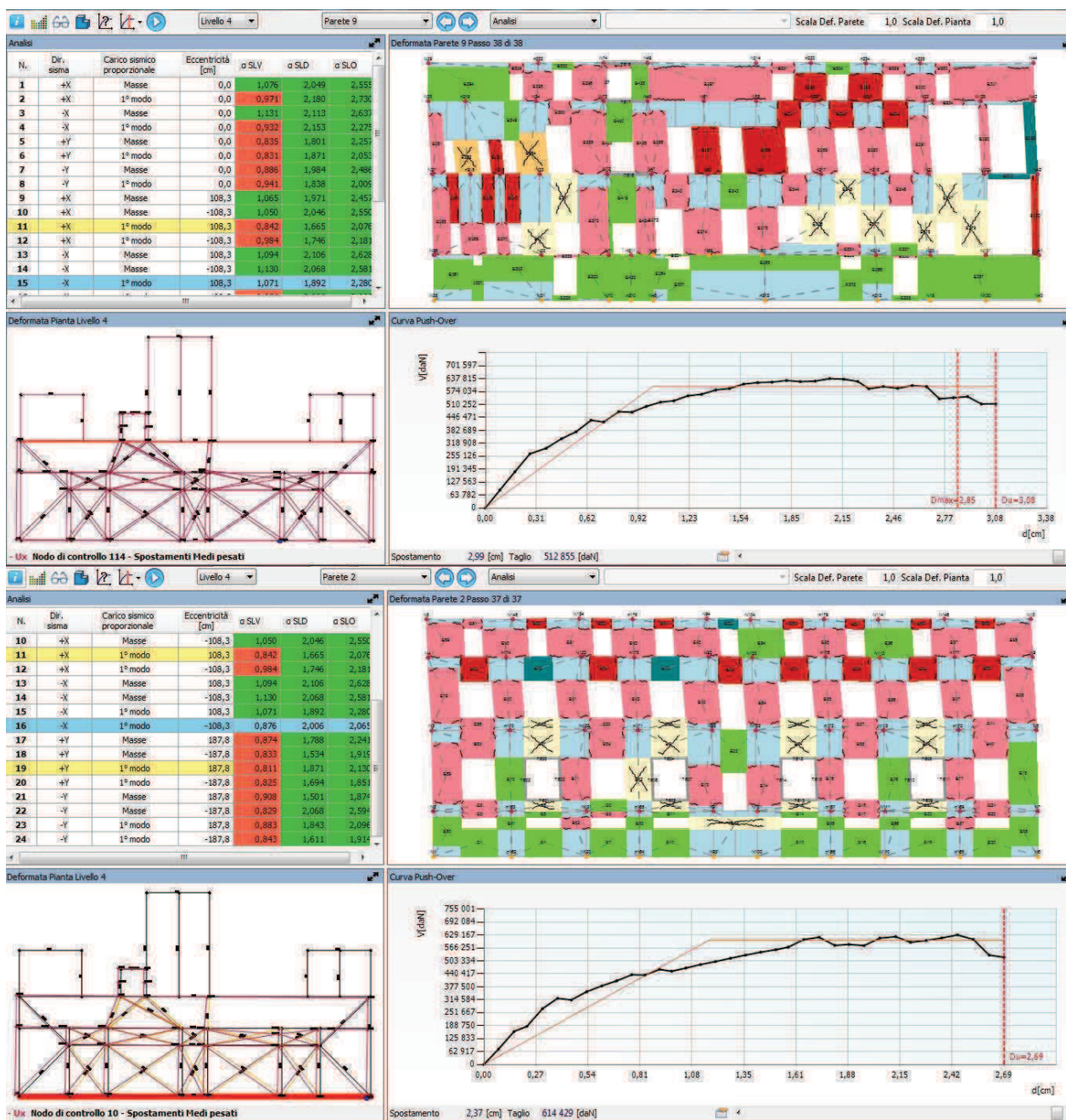


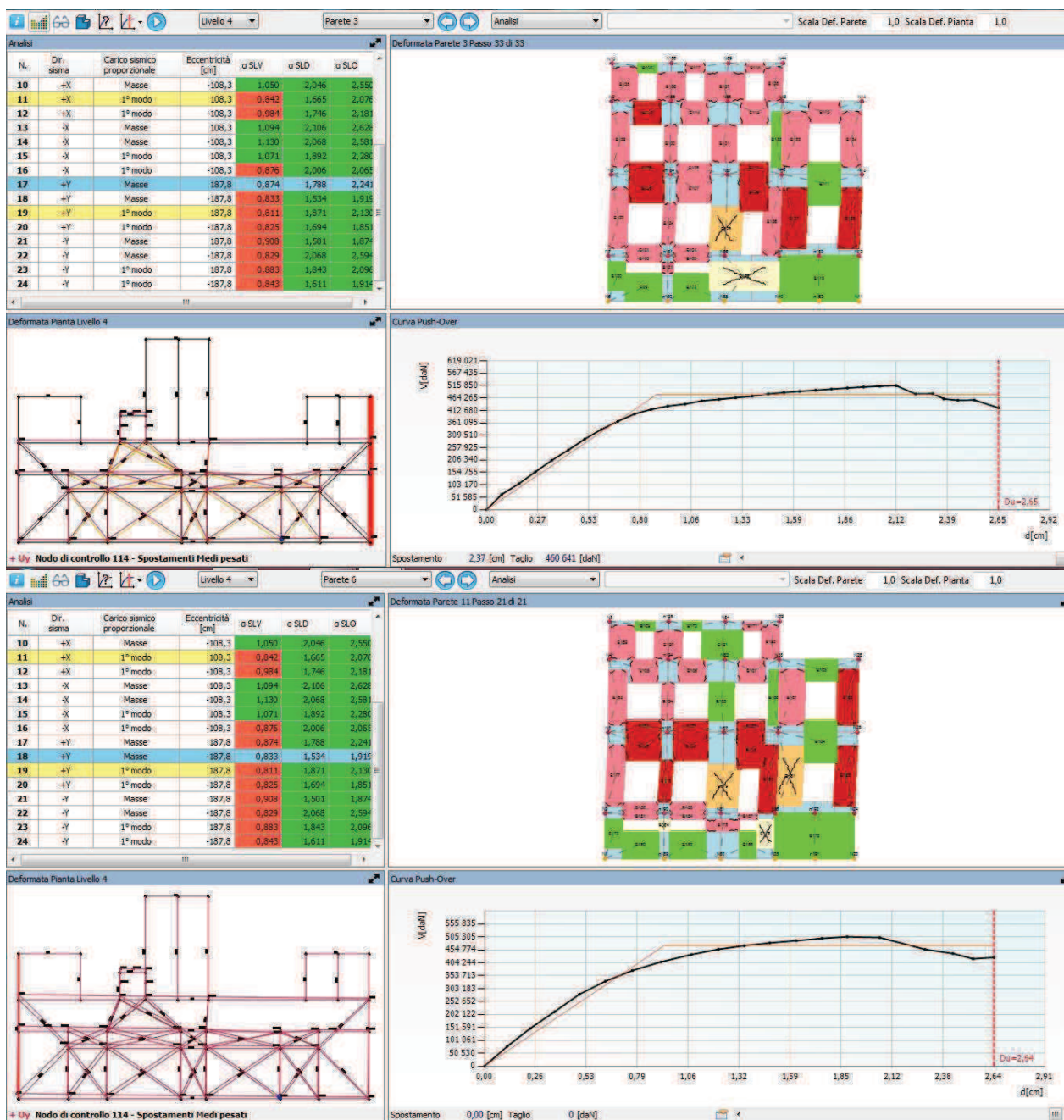


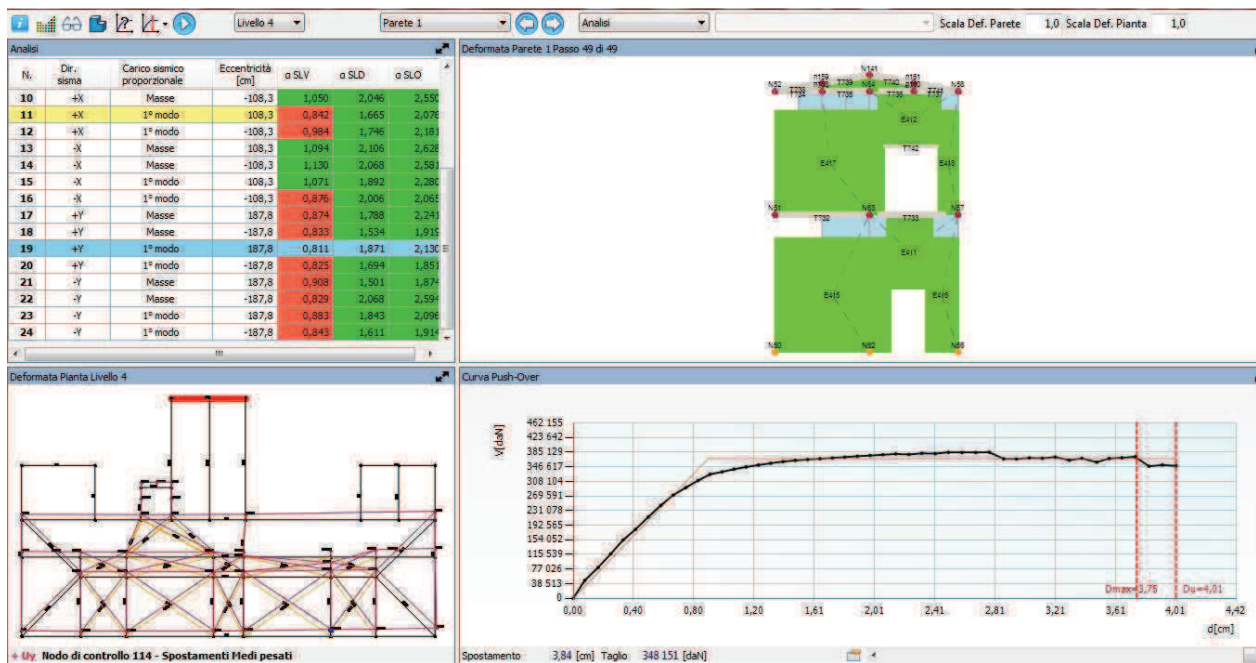


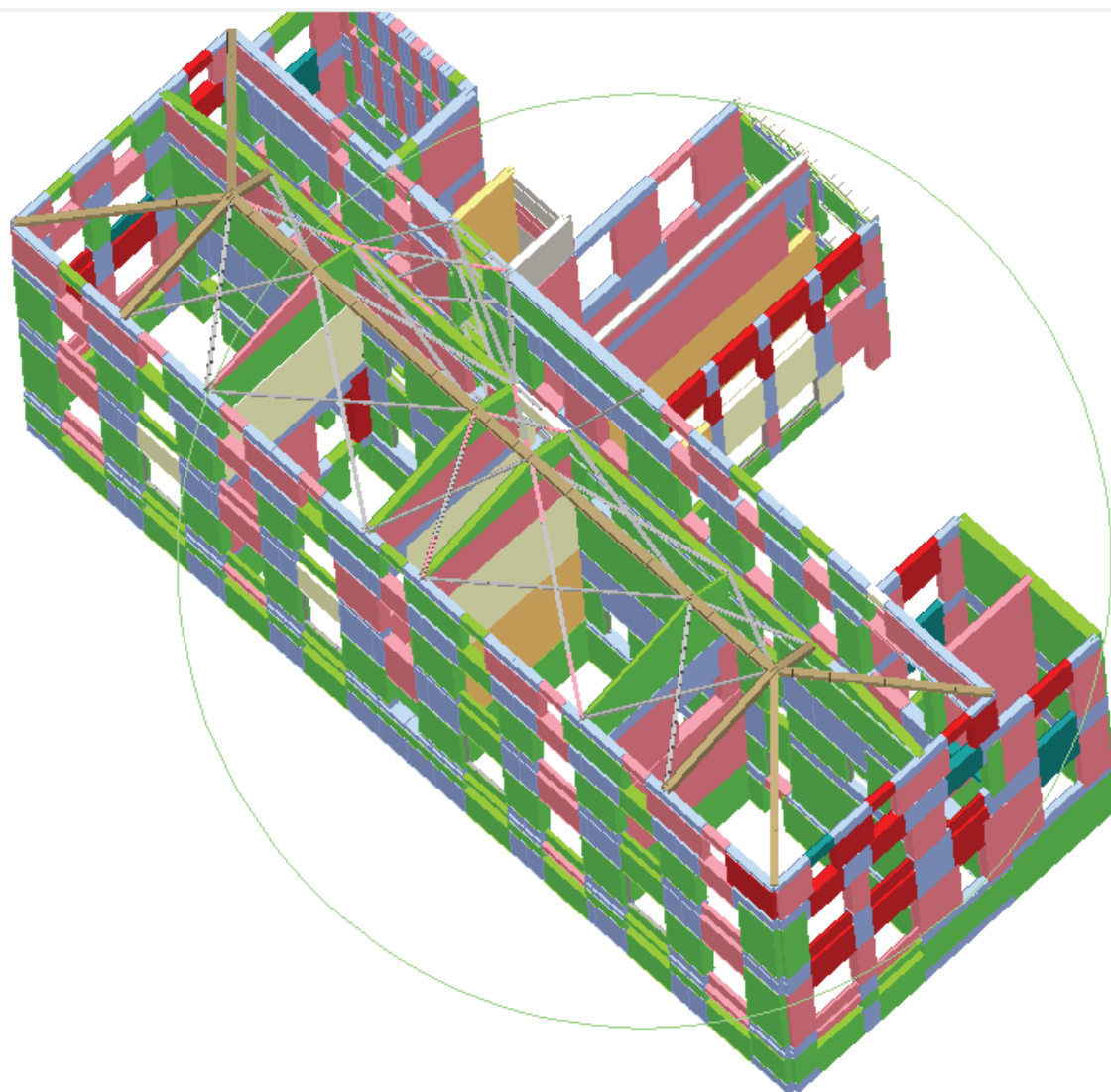


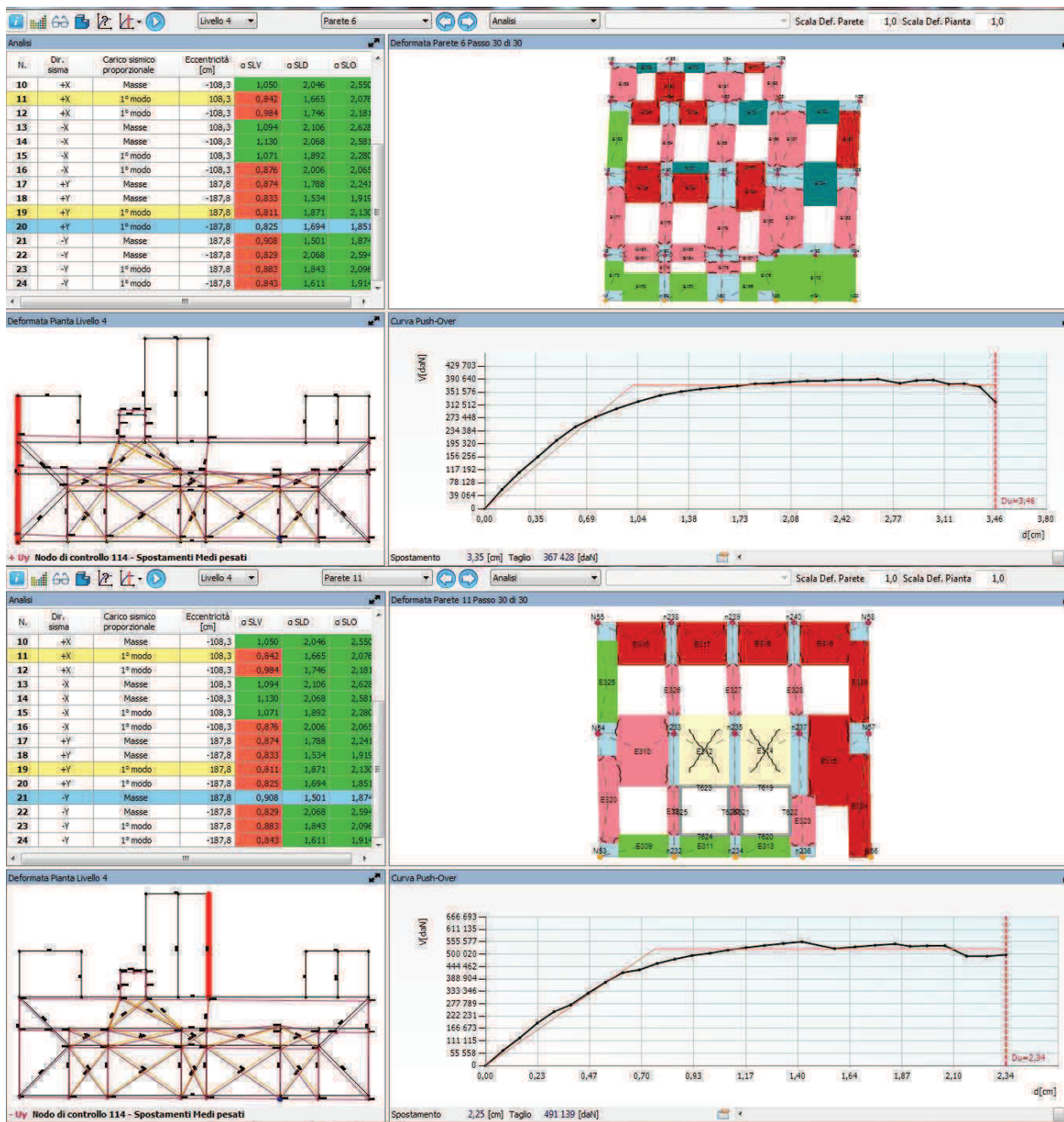


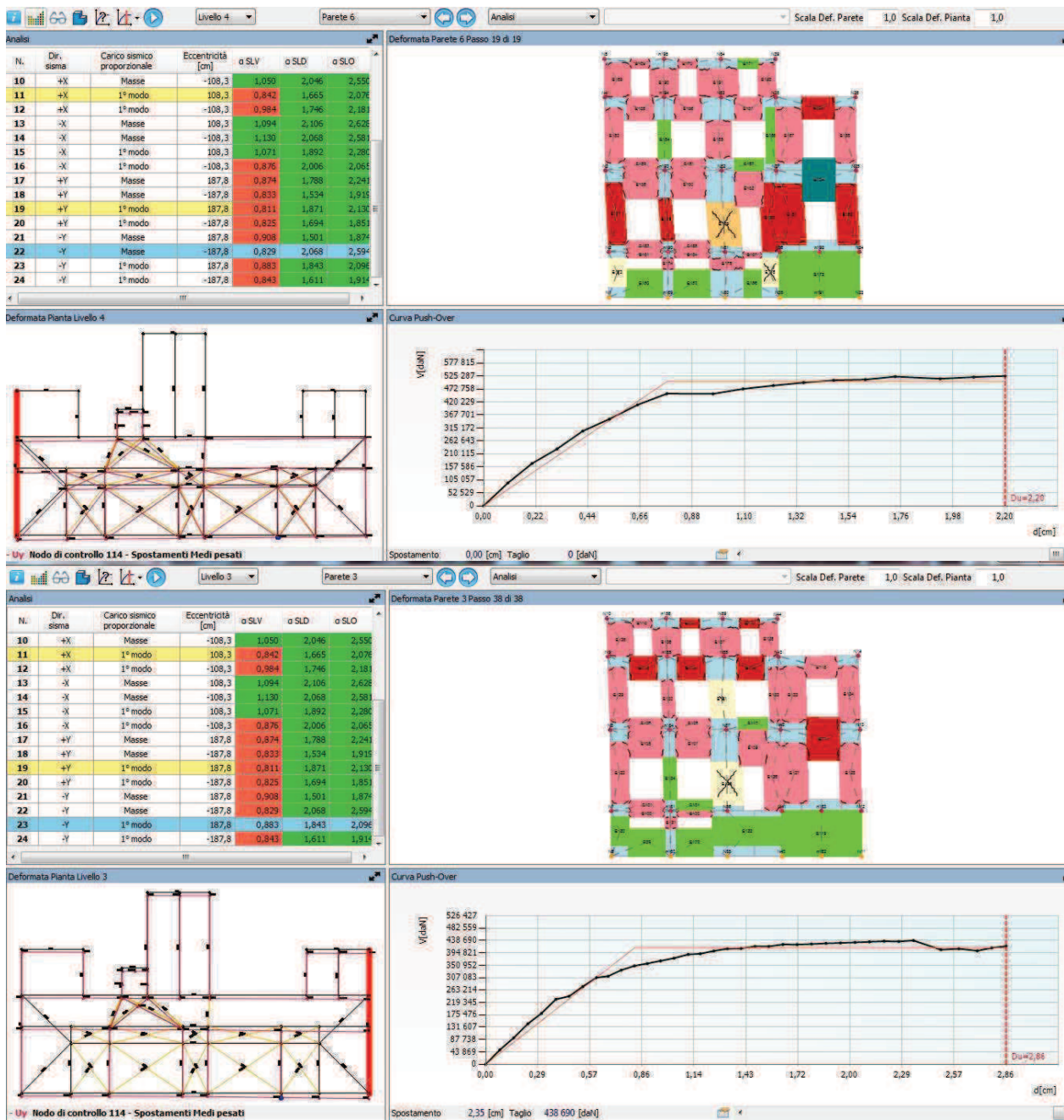


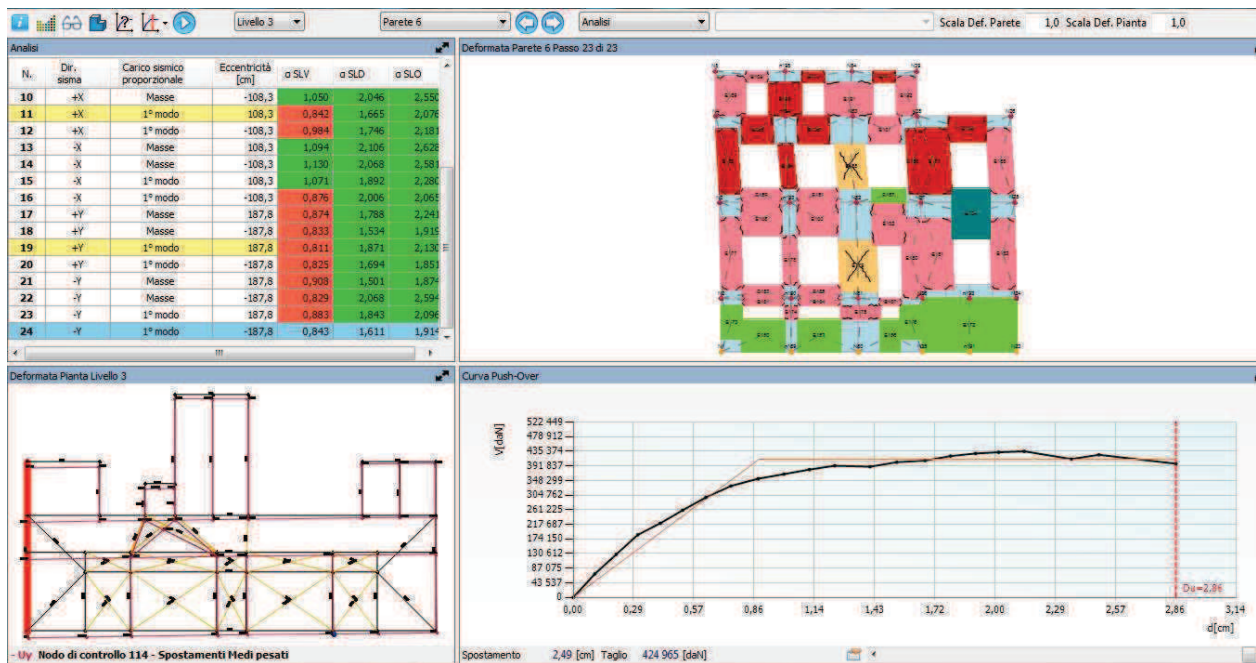












## Sintesi verifiche

Verifica analisi

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	0,00	2,26	2,48	1,71	0,75	1,77	0,60	1,77	1,076	2,049	2,555
2	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	0,00	2,91	2,82	2,19	1,00	2,50	0,80	2,50	0,971	2,180	2,730
3	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	0,00	2,16	2,53	1,75	0,70	1,75	0,56	1,75	1,131	2,113	2,637
4	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	0,00	2,86	2,64	2,28	0,96	2,42	0,78	1,99	0,932	2,153	2,275
5	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	0,00	3,13	2,56	2,76	1,08	2,17	0,84	2,17	0,835	1,801	2,257
6	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	0,00	3,85	3,62	3,61	1,46	2,84	1,15	2,47	0,831	1,871	2,053
7	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	0,00	2,67	2,32	2,60	0,85	2,05	0,67	2,05	0,886	1,984	2,486
8	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	0,00	3,45	3,28	3,19	1,25	2,48	0,97	2,13	0,941	1,838	2,009
9	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	108,30	2,09	2,27	1,77	0,66	1,54	0,53	1,54	1,065	1,971	2,457
10	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	Masse	-108,30	2,38	2,53	1,67	0,81	1,86	0,65	1,86	1,050	2,046	2,550
11	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	108,30	2,98	2,45	2,12	1,04	1,88	0,84	1,88	0,842	1,665	2,076
12	<input checked="" type="checkbox"/>	+X	1° modo	-108,30	3,14	3,09	2,21	1,11	2,11	0,90	2,11	0,984	1,746	2,181
13	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	108,30	2,19	2,45	1,73	0,71	1,77	0,57	1,77	1,094	2,106	2,628
14	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	Masse	-108,30	2,28	2,65	1,75	0,75	1,81	0,60	1,81	1,130	2,068	2,581
15	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	108,30	2,85	3,08	2,32	0,95	2,08	0,77	1,99	1,071	1,892	2,280
16	<input checked="" type="checkbox"/>	-X	1° modo	-108,30	3,12	2,69	2,31	1,09	2,45	0,88	1,97	0,876	2,006	2,065
17	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	187,80	3,08	2,65	2,84	1,06	2,12	0,82	2,12	0,874	1,788	2,241
18	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	Masse	-187,80	3,23	2,64	2,88	1,14	1,88	0,88	1,88	0,833	1,534	1,919
19	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	187,80	3,75	4,01	3,70	1,42	2,77	1,11	2,50	0,811	1,871	2,130
20	<input checked="" type="checkbox"/>	+Y	1° modo	-187,80	3,98	3,46	3,64	1,53	2,66	1,21	2,31	0,825	1,694	1,851
21	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	187,80	2,81	2,34	2,60	0,82	1,42	0,65	1,42	0,908	1,501	1,874
22	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	Masse	-187,80	2,72	2,20	2,70	0,88	2,20	0,68	2,20	0,829	2,068	2,594
23	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	187,80	3,27	2,86	3,29	1,17	2,35	0,90	2,11	0,883	1,843	2,096
24	<input checked="" type="checkbox"/>	-Y	1° modo	-187,80	3,43	2,86	3,30	1,25	2,14	0,97	2,02	0,843	1,611	1,914

Visualizza dettagli

Inserisci tutto in relazione

Cancella analisi

Piano-Soil

Esdi

Legenda colori

Verificato Non verificato Non converge a p.p. Analisi più gravosa

## MECCANISMI LOCALI

### Metodo di calcolo

Negli edifici esistenti in muratura spesso avvengono collassi parziali per cause sismiche, in genere per perdita dell'equilibrio di porzioni murarie; la verifica nei riguardi di questi meccanismi, secondo le modalità descritte nel seguito, assume significato se è garantita una certa monoliticità della parete muraria, tale da impedire collassi puntuali per disgregazione della muratura.

Le verifiche con riferimento ai meccanismi locali possono essere svolte tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo.

L'applicazione del metodo di verifica presuppone quindi l'analisi dei meccanismi locali ritenuti significativi per la costruzione, che possono essere ipotizzati sulla base della conoscenza del comportamento sismico di strutture analoghe, già danneggiate dal terremoto, o individuati considerando la presenza di eventuali stati fessurativi, anche di natura non sismica; inoltre saranno tenute presente la qualità della connessione tra le pareti murarie, la tessitura muraria, la presenza di catene, le interazioni con altri elementi della costruzione o degli edifici adiacenti.

L'approccio cinematico permette inoltre di determinare l'andamento dell'azione orizzontale che la struttura è progressivamente in grado di sopportare all'evolversi del meccanismo.

Per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili in grado di ruotare o scorrere tra loro.
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi  $\alpha_0$  che comporta l'attivazione del meccanismo mediante l'impiego del principio dei lavori virtuali (Circolare 617-C8A.4.1).
- Individuare l'accelerazione sismica spettrale di attivazione  $a_0^*$  a partire dal moltiplicatore orizzontale dei carichi  $\alpha_0$  (assumendo  $FC=1.35$  nella (Circolare 617-C8A.4.4)).

### Metodo di verifica

#### Stato limite di Vita (SLV)

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra la condizione di superamento della verifica è fornita dalla seguente disequazione:

$$a_0^* \geq a_{0-\min}^* = \frac{a_g \cdot (P_{VR}) \cdot S}{q}$$

Nel caso in cui il meccanismo locale interessi una porzione della costruzione posta ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo; per questo il superamento della verifica è fornita

dalla seguente disequazione:

$$a_0^* \geq a_{0-min}^* = \max \left( \frac{a_g \cdot (P_{VR}) \cdot S}{q}; \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \right)$$

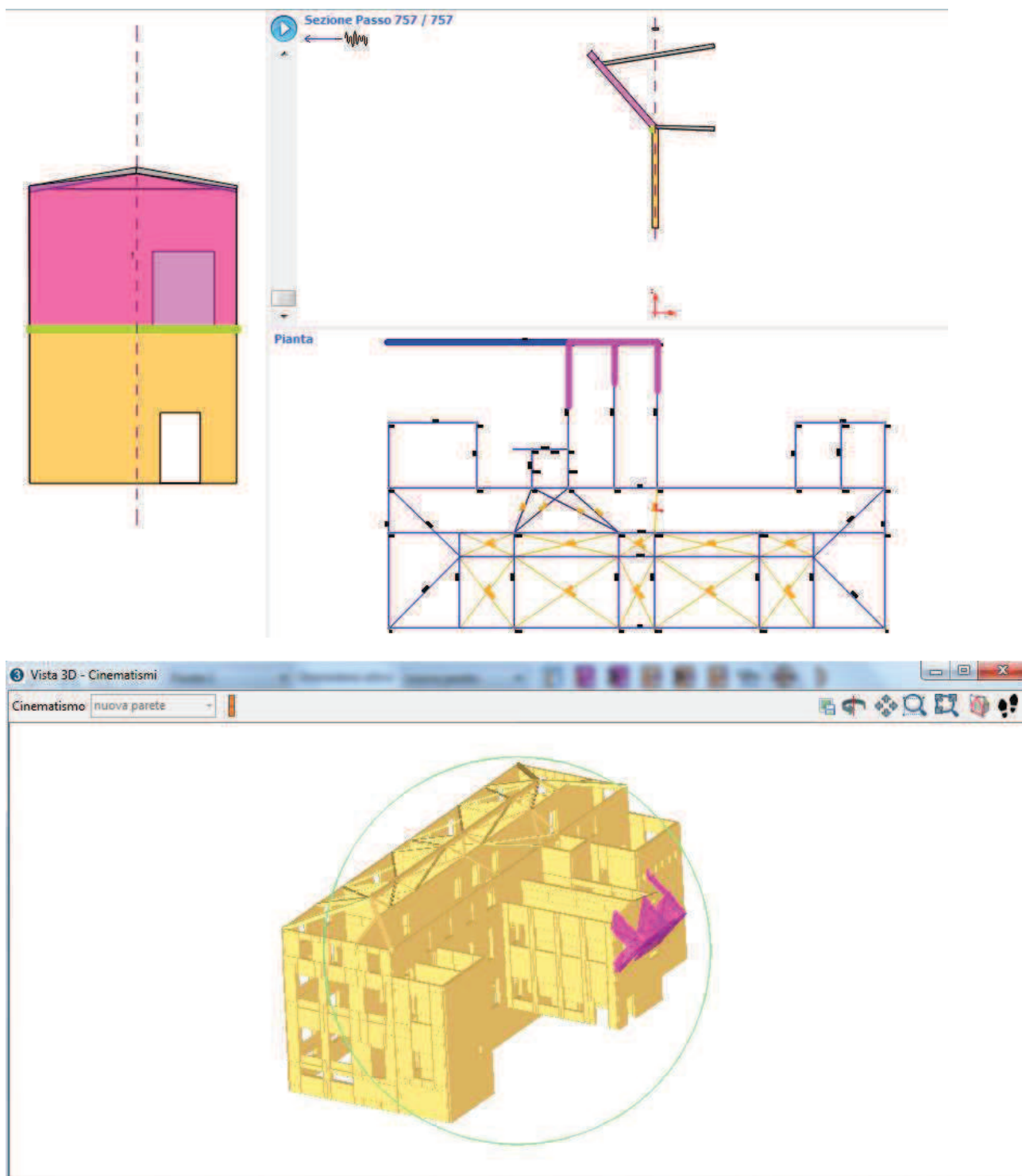
## Descrizione cinematismi

### Cinematismo: nuova parete

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
1	1 681	0	1 046	-9 817	1
2	1 375	-137	1 042	-5 914	10
4	2 048	-130	1 102	-3 729	11
3	1 722	-111	1 147	-3 709	12

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	785	1	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,376
a*0 [m/s2]	3,22
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,34
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,37
Verifica superata	Sì



**Cinematismo: parete fronte principale**

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
5	1 878	0	1 364	-35 041	2
10	3 756	85	1 361	-2 004	3
11	0	85	1 360	-1 993	6
7	1 742	117	1 430	-1 386	16
8	2 014	112	1 429	-1 337	17
9	2 807	105	1 426	-580	18
6	951	129	1 433	-714	19

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	2	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,332
a*0 [m/s2]	15,26
a*0-min(SLV) [m/s2]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	4,11
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

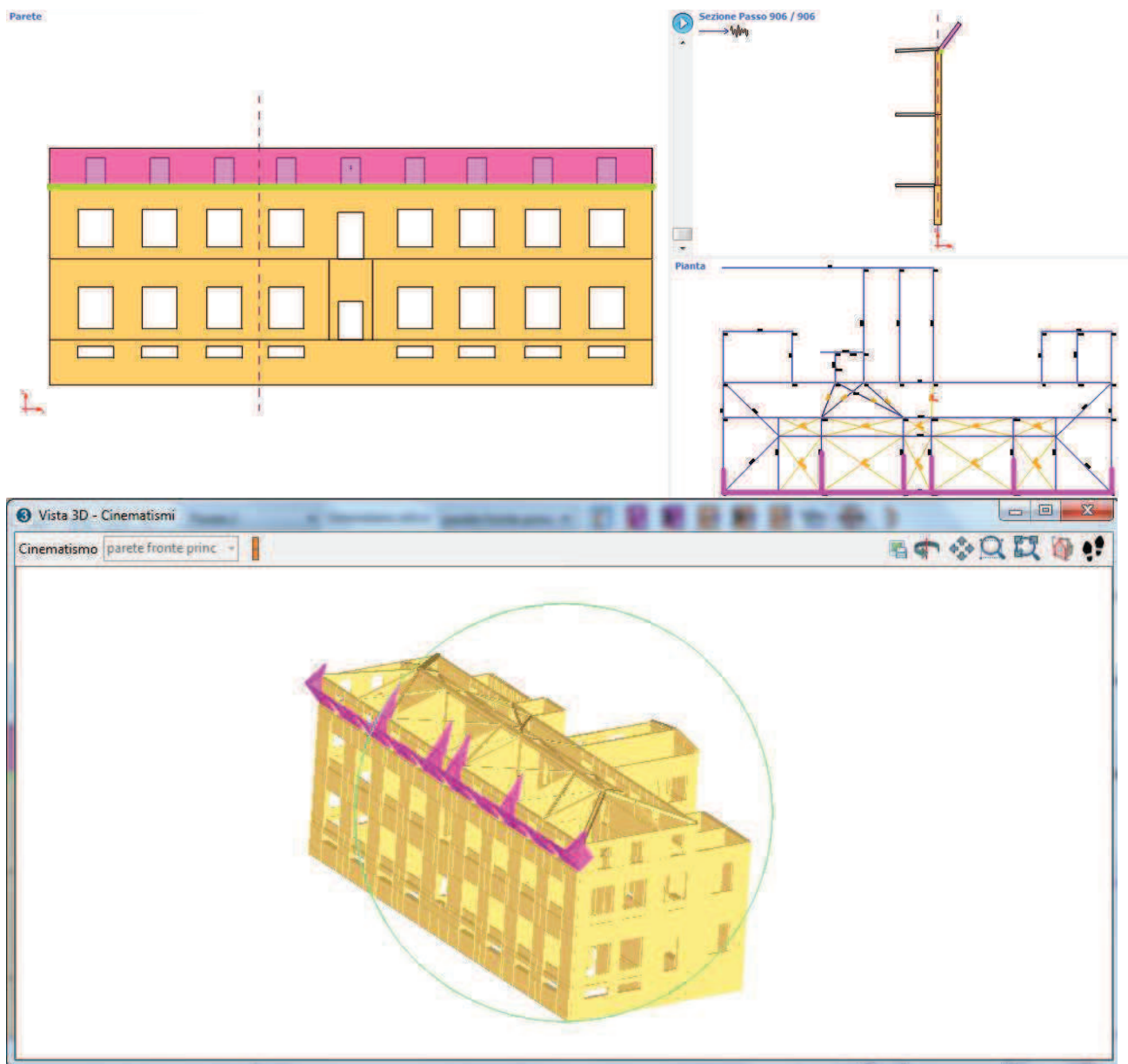
**Vincolo a terra**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 \quad 15,26 \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \geq \quad a^*_{0-\min} \quad 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

**Vincolo in quota**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 \quad 15,26 \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \geq \quad a^*_{0-\min} \quad 3,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione (a0)
0,332
OK
?



### Cinematismo: parete laterale destra

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
13	0	141	1 369	-3 133	2
12	525	0	1 366	-9 367	3
15	1 058	90	1 395	-1 608	9
14	720	117	1 429	-1 390	15

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
--------------	------------	--------	------------

Cerniera esterna	1 238	3	0
------------------	-------	---	---

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,460
a*0 [m/s2]	4,07
a*0-min(SLV) [m/s2]	1,34
Coefficiente sicurezza (SLV)	3,04
Verifica superata	Sì

**Cinematica lineare**

**Verifica SLV**

**Vincolo a terra**

La verifica è soddisfatta

$a^*_{0} = 4,07 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q} \quad [\text{C8A.4.9}]$$

**Vincolo in quota**

La verifica è soddisfatta

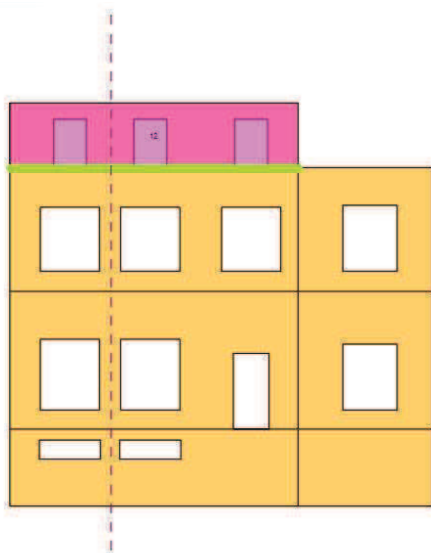
$a^*_{0} = 4,07 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 3,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \quad [\text{C8A.4.10}]$$

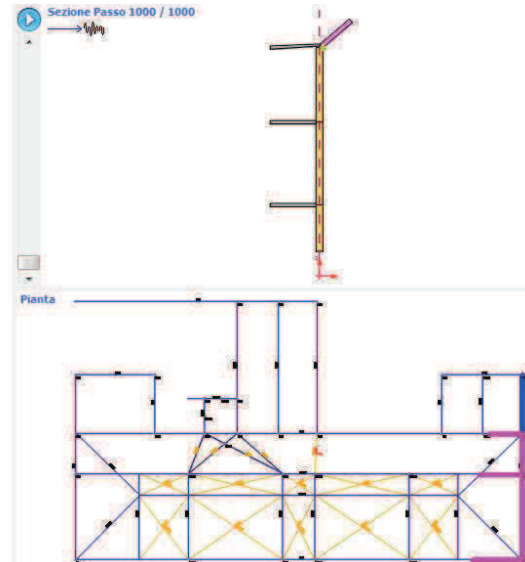
Moltiplicatore attivazione (a0) 0,460

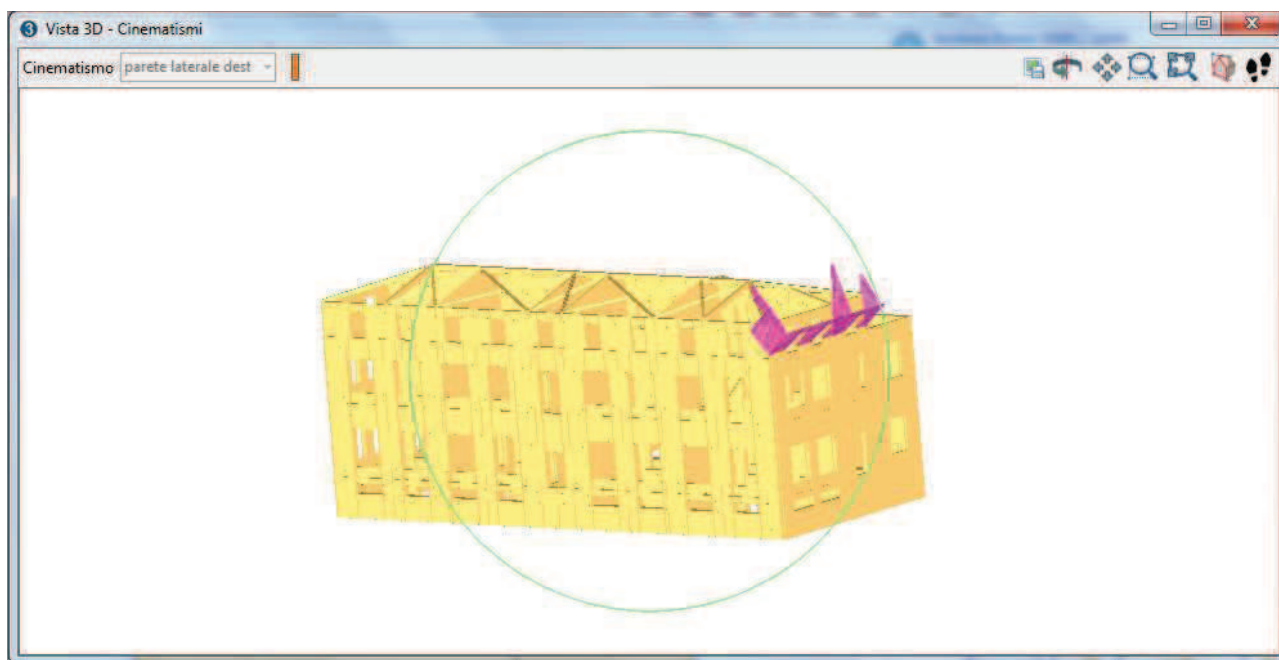
OK ?

Parete



Sezione Passo 1000 / 1000





### Cinematismo: parete laterale sinistra

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
17	0	-76	1 395	-1 347	2
16	524	0	1 366	-9 367	6
19	1 058	-70	1 395	-1 243	9
18	720	-58	1 413	-691	15

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	6	0

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,235
a*0 [m/s2]	2,00
a*0-min(SLV) [m/s2]	1,34
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,49
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

**Vincolo a terra**  
**La verifica è soddisfatta**  
 $a^*_0 \quad 4,16 \quad [\text{m/s}^2] \quad \geq \quad a^*_{0-\text{min}} \quad 1,34 \quad [\text{m/s}^2]$   

$$a^*_{0-\text{min}} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

**Vincolo in quota**  
**La verifica è soddisfatta**  
 $a^*_0 \quad 4,16 \quad [\text{m/s}^2] \quad \geq \quad a^*_{0-\text{min}} \quad 3,71 \quad [\text{m/s}^2]$   

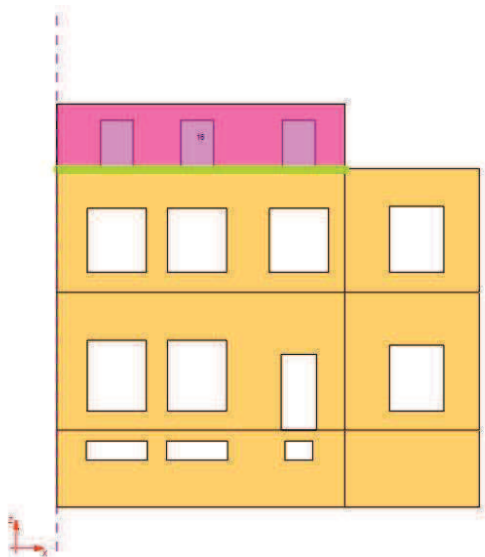
$$a^*_{0-\text{min}} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione ( $a_0$ )
0,469

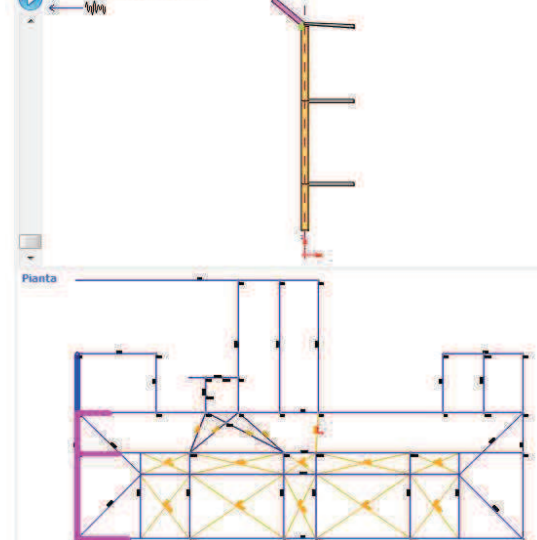
OK

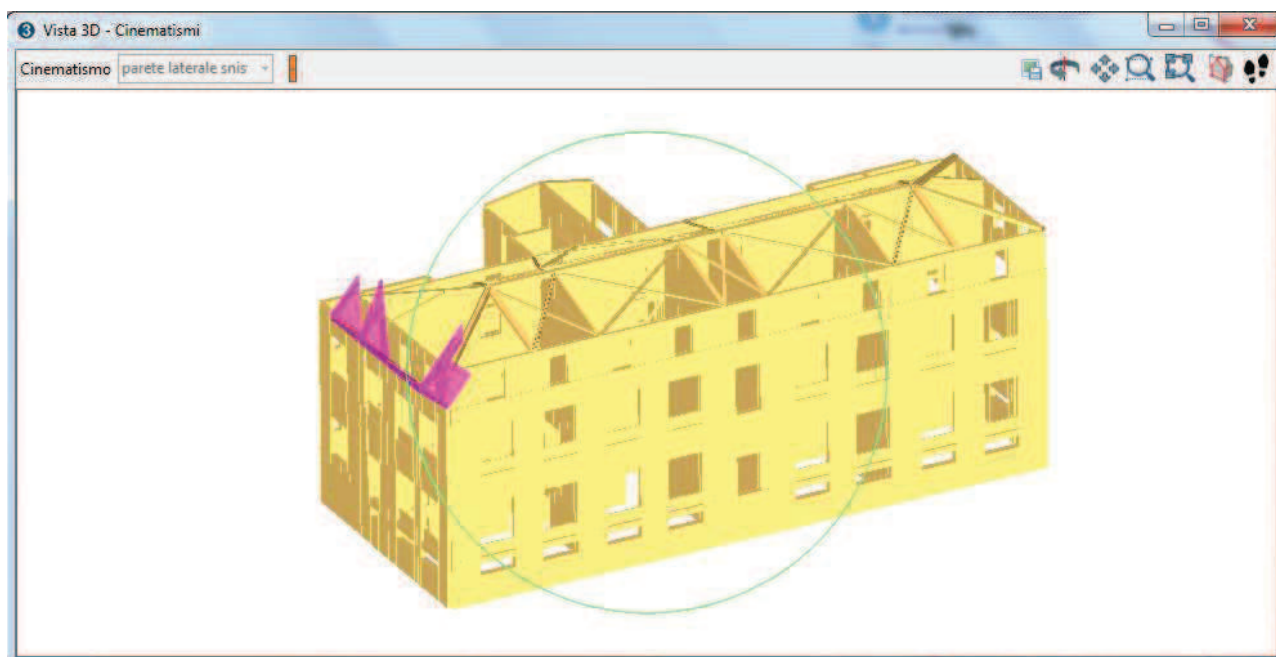
?

Parete



Sezione Passo 1000 / 1000





### Cinematismo: parete fronte posteriore

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
20	2 577	0	1 369	-9 048	9

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	9	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	2 033	0	1 474	0,00	3 000,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,533
a*0 [m/s <sup>2</sup> ]	4,65
a*0-min(SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,25
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

**Vincolo a terra**

La verifica è soddisfatta

$a^*_0$  4,65 [m/s<sup>2</sup>]  $\geq$   $a^*_{0-min}$  1,34 [m/s<sup>2</sup>]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(0)}{q} \quad [C8A.4.9]$$

**Vincolo in quota**

La verifica è soddisfatta

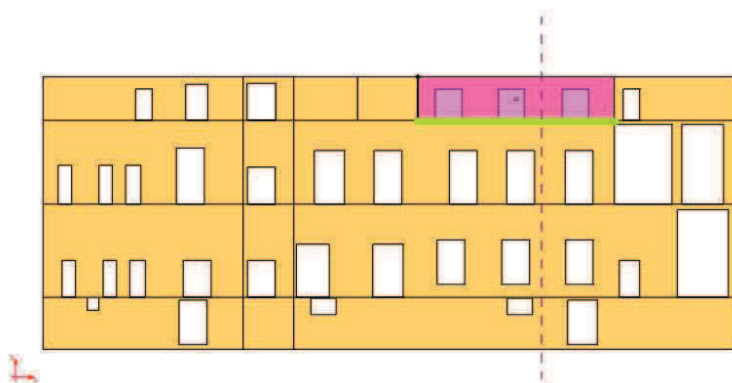
$a^*_0$  4,65 [m/s<sup>2</sup>]  $\geq$   $a^*_{0-min}$  3,71 [m/s<sup>2</sup>]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \quad [C8A.4.10]$$

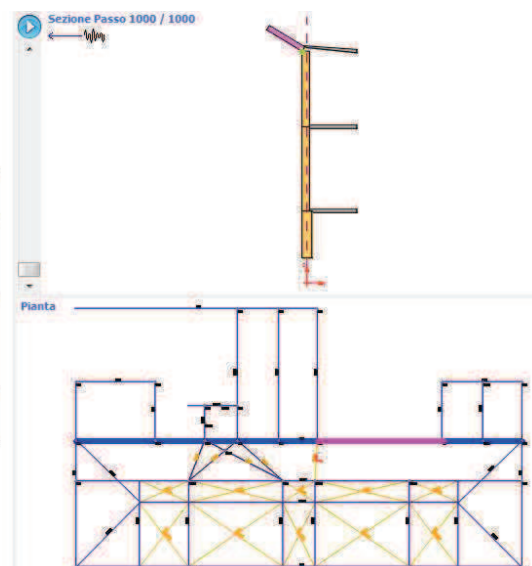
Moltiplicatore attivazione (a0) 0,533

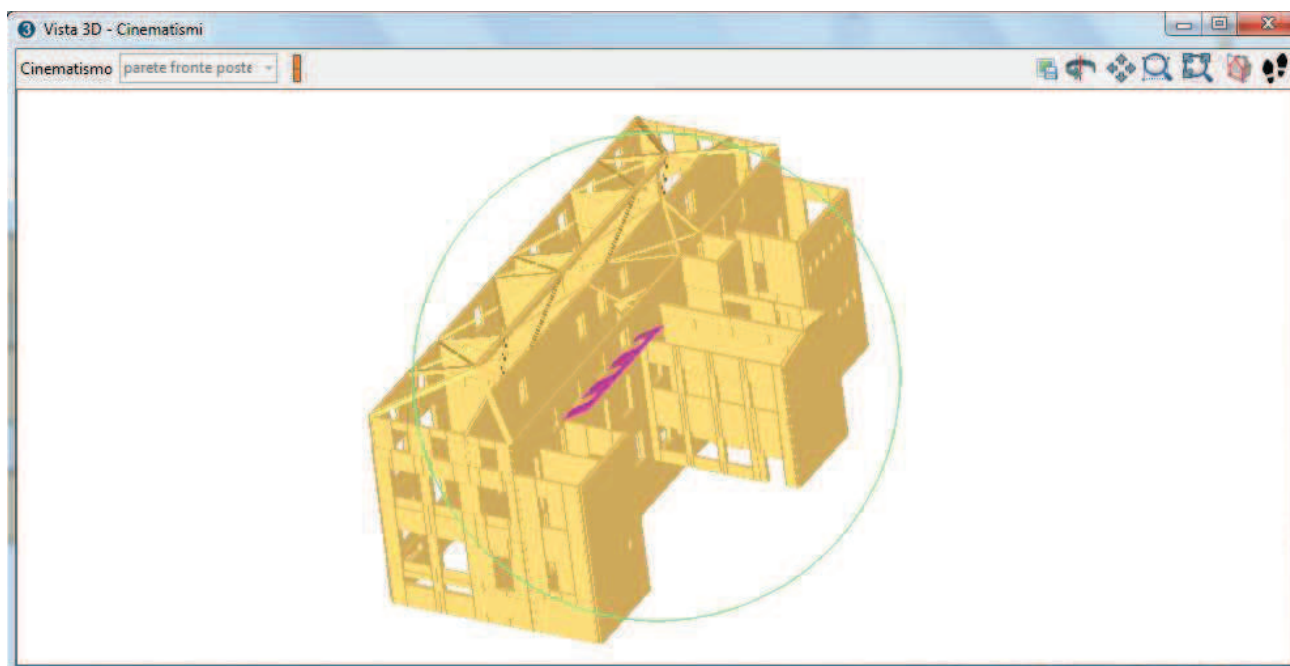
OK ?

Parete



Sezione Passo 1000 / 1000





### Cinematismo: parete fronte posteriore 2

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
22	3 756	-92	1 380	-1 812	3
21	2 961	0	1 365	-16 091	9

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	9	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	2 033	0	1 474	0,00	3 650,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,470
a*0 [m/s2]	4,14
a*0-min(SLV) [m/s2]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,12
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

**Vincolo a terra**

La verifica è soddisfatta

$a^*_0 = 4,14 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q} \quad [\text{C8A.4.9}]$$

**Vincolo in quota**

La verifica è soddisfatta

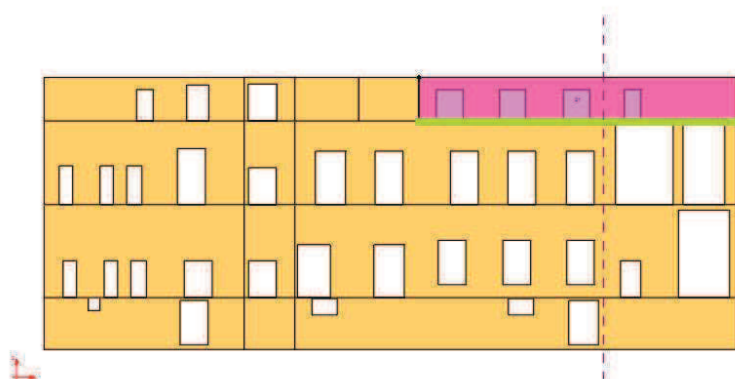
$a^*_0 = 4,14 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 3,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q} \quad [\text{C8A.4.10}]$$

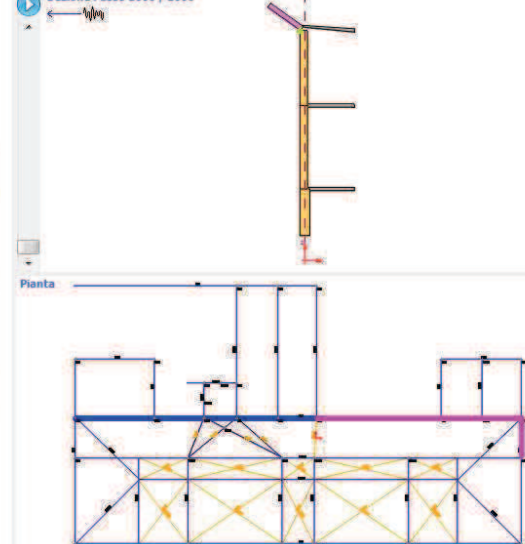
Moltiplicatore attivazione ( $a_0$ ) 0,470

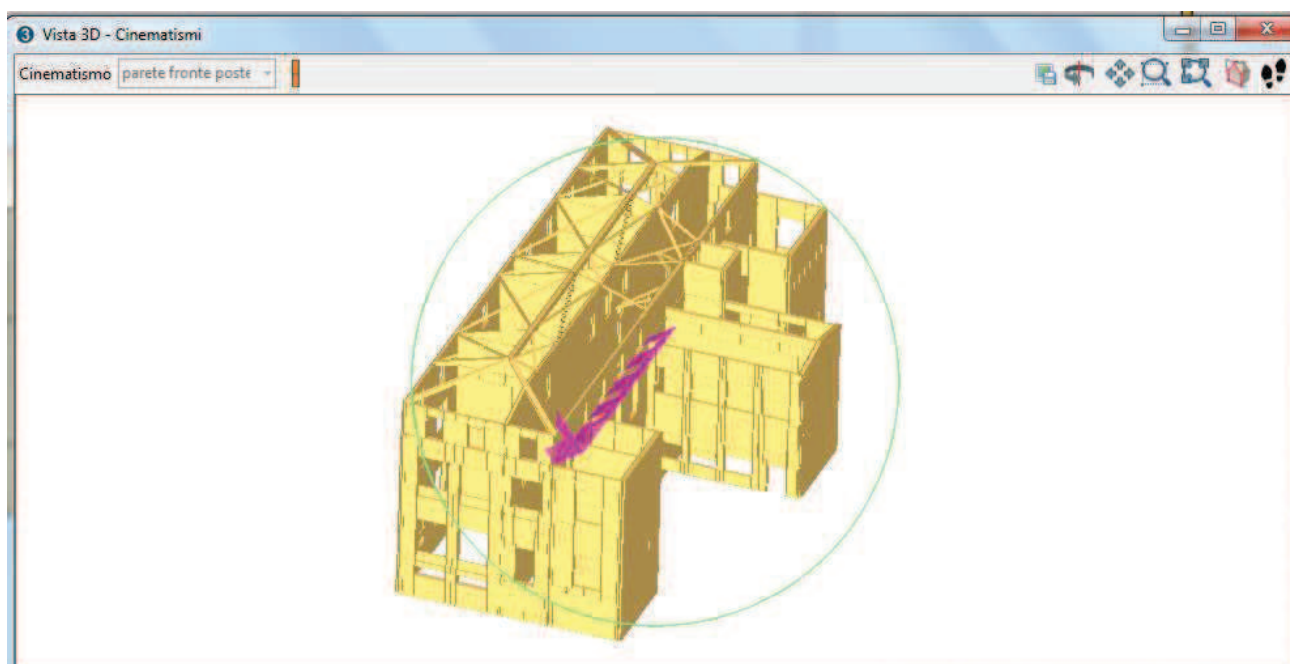
OK ?

Parete



Sezione Passo 1000 / 1000





### Cinematismo: parete fronte posteriore sporgenze

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
23	333	0	539	-23 600	7
24	332	0	1 015	-21 028	7

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	281	7	0
Cerniera interna	785	7	-
Appoggio esterno	1 238	7	-

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,193
a*0 [m/s2]	2,38
a*0-min(SLV) [m/s2]	2,34
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,02
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare 23

**Verifica SLV**

**Vincolo a terra**

La verifica è soddisfatta

$a^*_0$  2,38 [m/s<sup>2</sup>]  $\geq$   $a^*_{0-min}$  1,34 [m/s<sup>2</sup>]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(0)}{q}$$

[C8A.4.9]

**Vincolo in quota**

La verifica è soddisfatta

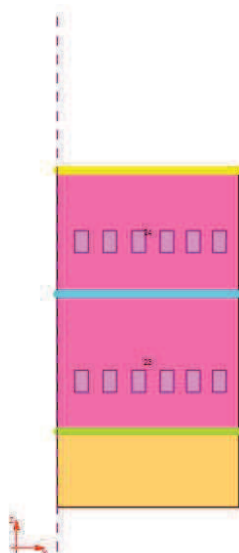
$a^*_0$  2,38 [m/s<sup>2</sup>]  $\geq$   $a^*_{0-min}$  2,34 [m/s<sup>2</sup>]

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$

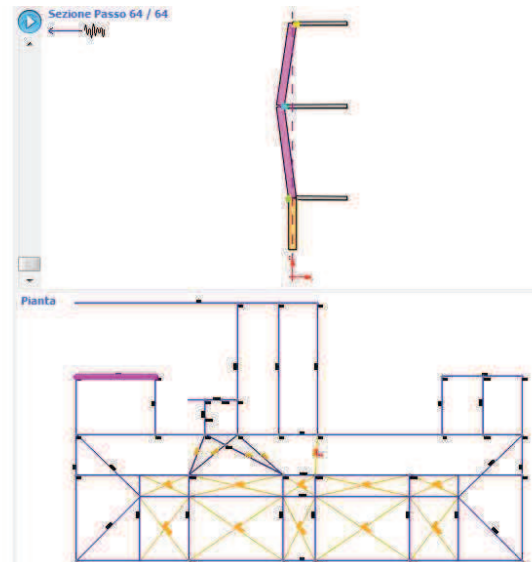
[C8A.4.10]

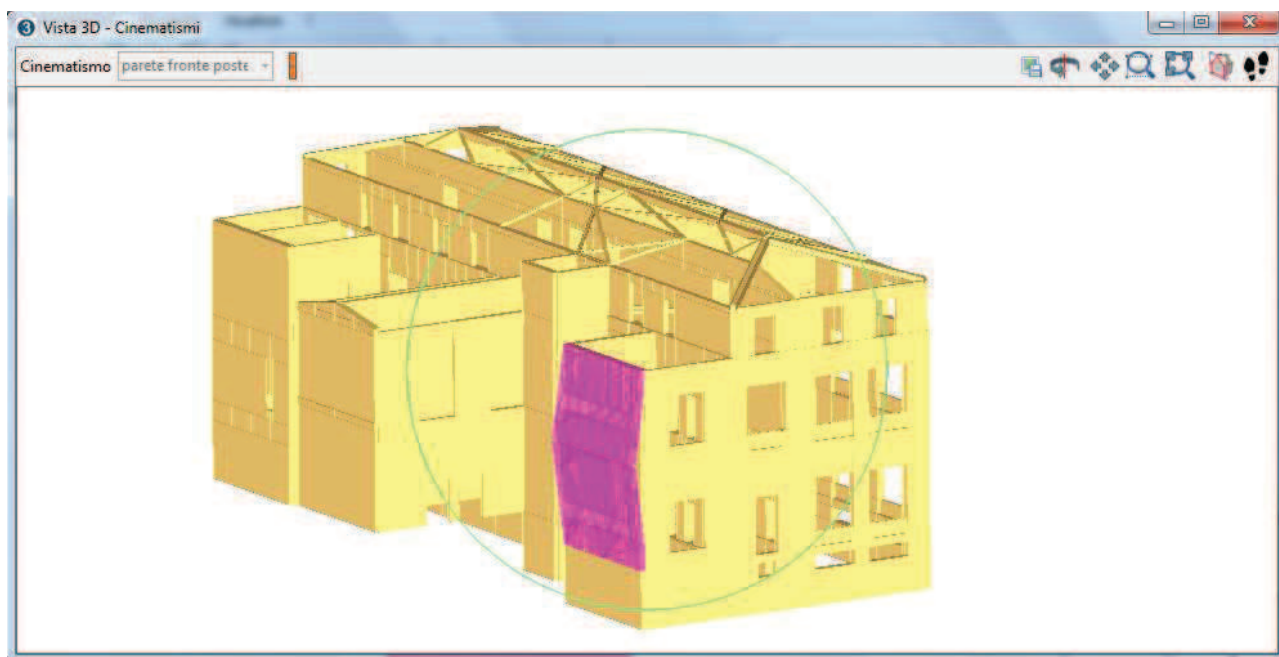
Moltiplicatore attivazione ( $a_0$ ) 0,193

Parete



Sezione Passo 64 / 64





### Cinematismo: parete fronte principale con catene

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
27	1 290	0	1 365	-7 290	2

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	2	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	891	0	1 474	0,00	-1 500,00	0,00
2	1 684	0	1 474	0,00	-1 500,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,569
a*0 [m/s <sup>2</sup> ]	4,92
a*0-min(SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,33
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

**Vincolo a terra**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 = 4,92 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

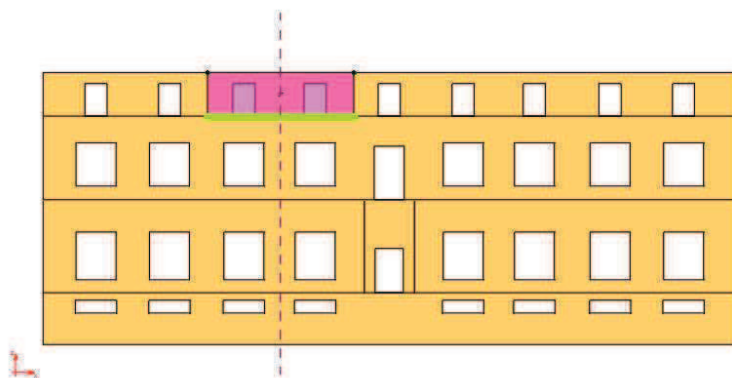
**Vincolo in quota**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 = 4,92 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 3,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione (a0)
0,569

OK
?

Parete

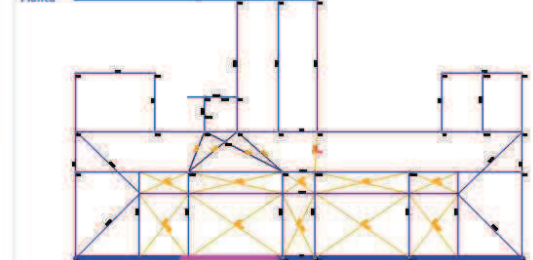


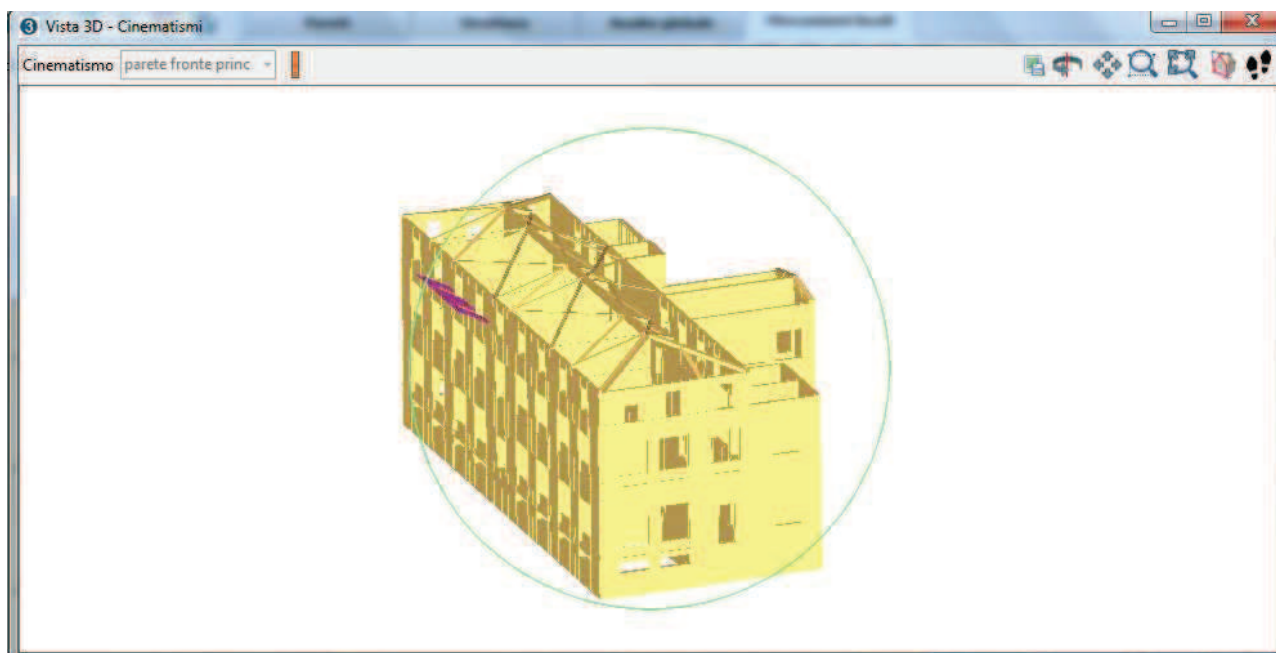
Sezione Passo 1000 / 1000

→ Wm



Pianta





### Cinematismo: parete fronte principale parte centrale

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
28	1 874	0	1 371	-2 165	2

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	2	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	1 738	0	1 474	0,00	-1 500,00	0,00
2	2 011	0	1 474	0,00	-1 500,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	1,539
a*0 [m/s <sup>2</sup> ]	13,13
a*0-min(SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	3,54
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare
33

Verifica SLV

**Vincolo a terra**  
**La verifica è soddisfatta**  
 $a^*_0 \quad 13,13 \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \geq \quad a^*_{0-\min} \quad 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

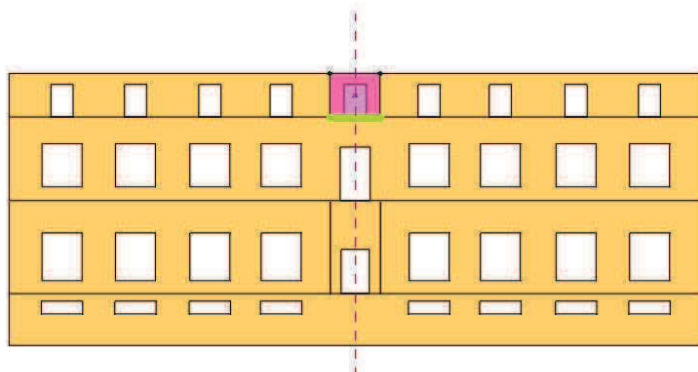
**Vincolo in quota**  
**La verifica è soddisfatta**  
 $a^*_0 \quad 13,13 \text{ [m/s}^2\text{]} \quad \geq \quad a^*_{0-\min} \quad 3,71 \text{ [m/s}^2\text{]}$   

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

Moltiplicatore attivazione (a0)
1,539

OK
?

Parete



Sezione Passo 976 / 1000

→

▲

▼

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

↶

↷

↸

↹

↺

↻

↷

↶

↵

↲

↳

↱

↴

↵

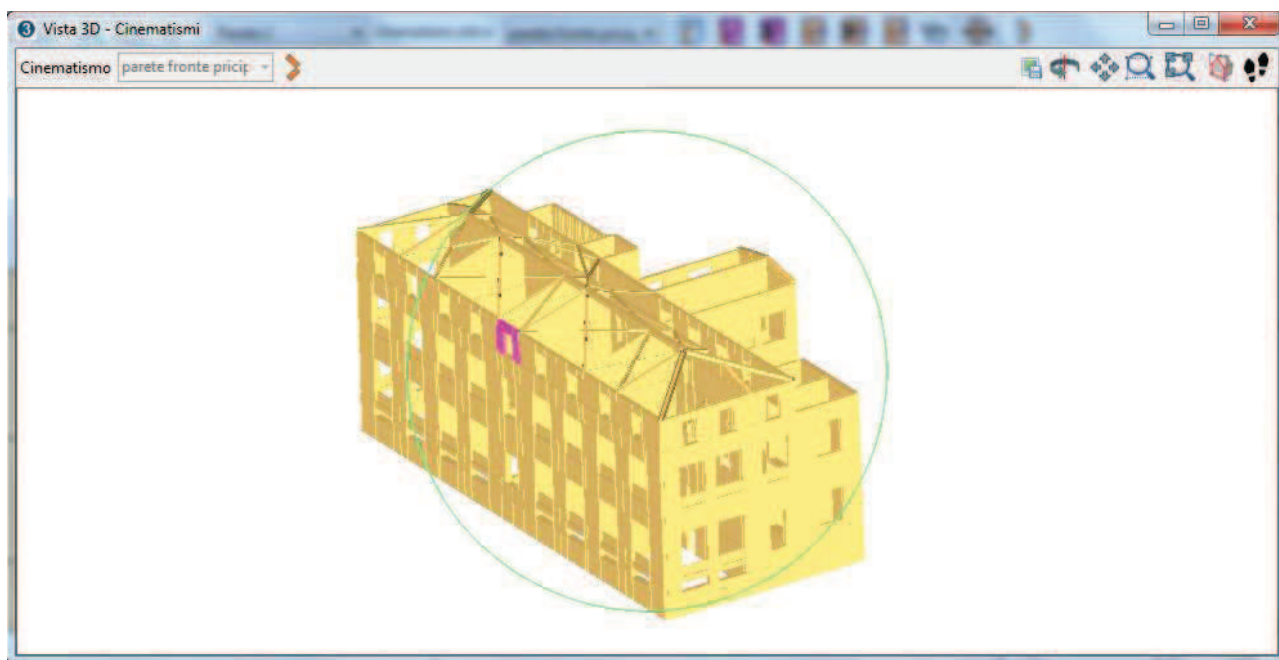
↶

↷

↸

↹

↺



### Cinematismo: flessione verticale fronte principale

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
30	1 075	0	557	-16 610	2
31	1 075	0	1 031	-14 827	2
32	951	90	1 422	-496	19

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	281	2	0
Cerniera interna	785	2	-
Appoggio esterno	1 238	2	-

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,174
a*0 [m/s <sup>2</sup> ]	2,39
a*0-min(SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	2,34
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,02
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare

Verifica SLV

Vincolo a terra

La verifica è soddisfatta

$a^*_0 = 2,39 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 1,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$ 

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(0)}{q}$$

[C8A.4.9]

Vincolo in quota

La verifica è soddisfatta

$a^*_0 = 2,39 \text{ [m/s}^2\text{]} \geq a^*_{0-\min} = 2,34 \text{ [m/s}^2\text{]}$ 

$$a^*_{0-\min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$

[C8A.4.10]

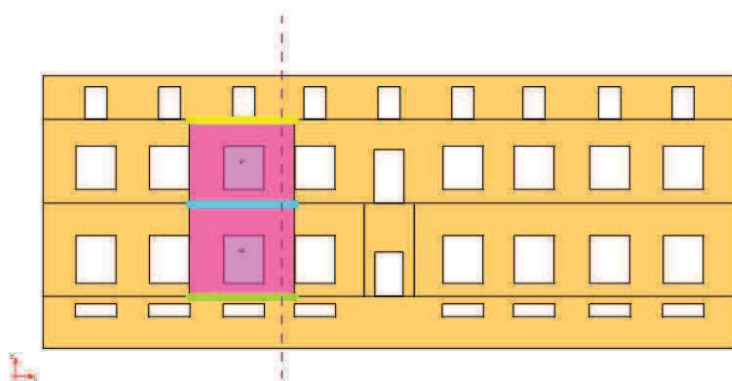
Moltiplicatore attivazione (a0)

0,174

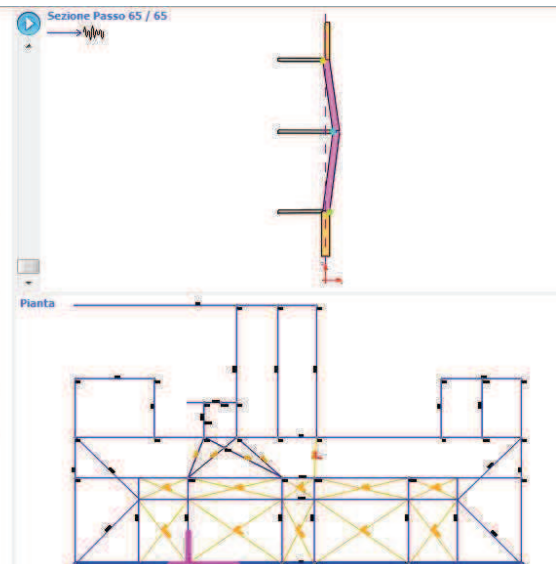
OK

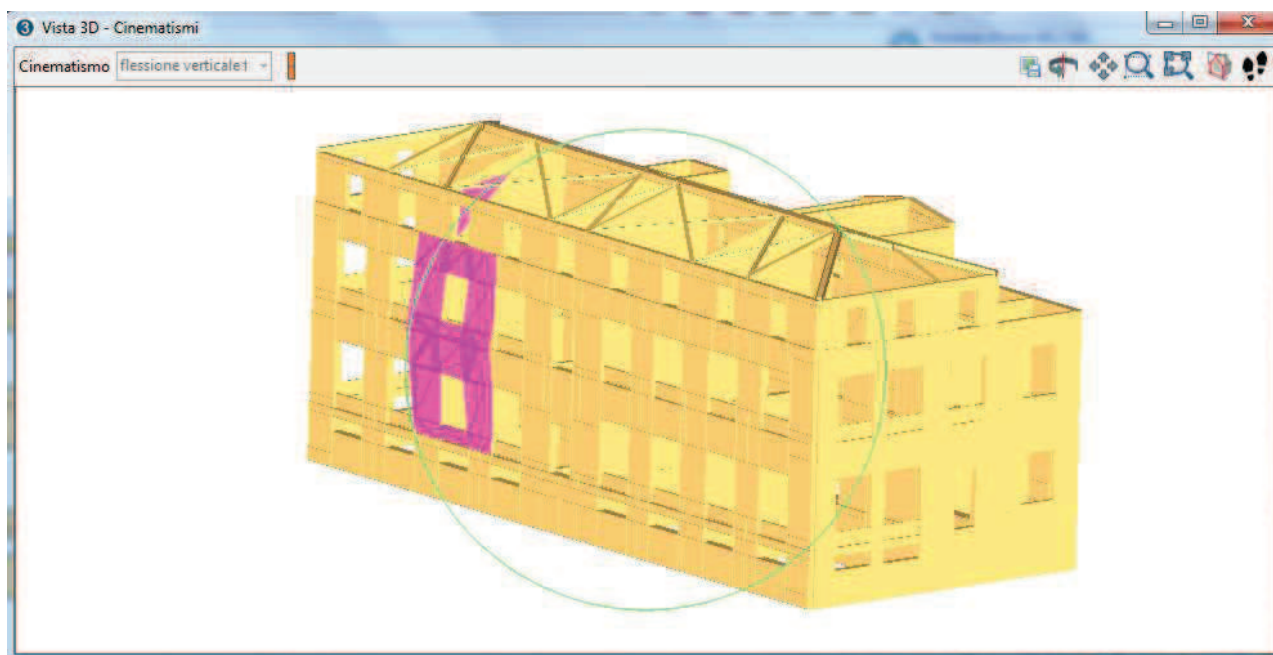
?

Parete



Sezione Passo 65 / 65





### Cinematismo: fronte principale catene laterali

Blocco	Xg [cm]	Yg [cm]	Zg [cm]	Peso[daN]	Parete
33	1 878	0	1 365	-23 545	2

Tipo vincolo	Quota [cm]	Parete	Angolo [°]
Cerniera esterna	1 238	2	0

Carico Concentrato	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]
1	573	0	1 474	0,00	-6 000,00	0,00
2	3 182	0	1 474	0,00	-6 000,00	0,00

Moltiplicatore attivazione (a0)	0,674
a*0 [m/s <sup>2</sup> ]	5,78
a*0-min(SLV) [m/s <sup>2</sup> ]	3,71
Coefficiente sicurezza (SLV)	1,56
Verifica superata	Sì

Cinematica lineare
83

Verifica SLV

**Vincolo a terra**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 \quad 5,78 \quad [m/s^2] \quad \geq \quad a^*_{0-min} \quad 1,34 \quad [m/s^2]$   

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(0)}{q}$$
[C8A.4.9]

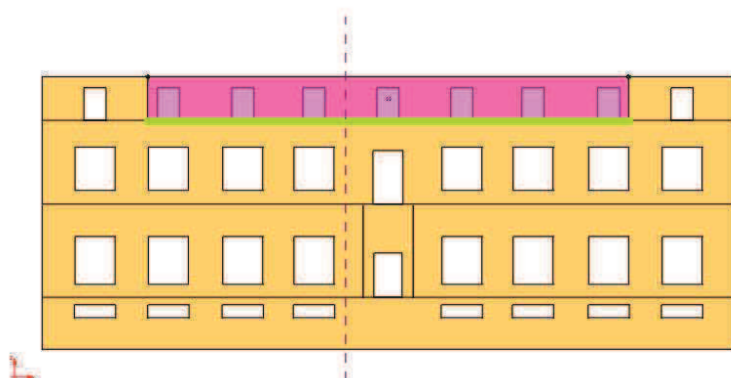
**Vincolo in quota**  
La verifica è soddisfatta  
 $a^*_0 \quad 5,78 \quad [m/s^2] \quad \geq \quad a^*_{0-min} \quad 3,71 \quad [m/s^2]$   

$$a^*_{0-min} = \frac{S_e(T_1) \cdot \Psi(Z) \cdot \gamma}{q}$$
[C8A.4.10]

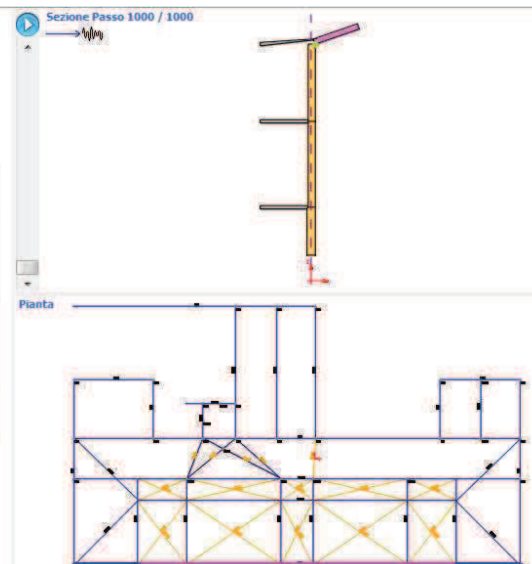
Multiplicatore attivazione ( $a_0$ )
0,674

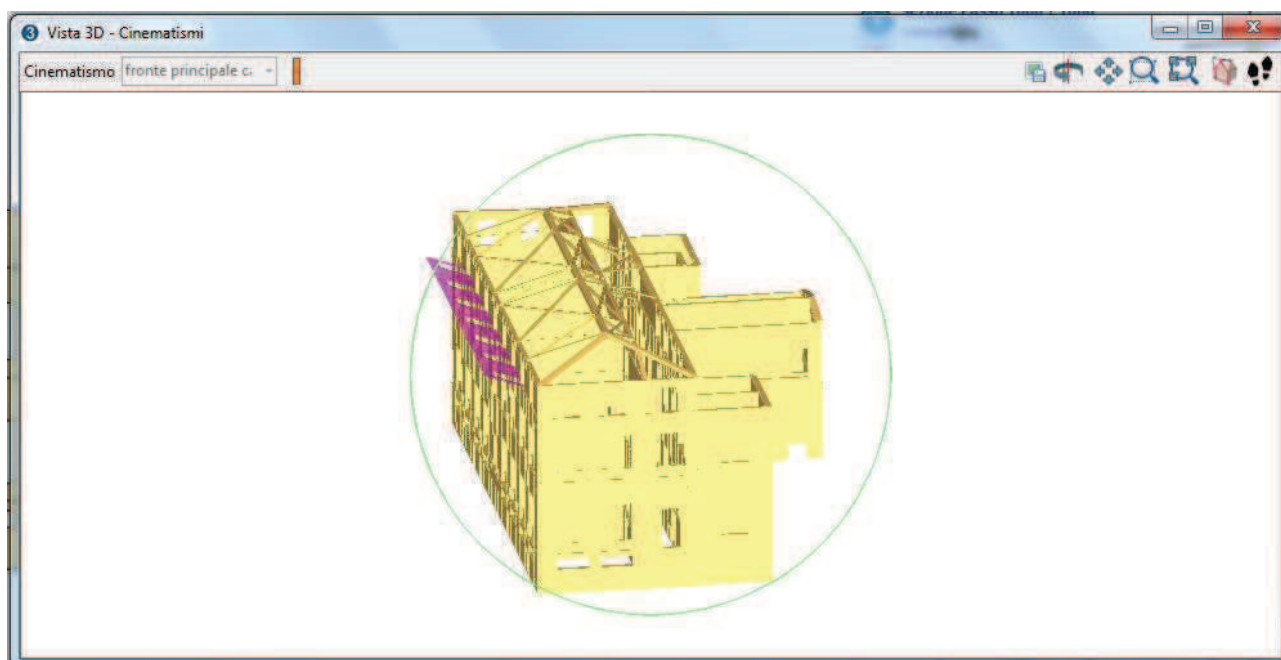
OK
?

Parete



Sezione Passo 1000 / 1000





Per il massimo tiro esercitabile sulle catene, si considera la dimensione minima delle piastre di ancoraggio pari a 330\*1190, ottenendo un valore riportato nella scheda sottostante.

DETERMINAZIONE DEL TIRO DELLA CATENA		
CARETTERISTICHE GEOMETRICHE	Area della sezione trasversale del tirante $A_S$ [mm <sup>2</sup> ]	565,2
	Altezza della piastra di ancoraggio del tirante $a$ [cm]	33,0
	Larghezza della piastra di ancoraggio del tirante $b$ [cm]	119,0
	Spessore della parete su cui è ancorato il tirante $t$ [cm]	28,0
	Angolo di attrito della muratura $\beta$ [°]	45,0
	Area della zona di contatto della muratura con la piastra di ancoraggio del tirante $A_1$ [cm <sup>2</sup> ]	3927,0
	Distanza del bordo della piastra dal più prossimo lato libero della parete su cui è ancorata [m]	2,0
	Area di ripartizione delle azioni di compressione $A_2$ [cm <sup>2</sup> ]	4551,0
	$\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$	1,1
	Percentuale del contributo del taglio sulle facce laterali per il calcolo di $T_2$ [%]	80,0%
PARAMETRI MECCANICI	Fattore di confidenza $F_C$	1,35
	Coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura $\gamma_M$	2,00
	Resistenza di calcolo dei tiranti $f_{d,S}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	261,90
	Resistenza media a compressione della muratura $f_m$ [N/cm <sup>2</sup> ]	360,00
	Resistenza media a taglio della muratura $\tau_0$ [N/cm <sup>2</sup> ]	9,00
	Tensione di calcolo a compresione della muratura $f_{d,M}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	133,33
TIRO DELLA CATENA	Resistenza di calcolo a taglio della muratura $f_{v,d,M}$ [N/cm <sup>2</sup> ]	3,33
	Resistenza dei tiranti allo sneravamento $T_1$ [kN]	148,0
	Resistenza al punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio $T_2$ [kN]	36,5
	Resistenza alla pressione di contatto sulla muratura $T_3$ [kN]	563,7
Massimo tiro esplicabile dalla catena $T$ [kN]		36,5

**Legenda:**

- Caselle di inserimento dati
- Caselle contenenti i dati elaborati
- Caselle contenenti i risultati finali dell'analisi

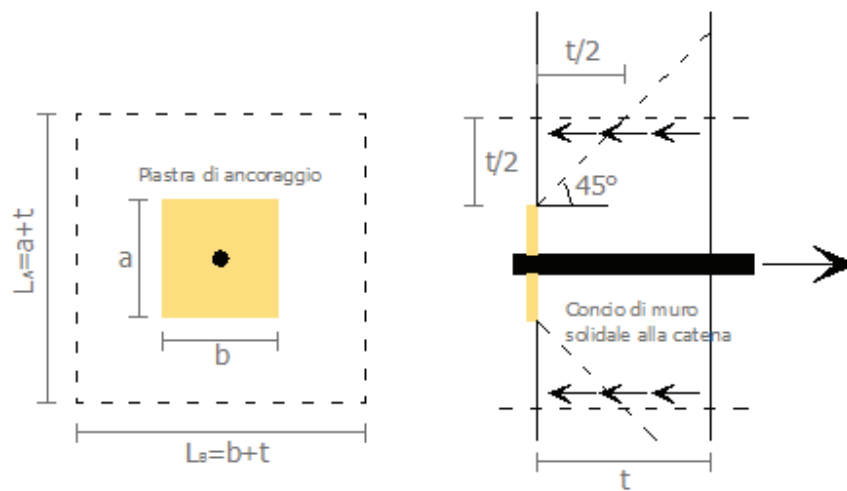


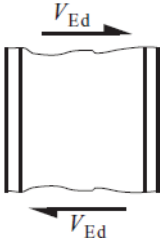
Fig. 1 - Schema di riferimento per il meccanismo di punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio del tirante

Formulazione adottata:

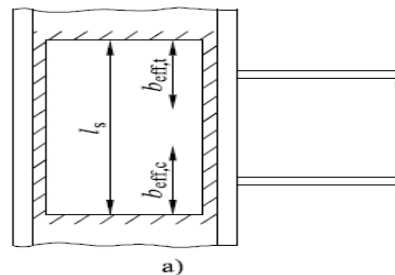
$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = f_d \cdot A_s \\ T_2 = f_v \cdot [2 \cdot (b + t \cdot \tan \beta) + 2 \cdot (a + t \cdot \tan \beta)] \cdot t \\ T_3 = \sigma_r \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{A_2 / A_1} \end{array} \right\} \rightarrow T = \min \{T_1, T_2, T_3\}$$

## VERIFICA NODO TRAVE-COLONNA

Il calcolo viene eseguito, mediante foglio di calcolo, secondo il punto 6.1.3 dell'EC3 EN 1993-1-8 prendendo in considerazione le componenti del collegamento di seguito indicate:

1	Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	---	---	---------	-------	---------------

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$



- (6) Quando l'anima della colonna è rinforzata mediante l'introduzione di una piastra d'anima supplementare (vedere figura 6.5), l'area resistente a taglio  $A_{vc}$  può essere incrementata della quantità  $b_s t_{wc}$ . Se un'ulteriore piastra d'anima supplementare è introdotta sull'altro lato dell'anima, si raccomanda di non considerare nessun ulteriore incremento dell'area resistente a taglio.

Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio	Non irrigidito, collegamento da un solo lato, o da ambo i lati con simili altezze delle travi	irrigidito
	$k_1 = \frac{0,38 A_{vc}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	$z$ è il braccio della coppia secondo la figura 6.15; $\beta$ è il parametro di trasformazione secondo il punto 5.3(7).	

$$\phi_{Cd} = 0,025 h_c/h_b$$

dove:

$h_b$  è l'altezza della trave;

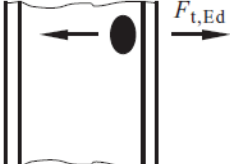
$h_c$  è l'altezza della colonna.

$$t \leq 0,36 d \sqrt{f_{ub}/f_y}$$

dove:

$f_y$  è la tensione di snervamento della componente di base pertinente.

(6.32)

3	Anima della colonna sollecitata a trazione trasversale		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	--	---	---------	-------	---------------

Anima della colonna soggetta a trazione trasversale

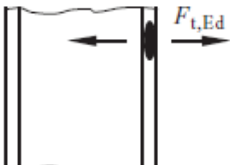
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto dell'anima non irrigidita di una colonna soggetta a trazione trasversale sia determinata dalla seguente relazione:

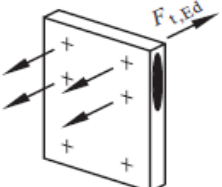
$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

dove:

$\omega$  è il fattore di riduzione che considera l'interazione con il taglio del pannello della colonna d'anima.

Anima della colonna sollecitata a trazione	Connessione bullonata irrigidita o non irrigidita con una sola fila di bulloni soggetti a trazione o connessione saldata non irrigidita	Connessione saldata irrigidita
	$k_3 = \frac{0,7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$

4	Flangia della colonna sollecitata a flessione		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
---	---	---	---------	-------	---------------

5	Piastra di estremità sollecitata a flessione		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2
---	--	---	---------	-------	-------

Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)	$k_4 = \frac{0,9 I_{eff}^2}{m^3}$ $I_{eff}$ è la minore delle lunghezze efficaci (individualmente o come parte di un gruppo di bulloni) per tale fila di bulloni come specificato nel prospetto 6.4 per una flangia di colonna non irrigidita o nel prospetto 6.5 per una flangia di colonna irrigidita; è come definito nella figura 6.8.
---	---

prospetto 6.2 Resistenza di progetto  $F_{T,Rd}$  della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente

	Sviluppo di forze di contatto, per esempio		Senza forze di contatto
Modo 1	Metodo 1	Metodo 2 (metodo alternativo)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
senza piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
con piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Modo 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{L,Rd}}{m + n}$		
Modo 3	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{L,Rd}$		
Modo 1: Plasticizzazione completa della flangia. Modo 2: Crisi dei bulloni con snervamento della flangia. Modo 3: Crisi dei bulloni.			

prospetto 6.5 Lunghezze efficaci per la flangia irrigidita di una colonna

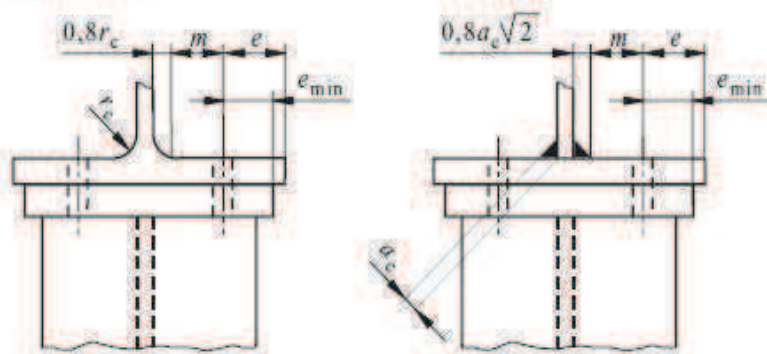
Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento	$2\pi m$	$\alpha m$	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Altre file di bulloni di estremità	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	La più piccola fra: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	La più piccola fra: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	La più piccola fra: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m$ $(2m + 0,625e)$	non pertinente	non pertinente
Per Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\sum l_{eff,1} = \sum l_{eff,nc}$ ma $\sum l_{eff,1} \leq \sum l_{eff,cp}$	
Per Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\sum l_{eff,2} = \sum l_{eff,nc}$	

Si raccomanda che il parametro  $\alpha$  sia determinato dalla figura 6.11.

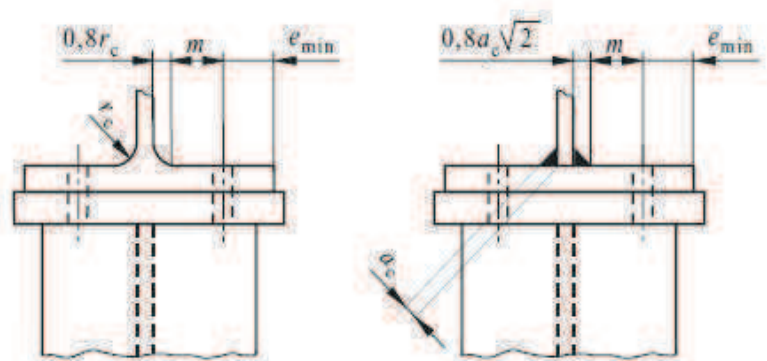
Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni esterna alla flangia tesa della trave	La più piccola fra: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	La più piccola fra: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	-	-
Prima fila di bulloni al di sotto della flangia tesa della trave	$2\pi m$	$\alpha m$	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $- (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Altre file di bulloni di estremità	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
Si raccomanda che il parametro $\alpha$ sia determinato dalla figura 6.11.				

**Definizioni di  $e$ ,  $e_{\min}$ ,  $r_c$  e  $m$** **Legenda**

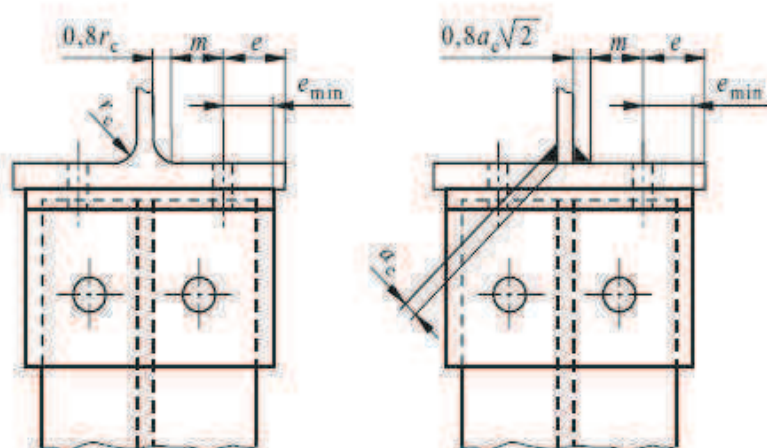
- a) Piastra di estremità saldata più piccola della flangia della colonna
- b) Piastra di estremità saldata più larga della flangia della colonna
- c) Angolari di flangia



a)



b)



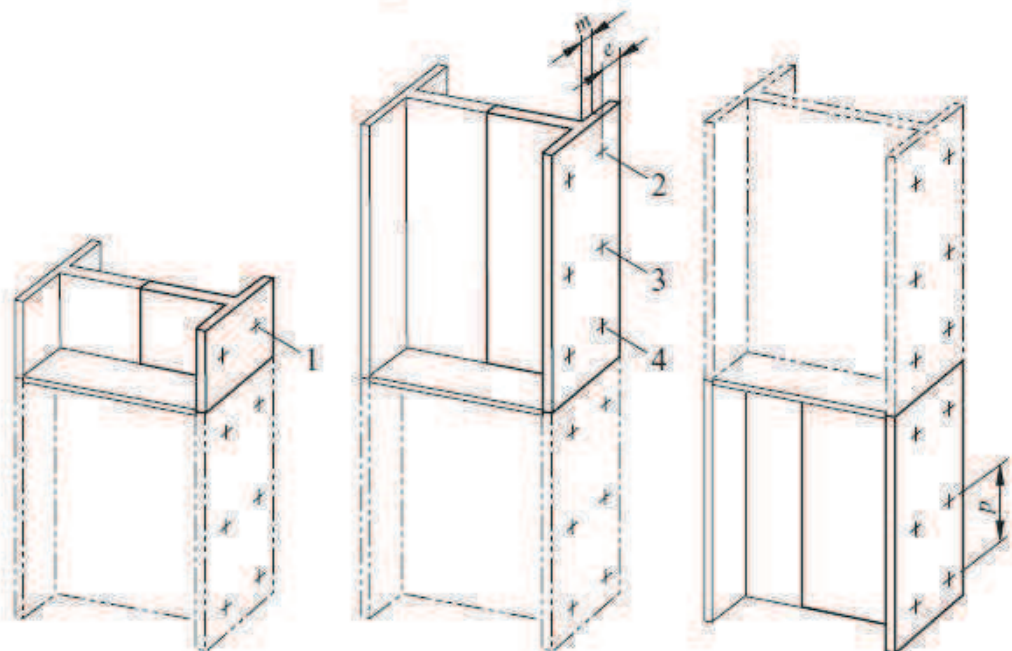
c)

figura 6.9

### Modellazione della flangia irrigidita di una colonna come elemento T (T-stub) separati

Legenda

- 1 Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento
- 2 Fila di bulloni di estremità
- 3 Fila di bulloni interna
- 4 Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento



$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1}^2 t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,2}^2 t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

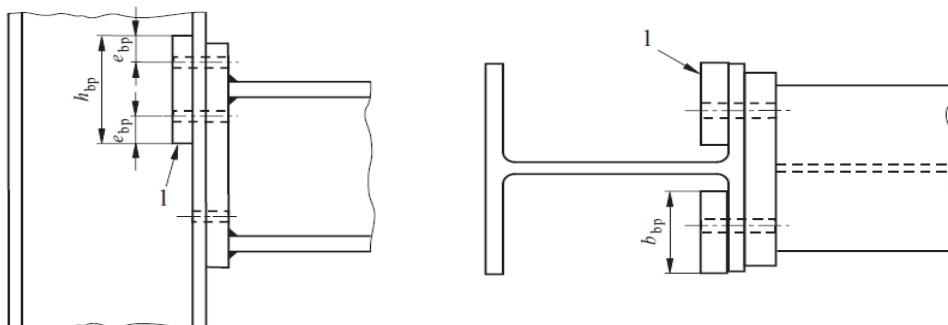
$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1}^2 t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

figura 6.3

### Flangia della colonna con piastre di rinforzo

Legenda

- 1 Piastra di rinforzo



$$h_{bp} \geq \sum l_{eff,1}$$

$$e_{bp} \geq 2d$$

7	Flangia ed anima di trave o colonna sollecitate a compressione		6.2.6.7	6.3.2	”
---	--	--	---------	-------	---

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) \quad (6.21)$$

dove:

$h$  è l'altezza della trave collegata;

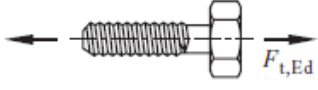
$M_{c,Rd}$  è il momento resistente di progetto della sezione trasversale della trave, ridotta se necessario per tener conto degli effetti del taglio, vedere EN 1993-1-1. Per una trave dotata di mensola di sostegno all'estremità,  $M_{c,Rd}$  può essere calcolato trascurando la flangia intermedia;

$t_{fb}$  è lo spessore della flangia della trave collegata.

Se l'altezza della trave, compresa la mensola di sostegno all'estremità, supera i 600 mm, si raccomanda che il contributo dell'anima della trave alla resistenza a compressione di progetto sia limitato al 20%.

8	Anima della trave sollecitata a trazione		6.2.6.8	6.3.2	”
---	--	--	---------	-------	---

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0} \quad (6.22)$$

10	Bulloni sollecitati a trazione		con flangia di colonna: - 6.2.6.4 con piastra di estremità: - 6.2.6.5 con costola di flangia: - 6.2.6.6	6.3.2	6.4.7
----	--------------------------------	---	---	-------	-------

**Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità**

Legenda

 $K_b$  È il valore medio del rapporto  $I_b/L_b$  per tutte le travi di testa del piano considerato $K_c$  È il valore medio del rapporto  $I_c/L_c$  per tutte le colonne del piano considerato $I_b$  È il momento di inerzia della trave $I_c$  È il momento di inerzia della colonna $L_b$  È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne) $L_c$  È l'altezza di piano di una colonnaZona 1: rigido, se  $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$ 

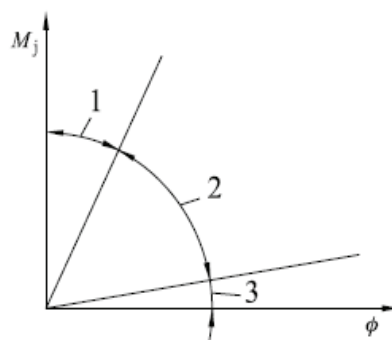
dove:

 $k_b = 8$  per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80% $k_b = 25$  per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani  $K_b/K_c \geq 0,1$ )

Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se  $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$ \*) Nei telai per i quali  $K_b/K_c < 0,1$  i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.

## VERIFICA DEL NODO TRAVE-COLONNA

Il dimensionamento viene eseguito considerando il momento massimo trasferibile dalla sezione degli elementi collegati (momento resistente IPE 270)

### GIUNTO FLANGIATO IRRIGIDITO TRAVE - COLONNA – NTC2008

	HE 200 A	
	S 275	
<b>TRAVE</b>		
<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	$E_t$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
<u>Caratteristiche meccaniche della trave</u>		
Altezza della sezione trasversale	$h_t$	190,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_t$	200,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,50 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,00 [mm]
Raggio di raccordo	$r_t$	18,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_t$	5380,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,t}$	170,00 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	134,00 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{t,y}$	3,692E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{t,el,y}$	3,886E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{t,pl,y}$	4,295E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{t,v}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	$c$	78,75 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,00 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,t})/\varepsilon$	8,52 [-]
<b>Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)</b>	<b>CL<sub>f,compressione</sub></b>	<b>1</b> [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	134,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,50 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto $h_w/t$	$h/t_{w,t} \cdot \varepsilon$	22,30 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	Classe 10.9 <b>CL<sub>w,flessione</sub></b>	<b>1</b> [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	<b>CL<sub>w,compressione</sub></b>	<b>1</b> [-]
<b>Classificazione complessiva del profilo</b>		<b>1</b> [-]
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{pl,Rd}$	112,49 [kNm]
Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	101,78 [kNm]
<b>Momento resistente del profilo</b>	HE 200 A	<b>112,49 [kNm]</b>
<b>BULLONI</b>	S 275	
<u>Classe dei bulloni e diametri</u>		

Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	$f_{yb}$	900,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	$f_{ub}$	1000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
Diametro dei bulloni	$d$	24 [mm]
Diametro dei fori (secondo il D.M. 14/01/2008)	$d_0$	25,50 [mm]
Area della porzione filettata del gambo del bullone	$A_s$	353,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### COLONNA E IRRIGIDIMENTI

##### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della colonna	$E_c$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Caratteristiche meccaniche della colonna

Altezza della sezione trasversale	S 275	190,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_c$	200,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,c}$	6,50 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,c}$	10,00 [mm]
Raggio di raccordo	$r_c$	18,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_c$	5380,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,c}$	170,00 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,c}$	134,00 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{c,y}$	3,692E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{c,el,y}$	3,886E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{c,pl,y}$	4,295E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{cV}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### FLANGIA DI ESTREMITA'

##### Materiale

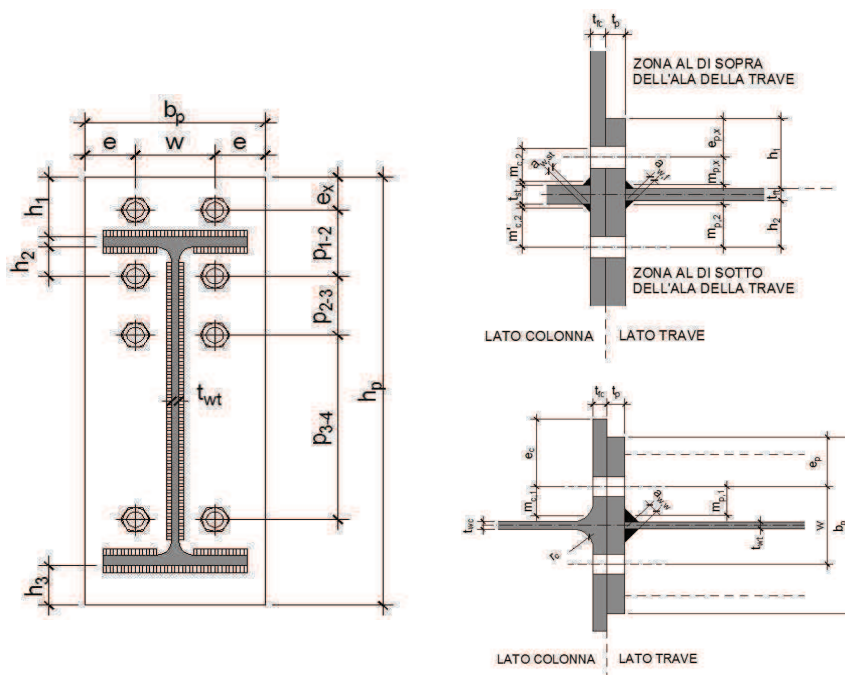
Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Geometria

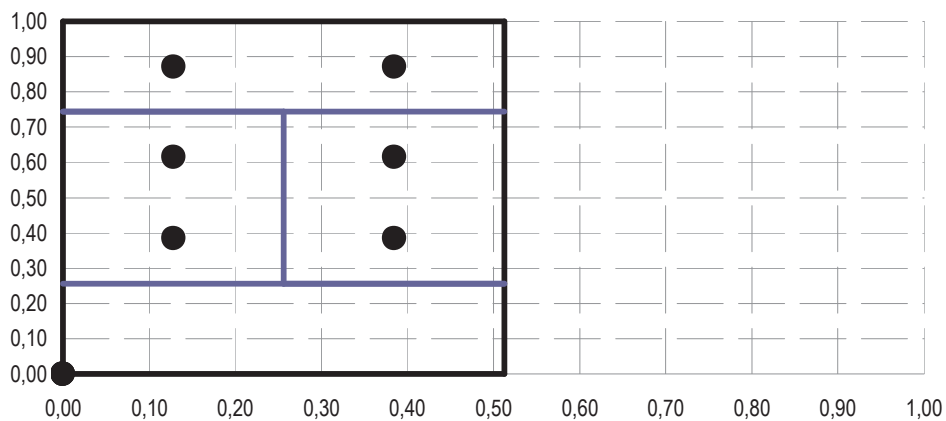
Altezza della flangia	$h_p$	390,0 [mm]
Larghezza della flangia	$b_p$	200,0 [mm]
Spessore della flangia	$t_p$	25,0 [mm]
Passo orizzontale tra i bulloni	$w$	100,0 [mm]
Distanza tra l'estremità superiore della flangia e l'estradosso dell'ala sup.	$h_1$	100,0 [mm]
Distanza tra l'intradosso dell'ala sup. e la seconda riga di bulloni	$h_2$	40,00 [mm]
Distanza tra l'estremità inferiore della flangia e l'intradosso dell'ala inf.	$h_3$	100,00 [mm]
Distanza orizzontale dei bulloni dal bordo della flangia	$e_p$	50,00 [mm]

##### Righe di bulloni

1° Riga (riga al di sopra dell'ala della trave)	1	$e_{x,p}$	50,0 [mm]
2° Riga (prima riga al di sotto dell'ala della trave)	1	$p_{1-2}$	100,0 [mm]
3° Riga (seconda riga al di sotto dell'ala della trave)	1	$p_{2-3}$	90,0 [mm]
4° Riga (terza riga al di sotto dell'ala della trave)	0	$p_{3-4}$	0,0 [mm]
5° Riga (quarta riga al di sotto dell'ala della trave)	0	$p_{4-5}$	0,0 [mm]



### Geometria del giunto



#### Irrigidimenti del pannello d'anima

Altezza degli irrigidimenti	$c_{st}$	96,7 [mm]
Altezza massima degli irrigidimenti	$c_{st,max}$	96,75 [mm]
Base degli irrigidimenti	$b_{st}$	170,00 [mm]
Spessore degli irrigidimenti	$t_{st}$	10,0 [mm]
Distanza tra gli irrigidimenti	$d_{st}$	180,00 [mm]

#### Saldature

Altezza di gola del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f}$	7,07 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f,max}$	7,07 [mm]
Altezza di gola del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w}$	4,60 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w,max}$	4,60 [mm]
Altezza di gola del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st}$	4,60 [mm]

Altezza di gola massima del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st,max}$	4,60 [mm]
<u>Grandezze geometriche ausiliarie</u>		
Lato colonna	$m_{c,1}$	32,35 [mm]
	$m_{c,2}$	44,80 [mm]
	$m'_{c,2}$	34,80 [mm]
	$e_c$	50,00 [mm]
	$e_{min}$	50,00 [mm]
	$n_c$	40,44 [mm]
Lato trave	$e_{x,p}$	50,00 [mm]
	$m_{p,x}$	42,00 [mm]
	$n_{p,x}$	50,00 [mm]
	$m_{p,1}$	41,55 [mm]
	$m_{p,2}$	32,00 [mm]
	$n_p$	50,00 [mm]

#### PIASTRE RINFORZO COLONNA

<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

#### Geometria

Altezza della piastra	$h_p$	390,0 [mm]
Larghezza della piastra	$b_p$	93,75 [mm]
Spessore della piastra	$t_p$	20,0 [mm]

#### RIGA 1°

#### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp1}$	203,26 [mm]
	$L_{eff,cp2}$	201,63
	min $L_{eff,cp1}$ e $L_{eff,cp2}$	201,63
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,393 [-]
	$\lambda_2$	0,544 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,1}$	6,10 [-]
	$L_{eff,nc}$	247,34 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,32 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	5,28 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,62 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,colonna}$	489,72 [kN]
	$F_{1,2,Rd,colonna}$	326,90 [kN]
	$F_{1,3,Rd,colonna}$	508,32 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,1,Rd,colonna}$	326,90 [kN]

#### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp,1}$	263,90 [mm]
	$L_{eff,cp,2}$	231,95 [mm]
	$L_{eff,cp,3}$	231,95 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc,1}$	230,50 [mm]
	$L_{eff,nc,2}$	165,25 [mm]
	$L_{eff,nc,3}$	100,00 [mm]
	$L_{eff,nc,4}$	165,25 [mm]

Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	4,09 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	4,09 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,flangia}$	389,73 [kN]
	$F_{1,2,Rd,flangia}$	365,22 [kN]
	$F_{1,3,Rd,flangia}$	508,32 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	$F_{tr,1,Rd,flangia}$	<b>365,22 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della prima riga</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd}</math></b>	<b>326,90 [kN]</b>
<b>RIGA 2°</b>		
<b><u>Ala della colonna soggetta a flessione</u></b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	203,26 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,393 [-]
	$\lambda_2$	0,423 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,2}$	6,40 [-]
	$L_{eff,nc}$	207,04 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,33 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,36 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	5,32 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,colonna}$	493,68 [kN]
	$F_{2,2,Rd,colonna}$	319,65 [kN]
	$F_{2,3,Rd,colonna}$	508,32 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,2,Rd,colonna}</math></b>	<b>319,65 [kN]</b>
<b><u>Flessione della flangia di estremità</u></b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	261,04 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,454 [-]
	$\lambda_2$	0,350 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{trave,2}$	6,30 [-]
	$L_{eff,nc}$	261,74 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	10,68 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	10,71 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,flangia}$	1028,50 [kN]
	$F_{2,2,Rd,flangia}$	511,64 [kN]
	$F_{2,3,Rd,flangia}$	508,32 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	<b><math>F_{tr,2,Rd,flangia}</math></b>	<b>508,32 [kN]</b>
<b><u>Anima della trave soggetta a trazione</u></b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	261,04 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,2,wt,Rd}</math></b>	<b>444,39 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della seconda riga</b>	<b><math>F_{tr,2,Rd}</math></b>	<b>319,65 [kN]</b>
<b>RIGA 3°</b>		
<b><u>Ala della colonna soggetta a flessione</u></b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	203,26 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	191,90 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,26 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	5,03 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,26 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,colonna}$	466,09 [kN]
	$F_{3,2,Rd,colonna}$	316,92 [kN]
	$F_{3,3,Rd,colonna}$	508,32 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,3,Rd,colonna}</math></b>	<b>316,92 [kN]</b>

### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione



$L_{eff,cp}$	261,04 [mm]
$L_{eff,nc}$	228,68 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	9,36 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	9,36 [kNm]
$F_{3,1,Rd,flangia}$	901,01 [kN]
$F_{3,2,Rd,flangia}$	482,08 [kN]
$F_{3,3,Rd,flangia}$	508,32 [kN]
$F_{tr,3,Rd,flangia}$	<b>482,08 [kN]</b>

### Resistenza relativa alla flangia inflessa

### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione  $\beta$

$\beta$	1,00 [-]
---------	----------

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione $\beta$		
Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di $\beta$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta \approx 0^1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$
*) In questo caso il valore di $\beta$ rappresenta il valore esatto più che una sua approssimazione		

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$

Coefficienti  $\omega_2$

Coefficienti  $\omega$

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

$b_{eff,t,wc}$	203,26 [mm]
$b'_{eff,t,wc}$	191,90 [mm]
$A_{vc}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
$\omega_{1,A}$	0,77 [-]
$\omega_{1,B}$	0,79 [-]
$\omega_{2,A}$	0,51 [-]
$\omega_{2,B}$	0,54 [-]
$\omega$	0,77 [-]
$\omega'$	0,79 [-]
$F_{t,3,wc,Rd}$	265,85 [kN]
$F'_{t,3,wc,Rd}$	256,77 [kN]

<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	$F_{tr,3,wc,Rd}$	<b>256,77 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	228,68 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	$F_{tr,3,wt,Rd}$	<b>389,31 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della terza riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,3,Rd}$	<b>256,77 [kN]</b>
<b>RIGA 4°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quarta riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,4,Rd}$	<b>0,00 [kN]</b>
<b>RIGA 5°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quinta riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,5,Rd}$	<b>0,00 [kN]</b>
<b>RIGA 2° + 3°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	371,63 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	342,04 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,24 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	8,96 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,24 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,colonna}$	830,74 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,colonna}$	626,34 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,colonna}$	1016,64 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	$F_{tr,(2+3),Rd,colonna}$	<b>626,34 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	400,52 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	396,74 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	16,24 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	16,24 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,flangia}$	1563,15 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,flangia}$	909,96 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,flangia}$	1016,64 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	$F_{tr,(2+3),Rd,flangia}$	<b>909,96 [kN]</b>
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	371,63 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	342,04 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,55 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,58 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,31 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,34 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,55 [-]
	$\omega'$	0,58 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3),wc,Rd}$	347,19 [kN]
	$F'_{t,(2+3),wc,Rd}$	338,12 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	$F_{tr,(2+3),wc,Rd}$	<b>338,12 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	396,74 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	$F_{tr,(2+3),wt,Rd}$	<b>675,40 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della seconda e terza riga</b>	$F_{tr,(2+3),Rd}$	<b>338,12 [kN]</b>
<b>RIGA 3° + 4°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione  $\beta$

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$

Coefficienti  $\omega_2$

Coefficienti  $\omega$

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

#### Resistenza relativa all'anima della colonna

##### Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace

#### Resistenza relativa all'anima della trave in trazione

##### Resistenza potenziale della terza e quarta riga

**RIGA 4° + 5°**

##### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

$L_{(3+4),eff,cp}$	180,00 [mm]
$L_{(3+4),eff,nc}$	90,00 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	0,59 [kNm]
$M_{bp,Rd}$	2,36 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	0,59 [kNm]
$F_{(3+4),1,Rd,colonna}$	218,59 [kN]
$F_{(3+4),2,Rd,colonna}$	580,99 [kN]
$F_{(3+4),3,Rd,colonna}$	1016,64 [kN]
<b><math>F_{tr,(3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>218,59 [kN]</b>

$L_{(3+4),eff,cp}$	180,00 [mm]
$L_{(3+4),eff,nc}$	90,00 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	3,68 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	3,68 [kNm]
$F_{(3+4),1,Rd,flangia}$	354,60 [kN]
$F_{(3+4),2,Rd,flangia}$	635,73 [kN]
$F_{(3+4),3,Rd,flangia}$	1016,64 [kN]
<b><math>F_{tr,(3+4),Rd,flangia}</math></b>	<b>354,60 [kN]</b>

$\beta$	1,00 [-]
$b_{eff,t,wc}$	180,00 [mm]
$b'_{eff,t,wc}$	90,00 [mm]
$A_{vc}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
$\omega_{1,A}$	0,80 [-]
$\omega_{1,B}$	0,94 [-]
$\omega_{2,A}$	0,56 [-]
$\omega_{2,B}$	0,80 [-]
$\omega$	0,80 [-]
$\omega'$	0,94 [-]

$F_{t,(3+4),wc,Rd}$	246,58 [kN]
$F'_{t,(3+4),wc,Rd}$	143,74 [kN]
<b><math>F_{tr,(3+4),wc,Rd}</math></b>	<b>143,74 [kN]</b>

$b_{eff,t,wt}$	90,00 [mm]
<b><math>F_{tr,(3+4),wt,Rd}</math></b>	<b>153,21 [kN]</b>
<b><math>F_{tr,(3+4),Rd}</math></b>	<b>0,00 [kN]</b>

$L_{(4+5),eff,cp}$	101,63 [mm]
$L_{(4+5),eff,nc}$	207,04 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	0,67 [kNm]
$M_{bp,Rd}$	2,66 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	1,36 [kNm]
$F_{(4+5),1,Rd,colonna}$	246,84 [kN]
$F_{(4+5),2,Rd,colonna}$	602,05 [kN]
$F_{(4+5),3,Rd,colonna}$	1016,64 [kN]
<b><math>F_{tr,(4+5),Rd,colonna}</math></b>	<b>246,84 [kN]</b>

$L_{(4+5),eff,cp}$	261,04 [mm]
--------------------	-------------

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione  $\beta$

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$

Coefficienti  $\omega_2$

Coefficienti  $\omega$

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

#### Resistenza relativa all'anima della colonna

##### Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace

#### Resistenza relativa all'anima della trave in trazione

##### Resistenza potenziale della quarta e quinta riga

**RIGA 2° + 3° + 4°**

##### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  
 Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  
 Momento resistente per il MODO 1  
 Momento resistente per il MODO 2  
 Resistenze potenziali a trazione

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione  $\beta$

Larghezze efficaci

$L_{(4+5),eff,nc}$	228,68 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	9,36 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	9,36 [kNm]
$F_{(4+5),1,Rd,flangia}$	901,01 [kN]
$F_{(4+5),2,Rd,flangia}$	759,71 [kN]
$F_{(4+5),3,Rd,flangia}$	1016,64 [kN]
<b><math>F_{tr,(4+5),Rd,flangia}</math></b>	<b>759,71 [kN]</b>

$\beta$	1,00 [-]
$b_{eff,t,wc}$	101,63 [mm]
$b'_{eff,t,wc}$	207,04 [mm]
$A_{vc}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
$\omega_{1,A}$	0,92 [-]
$\omega_{1,B}$	0,76 [-]
$\omega_{2,A}$	0,77 [-]
$\omega_{2,B}$	0,51 [-]
$\omega$	0,92 [-]
$\omega'$	0,76 [-]

$F_{t,(4+5),wc,Rd}$	159,71 [kN]
$F'_{t,(4+5),wc,Rd}$	268,73 [kN]
<b><math>F_{tr,(4+5),wc,Rd}</math></b>	<b>159,71 [kN]</b>

$b_{eff,t,wt}$	228,68 [mm]
<b><math>F_{tr,(4+5),wt,Rd}</math></b>	<b>389,31 [kN]</b>

<b><math>F_{tr,(4+5),Rd}</math></b>	<b>0,00 [kN]</b>
-------------------------------------	------------------

$L_{(2+3+4),eff,cp}$	383,26 [mm]
$L_{(2+3+4),eff,nc}$	297,04 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	1,94 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	1,94 [kNm]
$F_{(2+3+4),1,Rd,colonna}$	240,48 [kN]
$F_{(2+3+4),2,Rd,colonna}$	900,64 [kN]
$F_{(2+3+4),3,Rd,colonna}$	1524,96 [kN]
<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>240,48 [kN]</b>

$L_{(2+3+4),eff,cp}$	441,04 [mm]
$L_{(2+3+4),eff,nc}$	351,74 [mm]
$M_{pl,1,Rd}$	14,39 [kNm]
$M_{pl,2,Rd}$	14,39 [kNm]
$F_{(2+3+4),1,Rd,flangia}$	1385,85 [kN]
$F_{(2+3+4),2,Rd,flangia}$	1147,36 [kN]
$F_{(2+3+4),3,Rd,flangia}$	1524,96 [kN]
<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,flangia}</math></b>	<b>1147,36 [kN]</b>

$\beta$	1,00 [-]
$b_{eff,t,wc}$	383,26 [mm]
$b'_{eff,t,wc}$	297,04 [mm]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$

Coefficienti  $\omega_2$

Coefficienti  $\omega$

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

**Resistenza relativa all'anima della colonna**

**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace

**Resistenza relativa all'anima della trave in trazione**

**Resistenza potenziale della seconda, terza e quarta riga**

**RIGA 3° + 4° + 5°**

**Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione**

**Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa alla flangia inflessa**

**Anima della colonna soggetta a trazione**

Parametro di trasformazione  $\beta$

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$

Coefficienti  $\omega_2$

Coefficienti  $\omega$

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

**Resistenza relativa all'anima della colonna**

**Anima della trave soggetta a trazione**

$A_{vc}$  1808,00 [mm<sup>2</sup>]

$\omega_{1,A}$  0,54 [-]

$\omega_{1,B}$  0,63 [-]

$\omega_{2,A}$  0,30 [-]

$\omega_{2,B}$  0,38 [-]

$\omega$  0,54 [-]

$\omega'$  0,63 [-]

$F_{t,(2+3+4),wc,Rd}$  350,35 [kN]

$F'_{t,(2+3+4),wc,Rd}$  320,94 [kN]

$F_{tr,(2+3+4),wc,Rd}$  **320,94 [kN]**

$b_{eff,t,wt}$  351,74 [mm]

$F_{tr,(2+3+4),wt,Rd}$  **598,79 [kN]**

$F_{tr,(2+3+4),Rd}$  **0,00 [kN]**

$L_{(3+4+5),eff,cp}$  203,26 [mm]

$L_{(3+4+5),eff,nc}$  191,90 [mm]

$M_{pl,1,Rd}$  1,26 [kNm]

$M_{pl,2,Rd}$  1,26 [kNm]

$F_{(3+4+5),1,Rd,colonna}$  155,36 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,colonna}$  881,72 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,colonna}$  1524,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,colonna}$  **155,36 [kN]**

$L_{(3+4+5),eff,cp}$  261,04 [mm]

$L_{(3+4+5),eff,nc}$  228,68 [mm]

$M_{pl,1,Rd}$  9,36 [kNm]

$M_{pl,2,Rd}$  9,36 [kNm]

$F_{(3+4+5),1,Rd,flangia}$  901,01 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,flangia}$  1037,35 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,flangia}$  1524,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,flangia}$  **901,01 [kN]**

$\beta$  1,00 [-]

$b_{eff,t,wc}$  203,26 [mm]

$b'_{eff,t,wc}$  191,90 [mm]

$A_{vc}$  1808,00 [mm<sup>2</sup>]

$\omega_{1,A}$  0,77 [-]

$\omega_{1,B}$  0,79 [-]

$\omega_{2,A}$  0,51 [-]

$\omega_{2,B}$  0,54 [-]

$\omega$  0,77 [-]

$\omega'$  0,79 [-]

$F_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  265,85 [kN]

$F'_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  256,77 [kN]

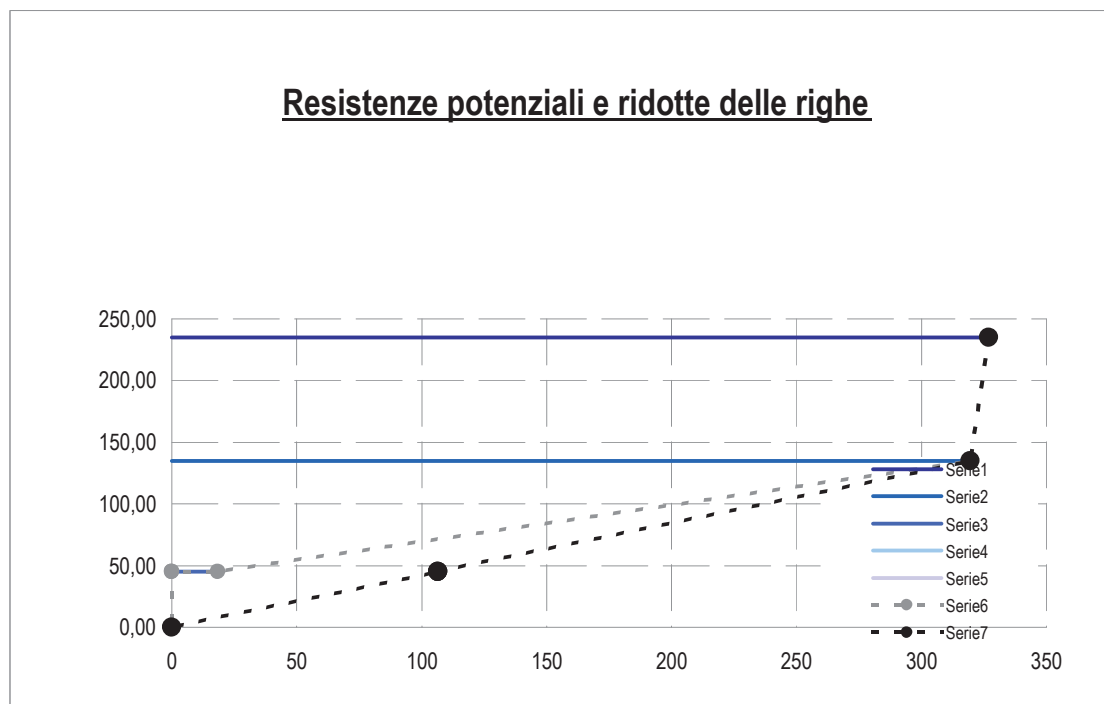
$F_{tr,(3+4+5),wc,Rd}$  **256,77 [kN]**

Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	228,68 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(3+4+5),wt,Rd}$	389,31 [kN]
Resistenza potenziale della terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(3+4+5),Rd}$	0,00 [kN]
<b>RIGA 2° + 3° + 4° + 5°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	383,26 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	297,04 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,94 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,94 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,colonna}$	240,48 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,colonna}$	1183,04 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,colonna}$	2033,28 [kN]
Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,colonna}$	240,48 [kN]
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	441,04 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	351,74 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	14,39 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	14,39 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,flangia}$	1385,85 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,flangia}$	1424,99 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,flangia}$	2033,28 [kN]
Resistenza relativa alla flangia inflessa	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,flangia}$	1385,85 [kN]
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	383,26 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	297,04 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	1808,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,54 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,63 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,30 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,38 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,54 [-]
	$\omega'$	0,63 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	350,35 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	320,94 [kN]
Resistenza relativa all'anima della colonna	$F_{tr,(2+3+4+5),wc,Rd}$	320,94 [kN]
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	351,74 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3+4+5),wt,Rd}$	598,79 [kN]
Resistenza potenziale della seconda, terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd}$	0,00 [kN]

#### Resistenze potenziali delle righe ed eventuale redistribuzione

RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	326,90 [kN]
RIGA 2°	$F_{tr,2,Rd}$	319,65 [kN]
RIGA 3°	$F_{tr,3,Rd}$	18,47 [kN]
RIGA 4°	$F_{tr,4,Rd}$	0,00 [kN]

RIGA 5°	$F_{tr,5Rd}$	0,00 [kN]
RIGA 1°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_1$	235,00 [mm]
RIGA 2°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_2$	135,00 [mm]
RIGA 3°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_3$	45,00 [mm]
RIGA 4°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_4$	45,00 [mm]
RIGA 5°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_5$	45,00 [mm]



#### Resistenze potenziali "ridotte" delle righe ed eventuale redistribuzione

Resistenza a trazione del singolo bullone	$F_{t,Rd}$	482,90 [kN]
RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	326,90 [kN]
RIGA 2° - ridotta	$F_{tr,2,Rd,red}$	319,65 [kN]
RIGA 3° - ridotta	$F_{tr,3,Rd,red}$	18,47 [kN]
RIGA 4° - ridotta	$F_{tr,4,Rd,red}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - ridotta	$F_{tr,5Rd,red}$	0,00 [kN]

#### Resistenza della trave soggetta a compressione

Momento resistente della trave	$M_{c,Rd}$	112,49 [kNm]
--------------------------------	------------	--------------

<b>Resistenza dell'ala e dell'anima in compressione</b>	<b><math>F_{c,ft,Rd}</math></b>	<b>624,93 [kN]</b>
---	---------------------------------	--------------------

#### Resistenza a taglio del pannello d'anima

Larghezza dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$b_s$	134,00 [mm]
Spessore dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$t_s$	20,00 [mm]
Area della colonna resistente a taglio + eventuale piastra d'anima	$A_{vc,tot}$	4488,00 [mm <sup>2</sup> ]
Resistenza del pannello d'anima non irrigidito	$V_{wp,Rd}$	610,77 [kN]
Momento resistente plastico dell'ala della colonna	$M_{pl,fc,Rd}$	1,31 [kNm]
Momento resistente plastico degli irrigidimenti	$M_{pl,st,Rd}$	1,27 [kNm]
Resistenze incrementali del pannello d'anima	$V_{wp,add,Rd,1}$	29,10 [kN]
	$V_{wp,add,Rd,2}$	28,62 [kN]
	$V_{wp,add,Rd}$	28,62 [kN]
<b>Resistenza complessiva del pannello d'anima irrigidito</b>	<b><math>V_{wp,Rd,tot}</math></b>	<b>639,39 [kN]</b>

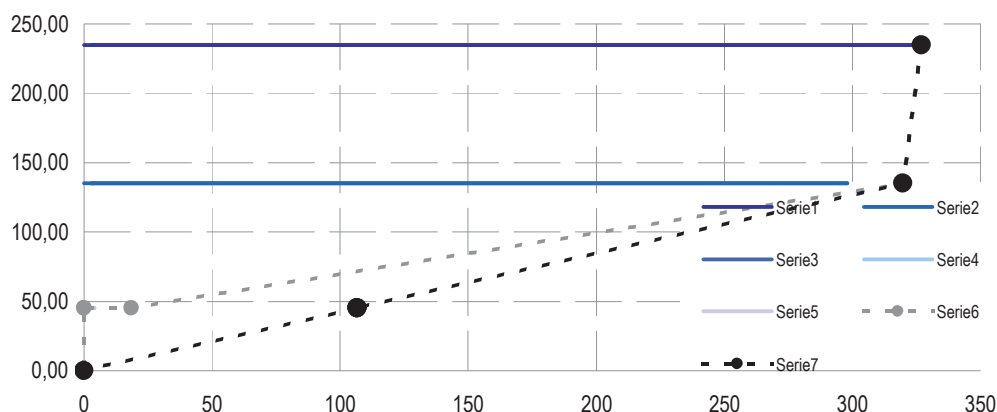
<b>Resistenza a trazione</b>	<b><math>F_{wp,Rd,tot}</math></b>	<b>639,39 [kN]</b>
------------------------------	-----------------------------------	--------------------

#### Ridistribuzione delle resistenze delle righe

Resistenza a trazione complessiva di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd}$	665,02 [kN]
Resistenza minima relativa alla zona compressa	$F_{c,Rd,min}$	<b>624,93 [kN]</b>
Gap tra la resistenza complessiva delle righe e quella minima a compress.	$\Delta F_{Rd}$	-40,08 [kN]

RIGA 1° - effettiva	$F_{tr,1,Rd,eff}$	326,90 [kN]
RIGA 2° - effettiva	$F_{tr,2,Rd,eff}$	298,04 [kN]
RIGA 3° - effettiva	$F_{tr,3,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 4° - effettiva	$F_{tr,4,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - effettiva	$F_{tr,5Rd,eff}$	0,00 [kN]
Resistenza complessiva ridotta di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd,eff}$	<b>624,93 OK</b>

### Resistenze effettive delle righe



#### Determinazione del momento resistente del giunto

Momento resistente della connessione	$M_{j,Rd}$	117,06 [kNm]
Momento elastico della connessione	$M_{j,El}$	78,04 [kNm]

**La connessione è classificata a completo ripristino di resistenza**

### **CALCOLO RIGIDEZZA DEL NODO**

Anima della colonna soggetta a trazione

[mm]  
 $t_{w,eff} = 1,5 t_{wc} = 9,75$

Vedi punto 6.2.6.3

$k_3$	8,09	1 fila di Bulloni
$k_3$	8,16	2 fila di Bulloni
$k_3$	7,70	3 fila di Bulloni
$k_3$	0,00	4 fila di Bulloni

$$k_3 = \frac{0,7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$$

$t_{wc}$  = spessore anima

$k_3$	0,00	5 fila di Bulloni

**Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_4$	5,36	1 fila di Bulloni
$k_4$	5,40	2 fila di Bulloni
$k_4$	5,10	3 fila di Bulloni
$k_4$	0,00	4 fila di Bulloni
$k_4$	0,00	5 fila di Bulloni

$$k_4 = \frac{0,9 I_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$$

$t_{fc}$ =spessore flangia colonna

**Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_5$	11,25	1 fila di Bulloni
$k_5$	51,19	2 fila di Bulloni
$k_5$	44,85	3 fila di Bulloni
$k_5$	0,00	4 fila di Bulloni
$k_5$	0,00	5 fila di Bulloni

$$k_5 = \frac{0,9 I_{eff} t_p^3}{m^3}$$

$t_p$  = spessore della piastra

**Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)**

$k_{10}$	9,41	1 fila di Bulloni
$K_{10}$	9,41	2 fila di Bulloni
$K_{10}$	9,41	3 fila di Bulloni
$K_{10}$	0,00	4 fila di Bulloni
$K_{10}$	0,00	5 fila di Bulloni

$$k_{10} = 1,6 A_s / L_b \text{ pre-caricati o non pre-caricati}$$

$A_s$ = area resistente a trazione del bullone

	[mm]
$t_{\text{rondella}}$	3

$S_{p,dado}$	24
--------------	----

$L_b$	60
-------	----

**Coefficiente di rigidità efficace per singola fila si bulloni:**

$S_{p,\text{testa bullone}}$	20
------------------------------	----

$K_{eff1}$	1,98
$K_{eff,2}$	2,31
$K_{eff,3}$	2,20
$K_{eff,4}$	0,00
$K_{eff,5}$	0,00

**Calcolo braccio della coppia equivalente**

$h_{r,1}$	235
$h_{r,2}$	135
$h_{r,3}$	45
$h_{r,4}$	45
$h_{r,5}$	45

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

$Z_{eq}$	177,94
----------	--------

Coefficiente di rigidezza equivalente:

$K_{eq}$	4,92
----------	------

$$K_{eq} = \frac{\sum k_{eff} h_i}{Z_{eq}}$$

## RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

	N mm	kN m
$S_j$	9,83E+09	9,83E+03

$$S_j = \frac{E Z^2}{\mu \sum \frac{1}{k_i}}$$

## RAPPORTO RIGIDEZZE

Funz. "SE"	3,33	* Calcolo di "μ"
------------	------	------------------

1,12

$S_{j,ini} / (k_b * E * I_b / L_b)$

CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI  
SECONDO LA RIGIDEZZA

Tipologia di connessione
$\Psi =$ 2,7

ZONA 1	RIGIDO
ZONA 2	NO
ZONA 3	NO

$M_{sd}$ [kN m]	$M_{Rd}$ [kN m]
117,06	1,12E+02

## RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ("μ" = 1)

	[N mm]	kN m
$S_{j,ini}$	3,27E+10	3,27E+04

## Per Strutture controvent.

$k_b$

8

## Per tutte le altre strutt.

$k_b$

25

$I_B$

2130

ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$		
$k_b * E * I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	2,912E+10	29120,00

figura 5.4

## Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità

### Legenda

$K_b$  È il valore medio del rapporto  $I_b/L_b$  per tutte le travi di testa del piano considerato

$K_c$  È il valore medio del rapporto  $I_c/L_c$  per tutte le colonne del piano considerato

$I_b$  È il momento di inerzia della trave

$I_c$  È il momento di inerzia della colonna

$L_b$  È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

$L_c$  È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se  $S_{j,ini} \geq K_b E I_b / L_b$

dove:

$k_b = 8$  per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

$k_b = 25$  per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani  $K_c/K_b \geq 0,1$ <sup>\*)</sup>

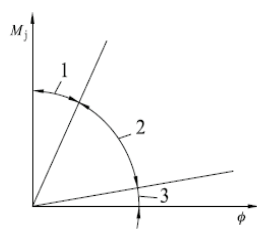
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi. Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se  $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

\*) Nei telai per i quali  $K_c/K_b < 0,1$  i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.

$M_j$



ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$		
$k_b * E * I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	2,912E+10	29120,00
ZONA 2: Semi-rigidi		
ZONA 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 k_b * E * I_b / L_b$		
$0,5 k_b * E * I_b / L_b =$	1820000000	

## VERIFICA DEL NODO TRAVE-COLONNA

Il dimensionamento viene eseguito considerando il momento massimo trasferibile dalla sezione degli elementi collegati (momento resistente IPE 240)

### GIUNTO FLANGIATO IRRIGIDITO TRAVE - COLONNA – NTC2008

	IPE 240	
	S 275	
<b>TRAVE</b>		
<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	$E_t$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
<u>Caratteristiche meccaniche della trave</u>		
Altezza della sezione trasversale	$h_t$	240,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_t$	120,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	9,80 [mm]
Raggio di raccordo	$r_t$	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_t$	3910,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,t}$	220,40 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	190,40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{t,y}$	3,892E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{t,el,y}$	3,243E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{t,pl,y}$	3,666E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{t,v}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]
<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	$c$	41,90 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	9,80 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,t})/\varepsilon$	4,63 [-]
<b>Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)</b>	<b>CL<sub>f,compressione</sub></b>	<b>1</b> [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	190,40 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,20 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto $h_w/t$	$h/t_{w,t} \cdot \varepsilon$	33,22 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	Classe 10.9 <b>CL<sub>w,flessione</sub></b>	<b>1</b> [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	<b>CL<sub>w,compressione</sub></b>	<b>2</b> [-]
<b>Classificazione complessiva del profilo</b>		<b>2</b> [-]
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{pl,Rd}$	96,01 [kNm]

Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	84,94 [kNm]
<b>Momento resistente del profilo</b>	IPE 240	<b>96,01 [kNm]</b>
<b>BULLONI</b>	S 275	

#### Classe dei bulloni e diametri

Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	$f_{yb}$	900,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	$f_{ub}$	1000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
Diametro dei bulloni	$d$	20 [mm]
Diametro dei fori (secondo il D.M. 14/01/2008)	$d_0$	21,00 [mm]
Area della porzione filettata del gambo del bullone	$A_s$	245,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### **COLONNA E IRRIGIDIMENTI**

##### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della colonna	$E_c$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Caratteristiche meccaniche della colonna

Altezza della sezione trasversale	S 275	240,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_c$	120,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,c}$	6,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,c}$	9,80 [mm]
Raggio di raccordo	$r_c$	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_c$	3910,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,c}$	220,40 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,c}$	190,40 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{c,y}$	3,892E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{c,el,y}$	3,243E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{c,pl,y}$	3,666E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{cV}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### **FLANGIA DI ESTREMITA'**

##### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Geometria

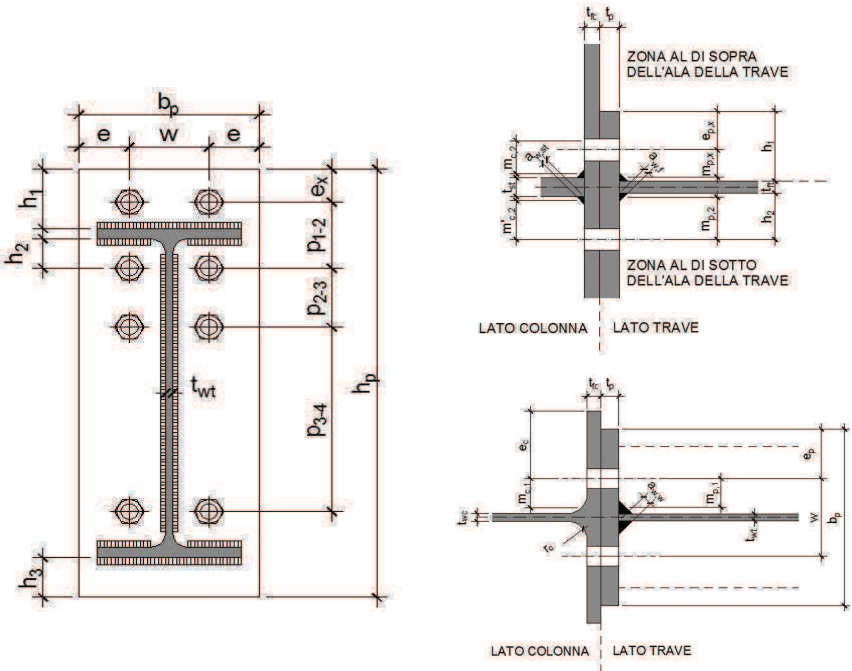
Altezza della flangia	$h_p$	420,0 [mm]
Larghezza della flangia	$b_p$	120,0 [mm]
Spessore della flangia	$t_p$	24,0 [mm]
Passo orizzontale tra i bulloni	$w$	69,7 [mm]
Distanza tra l'estremità superiore della flangia e l'estradosso dell'ala sup.	$h_1$	90,0 [mm]

Distanza tra l'intradosso dell'ala sup. e la seconda riga di bulloni	$h_2$	30,20 [mm]
Distanza tra l'estremità inferiore della flangia e l'intradosso dell'ala inf.	$h_3$	90,00 [mm]
Distanza orizzontale dei bulloni dal bordo della flangia	$e_p$	25,15 [mm]

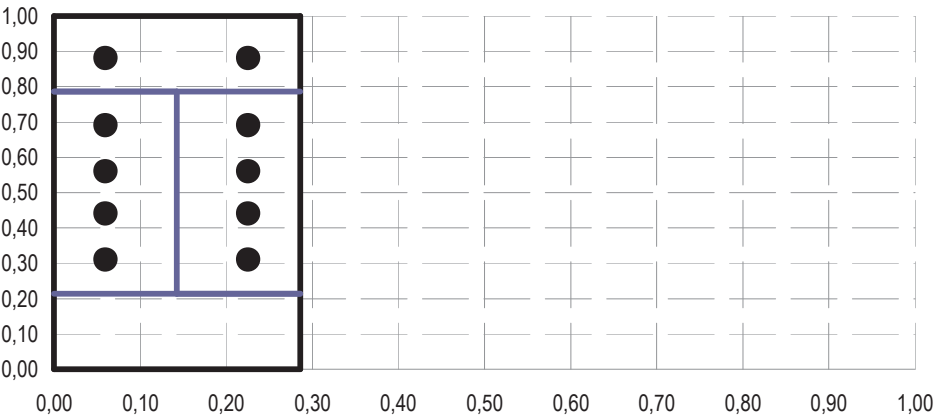
**Righe di bulloni**

- 1° Riga (riga al di sopra dell'ala della trave)
- 2° Riga (prima riga al di sotto dell'ala della trave)
- 3° Riga (seconda riga al di sotto dell'ala della trave)
- 4° Riga (terza riga al di sotto dell'ala della trave)
- 5° Riga (quarta riga al di sotto dell'ala della trave)

1	$e_{x,p}$	50,0 [mm]
1	$p_{1-2}$	80,0 [mm]
1	$p_{2-3}$	55,0 [mm]
1	$p_{3-4}$	50,0 [mm]
1	$p_{4-5}$	55,0 [mm]



**Geometria del giunto**



### Irrigidimenti del pannello d'anima

Altezza degli irrigidimenti	S 275 $c_{st}$	56,9 [mm]
Altezza massima degli irrigidimenti	$c_{st,max}$	56,90 [mm]
Base degli irrigidimenti	$b_{st}$	220,40 [mm]
Spessore degli irrigidimenti	$t_{st}$	10,0 [mm]
Distanza tra gli irrigidimenti	$d_{st}$	230,20 [mm]

### Saldature

Altezza di gola del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f}$	6,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f,max}$	6,93 [mm]
Altezza di gola del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w}$	4,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w,max}$	4,38 [mm]
Altezza di gola del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st}$	4,00 [mm]
Altezza di gola massima del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st,max}$	4,38 [mm]

### Grandezze geometriche ausiliarie

Lato colonna	$m_{c,1}$	19,75 [mm]
	$m_{c,2}$	35,47 [mm]
	$m'_{c,2}$	25,67 [mm]
	$e_c$	25,15 [mm]
	$e_{min}$	25,15 [mm]
	$n_c$	24,69 [mm]

Lato trave	$e_{x,p}$	50,00 [mm]
	$m_{p,x}$	33,21 [mm]
	$n_{p,x}$	41,51 [mm]
	$m_{p,1}$	27,22 [mm]
	$m_{p,2}$	23,41 [mm]
	$n_p$	25,15 [mm]

## PIASTRE RINFORZO COLONNA

### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

### Geometria

Altezza della piastra	$h_p$	420,0 [mm]
Larghezza della piastra	$b_p$	56,90 [mm]
Spessore della piastra	$t_p$	12,0 [mm]


## RIGA 1"

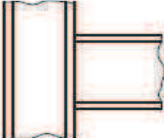

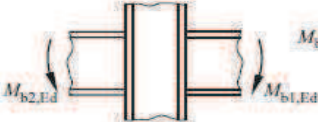

### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$l_{eff,cp1}$	124,09 [mm]
	$l_{eff,cp2}$	112,35
	min $l_{eff,cp1}$ e $l_{eff,cp2}$	112,35
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,440 [-]
	$\lambda_2$	0,790 [-]

Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,1}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	138,71 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,06 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,87 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,colonna}$	250,35 [kN]
	$F_{1,2,Rd,colonna}$	235,26 [kN]
	$F_{1,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd,colonna}</math></b>	<b>235,26 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp,1}$	208,68 [mm]
	$L_{eff,cp,2}$	174,04 [mm]
	$L_{eff,cp,3}$	154,64 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc,1}$	195,35 [mm]
	$L_{eff,nc,2}$	122,82 [mm]
	$L_{eff,nc,3}$	60,00 [mm]
	$L_{eff,nc,4}$	132,52 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,26 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,26 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,flangia}$	272,54 [kN]
	$F_{1,2,Rd,flangia}$	256,56 [kN]
	$F_{1,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd,flangia}</math></b>	<b>256,56 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della prima riga</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd}</math></b>	<b>235,26 [kN]</b>
<b>RIGA 2°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	124,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,440 [-]
	$\lambda_2$	0,572 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,2}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	113,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,71 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,07 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,colonna}$	253,06 [kN]
	$F_{2,2,Rd,colonna}$	228,14 [kN]
	$F_{2,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,2,Rd,colonna}</math></b>	<b>228,14 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	171,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,520 [-]
	$\lambda_2$	0,447 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{trave,2}$	5,30 [-]
	$L_{eff,nc}$	144,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,44 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,44 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,flangia}$	799,54 [kN]
	$F_{2,2,Rd,flangia}$	377,22 [kN]
	$F_{2,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	$F_{tr,2,Rd,flangia}$	<b>352,80 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	144,29 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	$F_{tr,2,wt,Rd}$	<b>234,30 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della seconda riga</b>	$F_{tr,2,Rd}$	<b>228,14 [kN]</b>
<b>RIGA 3°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	124,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	110,44 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,69 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,04 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,69 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,colonna}$	246,10 [kN]
	$F_{3,2,Rd,colonna}$	227,26 [kN]
	$F_{3,3,Rd,colonna}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	$F_{tr,3,Rd,colonna}$	<b>227,26 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	171,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc}$	140,34 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,29 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	5,29 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{3,1,Rd,flangia}$	777,63 [kN]
	$F_{3,2,Rd,flangia}$	371,52 [kN]
	$F_{3,3,Rd,flangia}$	352,80 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	$F_{tr,3,Rd,flangia}$	<b>352,80 [kN]</b>
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione $\beta$		
Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di $\beta$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$

Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di $\beta$
 	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
 	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$ $M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$ $M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta = 0^0$ $\beta \approx 1$ $\beta \approx 2$ $\beta \approx 2$

\*) In questo caso il valore di  $\beta$  rappresenta il valore esatto più che una sua approssimazione

Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	124,09 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	110,44 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,91 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,93 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,74 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,77 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,91 [-]
	$\omega'$	0,93 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,3,wc,Rd}$	183,18 [kN]
	$F'_{t,3,wc,Rd}$	166,05 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	<b><math>F_{tr,3,wc,Rd}</math></b>	<b>166,05 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	140,34 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,3,wt,Rd}</math></b>	<b>227,88 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della terza riga presa singolarmente</b>	<b><math>F_{tr,3,Rd}</math></b>	<b>166,05 [kN]</b>
<b>RIGA 4°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quarta riga presa singolarmente</b>	<b><math>F_{tr,4,Rd}</math></b>	<b>166,05 [kN]</b>
<b>RIGA 5°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quinta riga presa singolarmente</b>	<b><math>F_{tr,5,Rd}</math></b>	<b>166,05 [kN]</b>
<b>RIGA 2° + 3°</b>		
<b><u>Ala della colonna soggetta a flessione</u></b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	227,05 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	196,06 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,23 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	1,85 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,23 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,colonna}$	436,90 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,colonna}$	447,49 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,colonna}$	705,60 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,(2+3),Rd,colonna}</math></b>	<b>436,90 [kN]</b>
<b><u>Flessione della flangia di estremità</u></b>		

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	250,53 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	226,79 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	8,55 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	8,55 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,flangia}$	1256,69 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,flangia}$	665,44 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,flangia}$	705,60 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3),Rd,flangia}</math></b>	<b>665,44 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>		
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	227,05 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	196,06 [mm]
	$A_{vc}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$\omega_{1,A}$	0,77 [-]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,B}$	0,81 [-]
	$\omega_{2,A}$	0,51 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,B}$	0,57 [-]
	$\omega$	0,77 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega'$	0,81 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3),wc,Rd}$	282,50 [kN]
	$F'_{t,(2+3),wc,Rd}$	257,86 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3),wc,Rd}</math></b>	<b>257,86 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>		
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	226,79 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,(2+3),wt,Rd}</math></b>	<b>368,26 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della seconda e terza riga</b>	<b><math>F_{tr,(2+3),Rd}</math></b>	<b>257,86 [kN]</b>
<b>RIGA 3° + 4°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	210,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	105,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,66 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	0,99 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,66 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,colonna}$	233,98 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,colonna}$	421,72 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,colonna}$	705,60 [kN]
	<b><math>F_{tr,(3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>233,98 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>		
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	210,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	105,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	3,96 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	3,96 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,flangia}$	581,83 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,flangia}$	490,04 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,flangia}$	705,60 [kN]

**Resistenza relativa alla flangia inflessa****Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione  $\beta$ 

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$ Coefficienti  $\omega_2$ Coefficienti  $\omega$ 

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

**Resistenza relativa all'anima della colonna****Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace

**Resistenza relativa all'anima della trave in trazione****Resistenza potenziale della terza e quarta riga****RIGA 4° + 5°****Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione****Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa alla flangia inflessa****Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione  $\beta$ 

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$  $F_{tr,(3+4),Rd,flangia}$ **490,04 [kN]** $\beta$ 

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$ 

210,00 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$ 

105,00 [mm]

 $A_{vc}$ 1914,00 [mm<sup>2</sup>] $\omega_{1,A}$ 

0,79 [-]

 $\omega_{1,B}$ 

0,93 [-]

 $\omega_{2,A}$ 

0,54 [-]

 $\omega_{2,B}$ 

0,79 [-]

 $\omega$ 

0,79 [-]

 $\omega'$ 

0,93 [-]

 $F_{t,(3+4),wc,Rd}$ 

269,45 [kN]

 $F'_{t,(3+4),wc,Rd}$ 

158,97 [kN]

 $F_{tr,(3+4),wc,Rd}$ **158,97 [kN]** $b_{eff,t,wt}$ 

105,00 [mm]

 $F_{tr,(3+4),wt,Rd}$ **170,50 [kN]** $F_{tr,(3+4),Rd}$ **158,97 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$ 

217,05 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$ 

191,06 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$ 

1,20 [kNm]

 $M_{bp,Rd}$ 

1,80 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$ 

1,20 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,colonna}$ 

425,76 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,colonna}$ 

446,07 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,colonna}$ 

705,60 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,colonna}$ **425,76 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$ 

281,06 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$ 

195,34 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$ 

7,37 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$ 

7,37 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,flangia}$ 

1082,40 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,flangia}$ 

620,14 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,flangia}$ 

705,60 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,flangia}$ **620,14 [kN]** $\beta$ 

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$ 

217,05 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$ 

191,06 [mm]

 $A_{vc}$ 1914,00 [mm<sup>2</sup>] $\omega_{1,A}$ 

0,78 [-]

Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{1,B}$	0,82 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega_{2,A}$	0,53 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,58 [-]
	$\omega$	0,78 [-]
	$\omega'$	0,82 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(4+5),wc,Rd}$	274,99 [kN]
	$F'_{t,(4+5),wc,Rd}$	253,49 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),wc,Rd}</math></b>	<b>253,49 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	195,34 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),wt,Rd}</math></b>	<b>317,19 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della quarta e quinta riga</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),Rd}</math></b>	<b>253,49 [kN]</b>
<b>RIGA 2° + 3° + 4°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	334,09 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	218,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,37 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,37 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,colonna}$	278,36 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,colonna}$	649,86 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,colonna}$	1058,40 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>278,36 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>		
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	381,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	249,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	9,40 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	9,40 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,flangia}$	1381,37 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,flangia}$	867,26 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,flangia}$	1058,40 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,flangia}</math></b>	<b>867,26 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>		
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	334,09 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	218,56 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,63 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{1,B}$	0,78 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega_{2,A}$	0,38 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,53 [-]
	$\omega$	0,63 [-]
	$\omega'$	0,78 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	341,57 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	276,16 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	<b><math>F_{tr,(2+3+4),wc,Rd}</math></b>	<b>276,16 [kN]</b>

**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace  $b_{eff,t,wt}$  249,29 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione  $F_{tr,(2+3+4),wt,Rd}$  404,80 [kN]

Resistenza potenziale della seconda, terza e quarta riga  $F_{tr,(2+3+4),Rd}$  276,16 [kN]

**RIGA 3° + 4° + 5°**

**Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(3+4+5),eff,cp}$  334,09 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(3+4+5),eff,nc}$  215,44 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  1,35 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  1,35 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{(3+4+5),1,Rd,colonna}$  274,38 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,colonna}$  648,97 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,colonna}$  1058,40 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,colonna}$  274,38 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

**Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(3+4+5),eff,cp}$  381,06 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(3+4+5),eff,nc}$  245,34 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  9,25 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  9,25 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{(3+4+5),1,Rd,flangia}$  1359,46 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,flangia}$  861,57 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,flangia}$  1058,40 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,flangia}$  861,57 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

**Anima della colonna soggetta a trazione**

Parametro di trasformazione  $\beta$  1,00 [-]

Larghezze efficaci  $b_{eff,t,wc}$  334,09 [mm]

$b'_{eff,t,wc}$  215,44 [mm]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio  $A_{vc}$  1914,00 [mm<sup>2</sup>]

Coefficienti  $\omega_1$   $\omega_{1,A}$  0,63 [-]

$\omega_{1,B}$  0,78 [-]

Coefficienti  $\omega_2$   $\omega_{2,A}$  0,38 [-]

$\omega_{2,B}$  0,53 [-]

Coefficienti  $\omega$   $\omega$  0,63 [-]

$\omega'$  0,78 [-]

Resistenze a trazione dell'anima della colonna  $F_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  341,57 [kN]

$F'_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  273,75 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),wc,Rd}$  273,75 [kN]

Resistenza relativa all'anima della colonna

**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace  $b_{eff,t,wt}$  245,34 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione  $F_{tr,(3+4+5),wt,Rd}$  398,38 [kN]

Resistenza potenziale della terza, quarta e quinta riga  $F_{tr,(3+4+5),Rd}$  273,75 [kN]

**RIGA 2° + 3° + 4° + 5°**

**Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(2+3+4+5),eff,cp}$  444,09 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(2+3+4+5),eff,nc}$  273,56 [mm]

Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,72 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,72 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,colonna}$	348,41 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,colonna}$	861,42 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,colonna}$	1411,20 [kN]

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	491,06 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	304,29 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	11,48 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	11,48 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,flangia}$	1686,14 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,flangia}$	1115,88 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,flangia}$	1411,20 [kN]

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

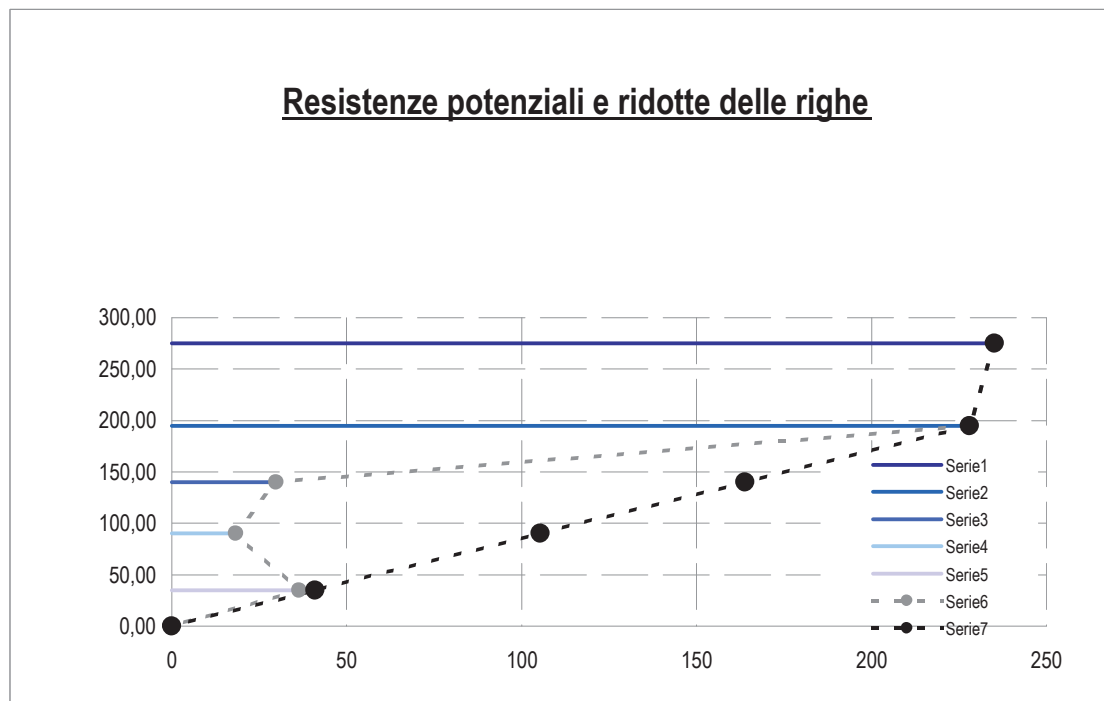
##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	444,09 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	273,56 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	1914,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,52 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,70 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,29 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,44 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,52 [-]
	$\omega'$	0,70 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	375,39 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	312,48 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),wc,Rd}$	<b>312,48 [kN]</b>
Resistenza relativa all'anima della colonna	$b_{eff,t,wt}$	304,29 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3+4+5),wt,Rd}$	<b>494,11 [kN]</b>
Resistenza potenziale della seconda, terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd}$	<b>312,48 [kN]</b>

#### Resistenze potenziali delle righe ed eventuale ridistribuzione

RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	235,26 [kN]
RIGA 2°	$F_{tr,2,Rd}$	228,14 [kN]
RIGA 3°	$F_{tr,3,Rd}$	29,72 [kN]
RIGA 4°	$F_{tr,4,Rd}$	18,30 [kN]
RIGA 5°	$F_{tr,5,Rd}$	36,33 [kN]
RIGA 1°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_1$	275,10 [mm]
RIGA 2°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_2$	195,10 [mm]

RIGA 3°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_3$	140,10 [mm]
RIGA 4°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_4$	90,10 [mm]
RIGA 5°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_5$	35,10 [mm]



#### Resistenze potenziali "ridotte" delle righe ed eventuale redistribuzione

Resistenza a trazione del singolo bullone	$F_{t,Rd}$	335,16 [kN]
RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	235,26 [kN]
RIGA 2° - ridotta	$F_{tr,2,Rd,red}$	228,14 [kN]
RIGA 3° - ridotta	$F_{tr,3,Rd,red}$	29,72 [kN]
RIGA 4° - ridotta	$F_{tr,4,Rd,red}$	18,30 [kN]
RIGA 5° - ridotta	$F_{tr,5Rd,red}$	36,33 [kN]

#### Resistenza della trave soggetta a compressione

Momento resistente della trave	$M_{c,Rd}$	96,01 [kNm]
--------------------------------	------------	-------------

#### **Resistenza dell'ala e dell'anima in compressione**

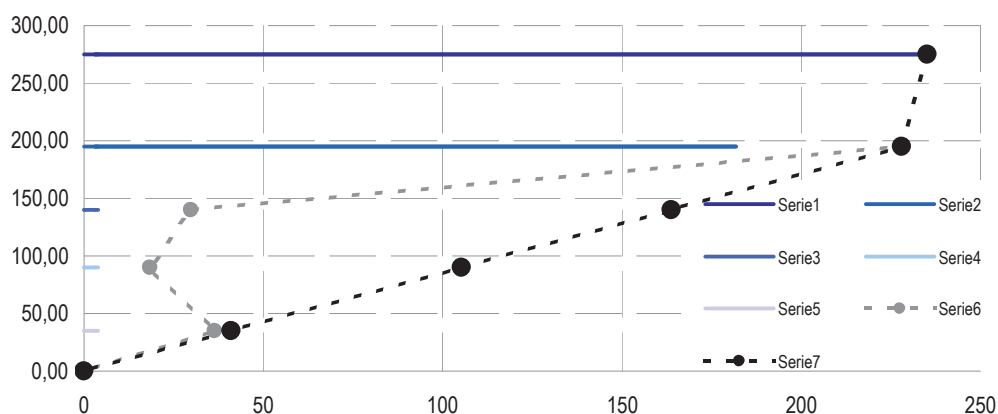
$F_{c,ft,Rd}$	<b>417,09 [kN]</b>
---------------	--------------------

#### Resistenza a taglio del pannello d'anima

Larghezza dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$b_s$	190,40 [mm]
Spessore dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$t_s$	6,00 [mm]
Area della colonna resistente a taglio + eventuale piastra d'anima	$A_{vc,tot}$	3056,40 [mm <sup>2</sup> ]
Resistenza del pannello d'anima non irrigidito	$V_{wp,Rd}$	415,94 [kN]
Momento resistente plastico dell'ala della colonna	$M_{pl,fc,Rd}$	0,75 [kNm]
Momento resistente plastico degli irrigidimenti	$M_{pl,st,Rd}$	0,75 [kNm]
Resistenze incrementali del pannello d'anima	$V_{wp,add,Rd,1}$	13,11 [kN]
	$V_{wp,add,Rd,2}$	13,03 [kN]
	$V_{wp,add,Rd}$	13,03 [kN]

Resistenza complessiva del pannello d'anima irrigidito	$V_{wp,Rd,tot}$	428,97 [kN]
Resistenza a trazione	$F_{wp,Rd,tot}$	428,97 [kN]
<b><u>Ridistribuzione delle resistenze delle righe</u></b>		
Resistenza a trazione complessiva di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd}$	547,74 [kN]
Resistenza minima relativa alla zona compressa	$F_{c,Rd,min}$	417,09 [kN]
Gap tra la resistenza complessiva delle righe e quella minima a compress.	$\Delta F_{Rd}$	-130,65 [kN]
RIGA 1° - effettiva	$F_{tr,1,Rd,eff}$	235,26 [kN]
RIGA 2° - effettiva	$F_{tr,2,Rd,eff}$	181,83 [kN]
RIGA 3° - effettiva	$F_{tr,3,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 4° - effettiva	$F_{tr,4,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - effettiva	$F_{tr,5Rd,eff}$	0,00 [kN]
Resistenza complessiva ridotta di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd,eff}$	417,09 OK

### Resistenze effettive delle righe



### Determinazione del momento resistente del giunto

Momento resistente della connessione	$M_{j,Rd}$	100,20 [kNm]
Momento elastico della connessione	$M_{j,El}$	66,80 [kNm]
La connessione è classificata a completo ripristino di resistenza		

### CALCOLO RIGIDEZZA DEL NODO

Anima della colonna soggetta a trazione

[mm]

$$t_{w,eff} = 1,5 t_{wc} = 9,3$$

Vedi punto 6.2.6.3

$k_3$	3,32	1 fila di Bulloni
$k_3$	3,35	2 fila di Bulloni
$k_3$	3,26	3 fila di Bulloni
$k_3$	3,26	4 fila di Bulloni
$k_3$	3,35	5 fila di Bulloni

$$k_3 = \frac{0,7 b_{\text{eff}, t, w_c} t_{w_c}}{d_c}$$

$t_{w_c}$  = spessore anima

**Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_4$	12,35	1 fila di Bulloni
$k_4$	12,49	2 fila di Bulloni
$k_4$	12,14	3 fila di Bulloni
$k_4$	12,14	4 fila di Bulloni
$k_4$	12,49	5 fila di Bulloni

$$k_4 = \frac{0,9 I_{\text{eff}} t_{f_c}^3}{m^3}$$

$t_{f_c}$  = spessore flangia colonna

**Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_5$	11,66	1 fila di Bulloni
$k_5$	88,97	2 fila di Bulloni
$k_5$	86,53	3 fila di Bulloni
$k_5$	86,53	4 fila di Bulloni
$k_5$	88,97	5 fila di Bulloni

$$k_5 = \frac{0,9 I_{\text{eff}} t_p^3}{m^3}$$

$t_p$  = spessore della piastra

**Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)**

$k_{10}$	6,90	1 fila di Bulloni
$K_{10}$	6,90	2 fila di Bulloni
$K_{10}$	6,90	3 fila di Bulloni
$K_{10}$	6,90	4 fila di Bulloni
$K_{10}$	6,90	5 fila di Bulloni

$$k_{10} = 1,6 A_s / L_b \text{ pre-caricati o non pre-caricati}$$

$A_s$  = area resistente a trazione del bullone

**Coefficiente di rigidità efficace per singola fila di bulloni:**

$K_{\text{eff}1}$	1,63
$K_{\text{eff}2}$	1,87
$K_{\text{eff}3}$	1,83
$K_{\text{eff}4}$	1,83
$K_{\text{eff}5}$	1,87

**Calcolo braccio della coppia equivalente**

	[mm]
$t_{\text{rondella}}$	3

$S_{p, \text{dado}}$	22
----------------------	----

$L_b$	56,8
-------	------

$S_{p, \text{testa bullone}}$	18
-------------------------------	----

$h_{r,1}$	275,1
$h_{r,2}$	195,1
$h_{r,3}$	140,1
$h_{r,4}$	90,1
$h_{r,5}$	35,1

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

$Z_{eq}$	190,43
----------	--------

Coefficiente di rigidezza equivalente:

$K_{eq}$	6,84
----------	------

$$K_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}}$$

### RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

	N mm	kN m
$S_j$	8,22E+09	8,22E+03

$$S_j = \frac{E z^2}{\mu \sum \frac{1}{k_i}}$$

### RAPPORTO RIGIDENZE

Funz. "SE"	6,33	* Calcolo di "μ"
------------	------	------------------

1,07

$S_{j,ini} / (k_b * E * I_b / L_b)$

CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI  
SECONDO LA RIGIDEZZA

Tipologia di connessione
$\Psi =$ 2,7

ZONA 1	RIGIDO
ZONA 2	NO
ZONA 3	NO

$M_{sd}$ [kN m]	$M_{Rd}$ [kN m]
126,8	9,60E+01

### RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ( "μ" =1 )

	[N mm]	kN m
$S_{j,ini}$	5,21E+10	5,21E+04

### Per Strutture contro.

$k_b$  8

### Per tutte le altre strutt.

$k_b$  25

$I_B$  1340

**ZONA 1:** Rigido, se  $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$

	[N mm]	kN m
$k_b * E * I_b / L_b =$	4,8795E+10	48795,22

figura 5.4 **Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità**

Legenda

$K_b$  È il valore medio del rapporto  $I_b/L_b$  per tutte le travi di testa del piano considerato

$K_c$  È il valore medio del rapporto  $I_c/L_c$  per tutte le colonne del piano considerato

$I_b$  È il momento di inerzia della trave

$I_c$  È il momento di inerzia della colonna

$L_b$  È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

$L_c$  È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se  $S_{j,ini} \geq K_b E I_b / L_b$

dove:

$K_b$  = 8 per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

$K_b$  = 25 per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani  $K_c/K_b \geq 0,1$ <sup>\*)</sup>

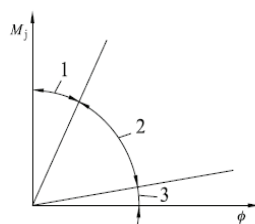
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se  $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

<sup>\*)</sup> Nei telai per i quali  $K_c/K_b < 0,1$  i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	4,8795E+10	48795,22
ZONA 2: Semi-rigidi		
ZONA 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b$		
$0,5 k_b \cdot E \cdot I_b / L_b =$	3049701493	

## VERIFICA DEL NODO TRAVE-COLONNA

Il dimensionamento viene eseguito considerando il momento massimo trasferibile dalla sezione degli elementi collegati (momento resistente IPE 270)

### GIUNTO FLANGIATO IRRIGIDITO TRAVE - COLONNA – NTC2008

	IPE 270	
	S 275	
<b>TRAVE</b>		
<u>Materiale</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio del profilo	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del profilo	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio del profilo	$E_t$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
<u>Caratteristiche meccaniche della trave</u>		
Altezza della sezione trasversale	$h_t$	270,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_t$	135,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,60 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,20 [mm]
Raggio di raccordo	$r_t$	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_t$	4590,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,t}$	249,60 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	219,60 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{t,y}$	5,790E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{t,el,y}$	4,289E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{t,pl,y}$	4,840E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{t,v}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]
<u>Classificazione del profilo</u>		
Valore di snervamento dell'acciaio delle ali	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio delle ali	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Larghezza di metà ala al netto del raggio di raccordo	$c$	49,20 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,t}$	10,20 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto c/t	$(c/t_{f,t})/\varepsilon$	5,22 [-]
<b>Classificazione delle ali (tensioni di compressione costanti)</b>	<b>CL<sub>f,compressione</sub></b>	<b>1</b> [-]
Valore di snervamento dell'acciaio dell'anima	$f_{yk,t}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio dell'anima	$f_{uk,t}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Altezza dell'anima	$h_{w,t}$	219,60 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,t}$	6,60 [mm]
Rapporto di resistenza	$\varepsilon$	0,92 [-]
Rapporto $h_w/t$	$h/t_{w,t} \cdot \varepsilon$	35,99 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni a farfalla)	Classe 10.9 CL <sub>w,flessione</sub>	1 [-]
Classificazione dell'anima (distribuzione tensioni costanti)	CL <sub>w,compressione</sub>	2 [-]
<b>Classificazione complessiva del profilo</b>		<b>2</b> [-]
<u>Momento resistente del profilo</u>		
Momento resistente plastico	$M_{pl,Rd}$	126,76 [kNm]

Momento resistente elastico	$M_{el,Rd}$	112,33 [kNm]
<b>Momento resistente del profilo</b>	IPE 270	<b>126,76 [kNm]</b>
<b>BULLONI</b>	S 275	

#### Classe dei bulloni e diametri

Valore di snervamento dell'acciaio del bullone	$f_{yb}$	900,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio del bullone	$f_{ub}$	1000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio del profilo	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]
Diametro dei bulloni	$d$	22 [mm]
Diametro dei fori (secondo il D.M. 14/01/2008)	$d_0$	23,50 [mm]
Area della porzione filettata del gambo del bullone	$A_s$	303,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### **COLONNA E IRRIGIDIMENTI**

##### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della colonna	$E_c$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della colonna	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Caratteristiche meccaniche della colonna

Altezza della sezione trasversale	S 275	270,00 [mm]
Larghezza della sezione trasversale	$b_c$	135,00 [mm]
Spessore dell'anima	$t_{w,c}$	6,60 [mm]
Spessore dell'ala	$t_{f,c}$	10,20 [mm]
Raggio di raccordo	$r_c$	15,00 [mm]
Area della sezione trasversale	$A_c$	4590,00 [mm <sup>2</sup> ]
Altezza della sezione trasversale al netto delle ali	$h_{i,c}$	249,60 [mm]
Altezza dell'anima	$h_{w,c}$	219,60 [mm]
Momento d'inerzia della sezione trasversale	$I_{c,y}$	5,790E+07 [mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{c,el,y}$	4,289E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{c,pl,y}$	4,840E+05 [mm <sup>3</sup> ]
Area resistente a taglio	$A_{cV}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]

#### **FLANGIA DI ESTREMITA'**

##### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

##### Geometria

Altezza della flangia	$h_p$	430,0 [mm]
Larghezza della flangia	$b_p$	135,0 [mm]
Spessore della flangia	$t_p$	24,0 [mm]
Passo orizzontale tra i bulloni	$w$	77,0 [mm]
Distanza tra l'estremità superiore della flangia e l'estradosso dell'ala sup.	$h_1$	80,0 [mm]

Distanza tra l'intradosso dell'ala sup. e la seconda riga di bulloni

Distanza tra l'estremità inferiore della flangia e l'intradosso dell'ala inf.

Distanza orizzontale dei bulloni dal bordo della flangia

$h_2$  37,80 [mm]

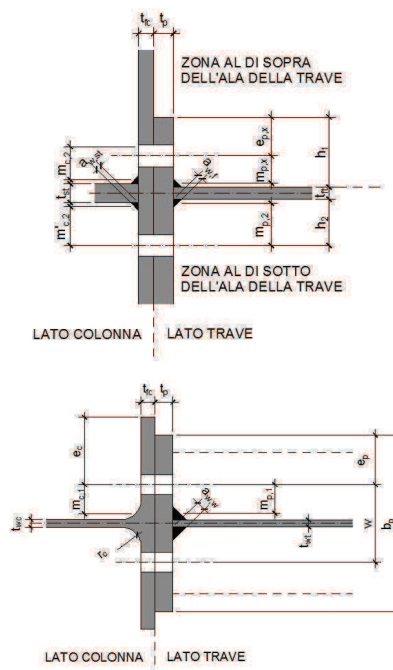
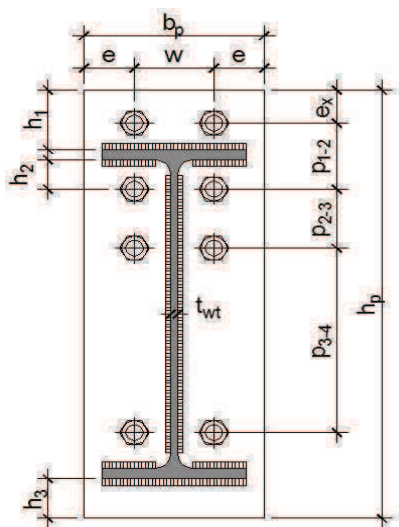
$h_3$  80,00 [mm]

$e_p$  29,00 [mm]

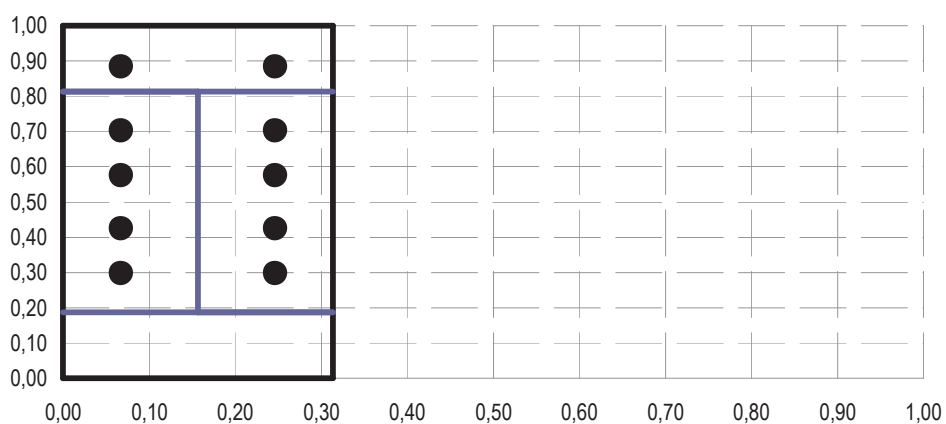
#### Righe di bulloni

- 1° Riga (riga al di sopra dell'ala della trave)
- 2° Riga (prima riga al di sotto dell'ala della trave)
- 3° Riga (seconda riga al di sotto dell'ala della trave)
- 4° Riga (terza riga al di sotto dell'ala della trave)
- 5° Riga (quarta riga al di sotto dell'ala della trave)

1	$e_{x,p}$	50,0 [mm]
1	$p_{1-2}$	78,0 [mm]
1	$p_{2-3}$	55,0 [mm]
1	$p_{3-4}$	64,0 [mm]
1	$p_{4-5}$	55,0 [mm]



#### Geometria del giunto



### Irrigidimenti del pannello d'anima

	S 275	
Altezza degli irrigidimenti	$c_{st}$	56,0 [mm]
Altezza massima degli irrigidimenti	$c_{st,max}$	64,20 [mm]
Base degli irrigidimenti	$b_{st}$	249,60 [mm]
Spessore degli irrigidimenti	$t_{st}$	10,0 [mm]
Distanza tra gli irrigidimenti	$d_{st}$	259,80 [mm]

### Saldature

Altezza di gola del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f}$	7,21 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra ala e flangia	$a_{w,f,max}$	7,21 [mm]
Altezza di gola del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w}$	4,67 [mm]
Altezza di gola massima del cordone tra anima e flangia	$a_{w,w,max}$	4,67 [mm]
Altezza di gola del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st}$	4,67 [mm]
Altezza di gola massima del cordone degli irrigidimenti	$a_{w,st,max}$	4,67 [mm]

### Grandezze geometriche ausiliarie

Lato colonna	$m_{c,1}$	23,20 [mm]
	$m_{c,2}$	24,72 [mm]
	$m'_{c,2}$	32,52 [mm]
	$e_c$	29,00 [mm]
	$e_{min}$	29,00 [mm]
	$n_c$	29,00 [mm]

Lato trave	$e_{x,p}$	50,00 [mm]
	$m_{p,x}$	21,84 [mm]
	$n_{p,x}$	27,30 [mm]
	$m_{p,1}$	29,92 [mm]
	$m_{p,2}$	29,64 [mm]
	$n_p$	29,00 [mm]

### PIASTRE RINFORZO COLONNA

#### Materiale

Valore di snervamento dell'acciaio della flangia	$f_{yk,p}$	275,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della flangia	$f_{uk,p}$	430,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo di elasticità dell'acciaio della flangia	$E_p$	210000,00 [N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M0}$	1,05 [-]
Coefficiente di sicurezza dell'acciaio della flangia	$\gamma_{M2}$	1,25 [-]

#### Geometria

Altezza della piastra	$h_p$	430,0 [mm]
Larghezza della piastra	$b_p$	61,20 [mm]
Spessore della piastra	$t_p$	20,0 [mm]

### RIGA 1°

#### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$l_{eff,cp1}$	145,77 [mm]
	$l_{eff,cp2}$	130,88
	min $l_{eff,cp1}$ e $l_{eff,cp2}$	130,88
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,444 [-]
	$\lambda_2$	0,473 [-]

Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,1}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	162,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,89 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,43 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,11 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,colonna}$	449,24 [kN]
	$F_{1,2,Rd,colonna}$	284,79 [kN]
	$F_{1,3,Rd,colonna}$	436,32 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd,colonna}</math></b>	<b>284,79 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp,1}$	137,24 [mm]
	$L_{eff,cp,2}$	145,62 [mm]
	$L_{eff,cp,3}$	126,62 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{eff,nc,1}$	149,87 [mm]
	$L_{eff,nc,2}$	103,94 [mm]
	$L_{eff,nc,3}$	67,50 [mm]
	$L_{eff,nc,4}$	113,44 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,55 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,55 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{1,1,Rd,flangia}$	466,19 [kN]
	$F_{1,2,Rd,flangia}$	346,00 [kN]
	$F_{1,3,Rd,flangia}$	436,32 [kN]
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd,flangia}</math></b>	<b>346,00 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della prima riga</b>	<b><math>F_{tr,1,Rd}</math></b>	<b>284,79 [kN]</b>
<b>RIGA 2°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	145,77 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,444 [-]
	$\lambda_2$	0,623 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{colonna,2}$	5,75 [-]
	$L_{eff,nc}$	133,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,91 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,91 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,49 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{2,1,Rd,colonna}$	457,87 [kN]
	$F_{2,2,Rd,colonna}$	277,22 [kN]
	$F_{2,3,Rd,colonna}$	436,32 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>	<b><math>F_{tr,2,Rd,colonna}</math></b>	<b>277,22 [kN]</b>
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{eff,cp}$	187,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$\lambda_1$	0,508 [-]
	$\lambda_2$	0,503 [-]
Valore del coefficiente $\alpha$	$\alpha_{trave,2}$	5,30 [-]
	$L_{eff,nc}$	158,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	5,98 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  5,98 [kNm]  
 Resistenze potenziali a trazione  $F_{2,1,Rd,flangia}$  799,54 [kN]  
 $F_{2,2,Rd,flangia}$  417,76 [kN]  
 $F_{2,3,Rd,flangia}$  436,32 [kN]

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

##### Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace  $b_{eff,t,wt}$  158,56 [mm]

#### Resistenza relativa all'anima della trave in trazione

##### Resistenza potenziale della seconda riga

$F_{tr,2,wt,Rd}$  274,08 [kN]

$F_{tr,2,Rd}$  274,08 [kN]

RIGA 3°

##### Ala della colonna soggetta a flessione

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{eff,cp}$  145,77 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{eff,nc}$  129,05 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  0,88 [kNm]

Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo  $M_{bp,Rd}$  3,38 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  0,88 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{3,1,Rd,colonna}$  442,94 [kN]  
 $F_{3,2,Rd,colonna}$  276,08 [kN]  
 $F_{3,3,Rd,colonna}$  436,32 [kN]

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{eff,cp}$  187,97 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{eff,nc}$  155,92 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  5,88 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  5,88 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{3,1,Rd,flangia}$  786,22 [kN]  
 $F_{3,2,Rd,flangia}$  414,38 [kN]  
 $F_{3,3,Rd,flangia}$  436,32 [kN]


#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

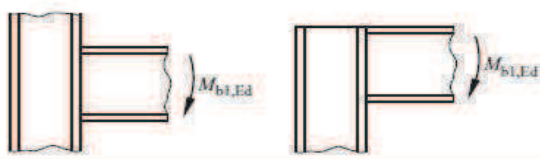
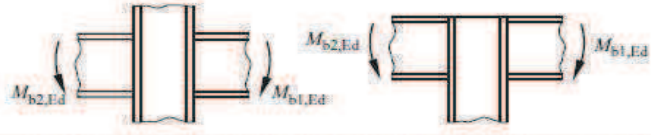
##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione  $\beta$

$\beta$  1,00 [-]

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione  $\beta$

Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di $\beta$
	$M_{bt,Ed}$	$\beta \approx 1$

Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di $\beta$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta = 0^1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$

<sup>1)</sup> In questo caso il valore di  $\beta$  rappresenta il valore esatto più che una sua approssimazione

Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	145,77 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$b'_{eff,t,wc}$	129,05 [mm]
Coefficienti $\omega_1$	$A_{vc}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]
	$\omega_{1,A}$	0,90 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,92 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,71 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,75 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,90 [-]
	$\omega'$	0,92 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,3,wc,Rd}$	225,78 [kN]
	$F'_{t,3,wc,Rd}$	204,28 [kN]
	$F_{tr,3,wc,Rd}$	204,28 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>		
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	155,92 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	$F_{tr,3,wt,Rd}$	269,51 [kN]
<b>Resistenza potenziale della terza riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,3,Rd}$	204,28 [kN]
<b>RIGA 4°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quarta riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,4,Rd}$	204,28 [kN]
<b>RIGA 5°</b>		
<b>Resistenza potenziale della quinta riga presa singolarmente</b>	$F_{tr,5,Rd}$	204,28 [kN]
<b>RIGA 2° + 3°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	237,88 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	215,90 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,47 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	5,65 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,47 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,colonna}$	741,04 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,colonna}$	541,15 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,colonna}$	872,64 [kN]
	$F_{tr,(2+3),Rd,colonna}$	541,15 [kN]
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>		
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3),eff,cp}$	258,99 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3),eff,nc}$	241,06 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	9,09 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	9,09 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3),1,Rd,flangia}$	1215,56 [kN]
	$F_{(2+3),2,Rd,flangia}$	738,15 [kN]
	$F_{(2+3),3,Rd,flangia}$	872,64 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3),Rd,flangia}</math></b>	<b>738,15 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>		
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	237,88 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	215,90 [mm]
	$A_{vc}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$\omega_{1,A}$	0,78 [-]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,B}$	0,81 [-]
	$\omega_{2,A}$	0,53 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,B}$	0,56 [-]
	$\omega$	0,78 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega'$	0,81 [-]
	$F_{t,(2+3),wc,Rd}$	319,76 [kN]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F'_{t,(2+3),wc,Rd}$	300,88 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3),wc,Rd}</math></b>	<b>300,88 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>		
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	241,06 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,(2+3),wt,Rd}</math></b>	<b>416,69 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della seconda e terza riga</b>	<b><math>F_{tr,(2+3),Rd}</math></b>	<b>300,88 [kN]</b>
<b>RIGA 3° + 4°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	238,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	119,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	0,81 [kNm]
Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo	$M_{bp,Rd}$	3,12 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	0,81 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,colonna}$	408,44 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,colonna}$	515,86 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,colonna}$	872,64 [kN]
	<b><math>F_{tr,(3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>408,44 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>		
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(3+4),eff,cp}$	238,00 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(3+4),eff,nc}$	119,00 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	4,49 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	4,49 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(3+4),1,Rd,flangia}$	600,07 [kN]
	$F_{(3+4),2,Rd,flangia}$	581,88 [kN]
	$F_{(3+4),3,Rd,flangia}$	872,64 [kN]

**Resistenza relativa alla flangia inflessa****Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione  $\beta$ 

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$ Coefficienti  $\omega_2$ Coefficienti  $\omega$ 

Resistenze a trazione dell'anima della colonna

**Resistenza relativa all'anima della colonna****Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace

**Resistenza relativa all'anima della trave in trazione****Resistenza potenziale della terza e quarta riga****RIGA 4° + 5°****Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 1 con piastre di rinforzo

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione****Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari

Momento resistente per il MODO 1

Momento resistente per il MODO 2

Resistenze potenziali a trazione

**Resistenza relativa alla flangia inflessa****Anima della colonna soggetta a trazione**Parametro di trasformazione  $\beta$ 

Larghezze efficaci

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio

Coefficienti  $\omega_1$  $F_{tr,(3+4),Rd,flangia}$ **581,88 [kN]** $\beta$ 

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$ 

238,00 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$ 

119,00 [mm]

 $A_{vc}$ 2214,00 [mm<sup>2</sup>] $\omega_{1,A}$ 

0,78 [-]

 $\omega_{1,B}$ 

0,93 [-]

 $\omega_{2,A}$ 

0,53 [-]

 $\omega_{2,B}$ 

0,78 [-]

 $\omega$ 

0,78 [-]

 $\omega'$ 

0,93 [-]

 $F_{t,(3+4),wc,Rd}$ 

319,85 [kN]

 $F'_{t,(3+4),wc,Rd}$ 

190,69 [kN]

 $F_{tr,(3+4),wc,Rd}$ **190,69 [kN]** $b_{eff,t,wt}$ 

119,00 [mm]

 $F_{tr,(3+4),wt,Rd}$ **205,70 [kN]** $F_{tr,(3+4),Rd}$ **190,69 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$ 

255,88 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$ 

224,90 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$ 

1,53 [kNm]

 $M_{bp,Rd}$ 

5,89 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$ 

1,53 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,colonna}$ 

771,93 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,colonna}$ 

543,50 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,colonna}$ 

872,64 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,colonna}$ **543,50 [kN]** $L_{(4+5),eff,cp}$ 

297,97 [mm]

 $L_{(4+5),eff,nc}$ 

210,92 [mm]

 $M_{pl,1,Rd}$ 

7,95 [kNm]

 $M_{pl,2,Rd}$ 

7,95 [kNm]

 $F_{(4+5),1,Rd,flangia}$ 

1063,57 [kN]

 $F_{(4+5),2,Rd,flangia}$ 

699,56 [kN]

 $F_{(4+5),3,Rd,flangia}$ 

872,64 [kN]

 $F_{tr,(4+5),Rd,flangia}$ **699,56 [kN]** $\beta$ 

1,00 [-]

 $b_{eff,t,wc}$ 

255,88 [mm]

 $b'_{eff,t,wc}$ 

224,90 [mm]

 $A_{vc}$ 2214,00 [mm<sup>2</sup>] $\omega_{1,A}$ 

0,75 [-]

Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{1,B}$	0,79 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega_{2,A}$	0,50 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,55 [-]
	$\omega$	0,75 [-]
	$\omega'$	0,79 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(4+5),wc,Rd}$	333,75 [kN]
	$F'_{t,(4+5),wc,Rd}$	308,85 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),wc,Rd}</math></b>	<b>308,85 [kN]</b>
<b>Anima della trave soggetta a trazione</b>		
Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	210,92 [mm]
<b>Resistenza relativa all'anima della trave in trazione</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),wt,Rd}</math></b>	<b>364,58 [kN]</b>
<b>Resistenza potenziale della quarta e quinta riga</b>	<b><math>F_{tr,(4+5),Rd}</math></b>	<b>308,85 [kN]</b>
<b>RIGA 2° + 3° + 4°</b>		
<b>Ala della colonna soggetta a flessione</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	383,77 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	252,40 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	1,72 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	1,72 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,colonna}$	296,45 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,colonna}$	793,08 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,colonna}$	1308,96 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,colonna}</math></b>	<b>296,45 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione</b>		
<b>Flessione della flangia di estremità</b>		
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4),eff,cp}$	425,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4),eff,nc}$	277,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	10,47 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	10,47 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4),1,Rd,flangia}$	1399,61 [kN]
	$F_{(2+3+4),2,Rd,flangia}$	999,65 [kN]
	$F_{(2+3+4),3,Rd,flangia}$	1308,96 [kN]
	<b><math>F_{tr,(2+3+4),Rd,flangia}</math></b>	<b>999,65 [kN]</b>
<b>Resistenza relativa alla flangia inflessa</b>		
<b>Anima della colonna soggetta a trazione</b>		
Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	383,77 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	252,40 [mm]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$A_{vc}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,A}$	0,61 [-]
	$\omega_{1,B}$	0,76 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,A}$	0,36 [-]
	$\omega_{2,B}$	0,50 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega$	0,61 [-]
	$\omega'$	0,76 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	403,61 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4),wc,Rd}$	331,14 [kN]
<b>Resistenza relativa all'anima della colonna</b>	<b><math>F_{tr,(2+3+4),wc,Rd}</math></b>	<b>331,14 [kN]</b>

**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace  $b_{eff,t,wt}$  277,56 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione  $F_{tr,(2+3+4),wt,Rd}$  479,78 [kN]

Resistenza potenziale della seconda, terza e quarta riga  $F_{tr,(2+3+4),Rd}$  296,45 [kN]

**RIGA 3° + 4° + 5°**

**Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(3+4+5),eff,cp}$  383,77 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(3+4+5),eff,nc}$  248,05 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  1,69 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  1,69 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{(3+4+5),1,Rd,colonna}$  291,34 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,colonna}$  791,94 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,colonna}$  1308,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,colonna}$  291,34 [kN]

Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

**Flessione della flangia di estremità**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(3+4+5),eff,cp}$  425,97 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(3+4+5),eff,nc}$  274,92 [mm]

Momento resistente per il MODO 1  $M_{pl,1,Rd}$  10,37 [kNm]

Momento resistente per il MODO 2  $M_{pl,2,Rd}$  10,37 [kNm]

Resistenze potenziali a trazione  $F_{(3+4+5),1,Rd,flangia}$  1386,29 [kN]

$F_{(3+4+5),2,Rd,flangia}$  996,26 [kN]

$F_{(3+4+5),3,Rd,flangia}$  1308,96 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),Rd,flangia}$  996,26 [kN]

Resistenza relativa alla flangia inflessa

**Anima della colonna soggetta a trazione**

Parametro di trasformazione  $\beta$  1,00 [-]

Larghezze efficaci  $b_{eff,t,wc}$  383,77 [mm]

$b'_{eff,t,wc}$  248,05 [mm]

Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio  $A_{vc}$  2214,00 [mm<sup>2</sup>]

Coefficienti  $\omega_1$   $\omega_{1,A}$  0,61 [-]

$\omega_{1,B}$  0,76 [-]

Coefficienti  $\omega_2$   $\omega_{2,A}$  0,36 [-]

$\omega_{2,B}$  0,51 [-]

Coefficienti  $\omega$   $\omega$  0,61 [-]

$\omega'$  0,76 [-]

Resistenze a trazione dell'anima della colonna  $F_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  403,61 [kN]

$F'_{t,(3+4+5),wc,Rd}$  327,81 [kN]

$F_{tr,(3+4+5),wc,Rd}$  327,81 [kN]

Resistenza relativa all'anima della colonna

**Anima della trave soggetta a trazione**

Larghezza efficace  $b_{eff,t,wt}$  274,92 [mm]

Resistenza relativa all'anima della trave in trazione  $F_{tr,(3+4+5),wt,Rd}$  475,21 [kN]

Resistenza potenziale della terza, quarta e quinta riga  $F_{tr,(3+4+5),Rd}$  291,34 [kN]

**RIGA 2° + 3° + 4° + 5°**

**Ala della colonna soggetta a flessione**

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari  $L_{(2+3+4+5),eff,cp}$  493,77 [mm]

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari  $L_{(2+3+4+5),eff,nc}$  307,40 [mm]

Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	2,09 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	2,09 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,colonna}$	361,04 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,colonna}$	1049,83 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,colonna}$	1745,28 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,colonna}$	<b>361,04 [kN]</b>

#### Resistenza relativa all'ala della colonna soggetta a flessione

##### Flessione della flangia di estremità

Lunghezze efficaci per percorsi di collasso circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,cp}$	535,97 [mm]
Lunghezze efficaci per percorsi di collasso non circolari	$L_{(2+3+4+5),eff,nc}$	332,56 [mm]
Momento resistente per il MODO 1	$M_{pl,1,Rd}$	12,54 [kNm]
Momento resistente per il MODO 2	$M_{pl,2,Rd}$	12,54 [kNm]
Resistenze potenziali a trazione	$F_{(2+3+4+5),1,Rd,flangia}$	1676,96 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),2,Rd,flangia}$	1284,83 [kN]
	$F_{(2+3+4+5),3,Rd,flangia}$	1745,28 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd,flangia}$	<b>1284,83 [kN]</b>

#### Resistenza relativa alla flangia inflessa

##### Anima della colonna soggetta a trazione

Parametro di trasformazione $\beta$	$\beta$	1,00 [-]
Larghezze efficaci	$b_{eff,t,wc}$	493,77 [mm]
	$b'_{eff,t,wc}$	307,40 [mm]
	$A_{vc}$	2214,00 [mm <sup>2</sup> ]
Area della sezione trasversale della colonna resistente a taglio	$\omega_{1,A}$	0,51 [-]
Coefficienti $\omega_1$	$\omega_{1,B}$	0,69 [-]
	$\omega_{2,A}$	0,29 [-]
Coefficienti $\omega_2$	$\omega_{2,B}$	0,43 [-]
	$\omega$	0,51 [-]
Coefficienti $\omega$	$\omega'$	0,69 [-]
Resistenze a trazione dell'anima della colonna	$F_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	436,89 [kN]
	$F'_{t,(2+3+4+5),wc,Rd}$	367,41 [kN]
	$F_{tr,(2+3+4+5),wc,Rd}$	<b>367,41 [kN]</b>

#### Resistenza relativa all'anima della colonna

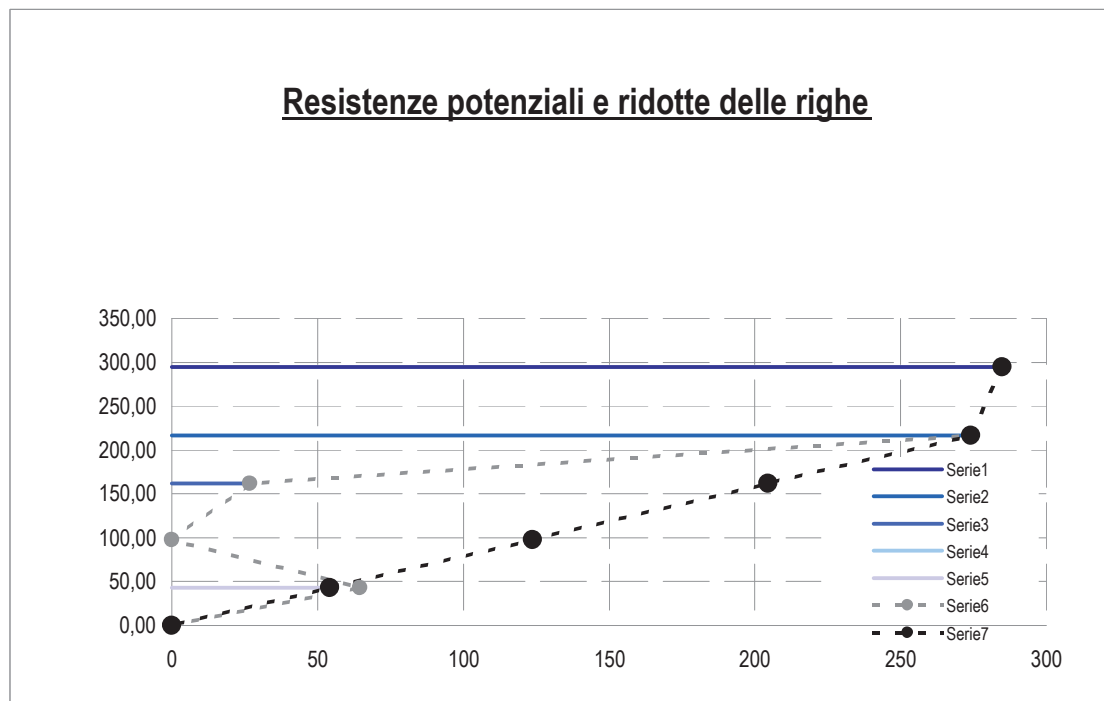
##### Anima della trave soggetta a trazione

Larghezza efficace	$b_{eff,t,wt}$	332,56 [mm]
Resistenza relativa all'anima della trave in trazione	$F_{tr,(2+3+4+5),wt,Rd}$	<b>574,85 [kN]</b>
Resistenza potenziale della seconda, terza, quarta e quinta riga	$F_{tr,(2+3+4+5),Rd}$	<b>361,04 [kN]</b>

#### Resistenze potenziali delle righe ed eventuale redistribuzione

RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	284,79 [kN]
RIGA 2°	$F_{tr,2,Rd}$	274,08 [kN]
RIGA 3°	$F_{tr,3,Rd}$	26,80 [kN]
RIGA 4°	$F_{tr,4,Rd}$	0,00 [kN]
RIGA 5°	$F_{tr,5Rd}$	64,60 [kN]
RIGA 1°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$z_1$	294,90 [mm]
RIGA 2°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$z_2$	216,90 [mm]

RIGA 3°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_3$	161,90 [mm]
RIGA 4°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_4$	97,90 [mm]
RIGA 5°: braccio di leva rispetto al centro delle compressioni	$Z_5$	42,90 [mm]



#### Resistenze potenziali "ridotte" delle righe ed eventuale redistribuzione

Resistenza a trazione del singolo bullone	$F_{t,Rd}$	414,50 [kN]
RIGA 1°	$F_{tr,1,Rd}$	284,79 [kN]
RIGA 2° - ridotta	$F_{tr,2,Rd,red}$	274,08 [kN]
RIGA 3° - ridotta	$F_{tr,3,Rd,red}$	26,80 [kN]
RIGA 4° - ridotta	$F_{tr,4,Rd,red}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - ridotta	$F_{tr,5Rd,red}$	54,21 [kN]

#### Resistenza della trave soggetta a compressione

Momento resistente della trave	$M_{c,Rd}$	126,76 [kNm]
--------------------------------	------------	--------------

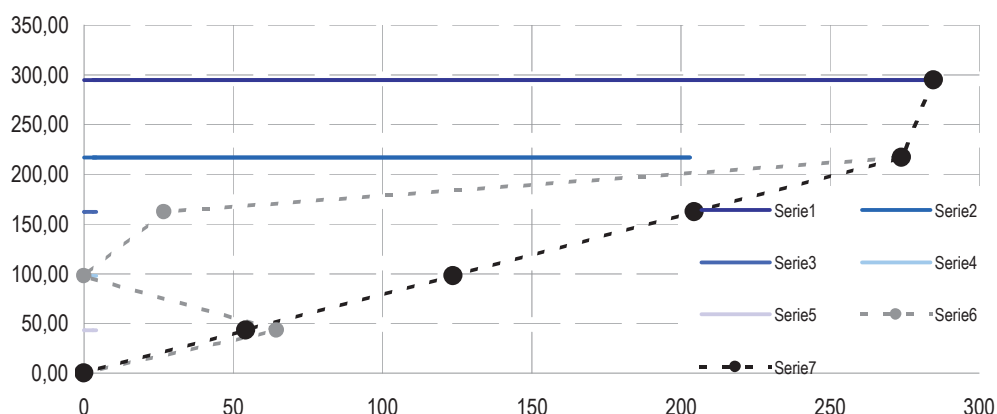
<b>Resistenza dell'ala e dell'anima in compressione</b>	<b><math>F_{c,ft,Rd}</math></b>	<b>487,92 [kN]</b>
---	---------------------------------	--------------------

#### Resistenza a taglio del pannello d'anima

Larghezza dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$b_s$	219,60 [mm]
Spessore dell'eventuale piastra supplementare d'anima	$t_s$	6,00 [mm]
Area della colonna resistente a taglio + eventuale piastra d'anima	$A_{vc,tot}$	3531,60 [mm <sup>2</sup> ]
Resistenza del pannello d'anima non irrigidito	$V_{wp,Rd}$	480,61 [kN]
Momento resistente plastico dell'ala della colonna	$M_{pl,fc,Rd}$	0,92 [kNm]
Momento resistente plastico degli irrigidimenti	$M_{pl,st,Rd}$	0,73 [kNm]
Resistenze incrementali del pannello d'anima	$V_{wp,add,Rd,1}$	14,16 [kN]
	$V_{wp,add,Rd,2}$	12,72 [kN]
	$V_{wp,add,Rd}$	12,72 [kN]

Resistenza complessiva del pannello d'anima irrigidito	$V_{wp,Rd,tot}$	493,34 [kN]
Resistenza a trazione	$F_{wp,Rd,tot}$	493,34 [kN]
<u>Ridistribuzione delle resistenze delle righe</u>		
Resistenza a trazione complessiva di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd}$	639,87 [kN]
Resistenza minima relativa alla zona compressa	$F_{c,Rd,min}$	487,92 [kN]
Gap tra la resistenza complessiva delle righe e quella minima a compress.	$\Delta F_{Rd}$	-151,95 [kN]
RIGA 1° - effettiva	$F_{tr,1,Rd,eff}$	284,79 [kN]
RIGA 2° - effettiva	$F_{tr,2,Rd,eff}$	203,13 [kN]
RIGA 3° - effettiva	$F_{tr,3,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 4° - effettiva	$F_{tr,4,Rd,eff}$	0,00 [kN]
RIGA 5° - effettiva	$F_{tr,5Rd,eff}$	0,00 [kN]
Resistenza complessiva ridotta di tutte le righe	$\Sigma F_{tr,i,Rd,eff}$	487,92 NO

### Resistenze effettive delle righe



### Determinazione del momento resistente del giunto

Momento resistente della connessione	$M_{j,Rd}$	128,04 [kNm]
Momento elastico della connessione	$M_{j,El}$	85,36 [kNm]
La connessione è classificata a completo ripristino di resistenza		

### CALCOLO RIGIDEZZA DEL NODO

Anima della colonna soggetta a trazione

[mm]

$$t_{w,eff} = 1,5 t_{wc} = 9,9$$

Vedi punto 6.2.6.3

$k_3$	3,63	1 fila di Bulloni
$k_3$	3,70	2 fila di Bulloni
$k_3$	3,58	3 fila di Bulloni
$k_3$	3,58	4 fila di Bulloni
$k_3$	3,70	5 fila di Bulloni

$$k_3 = \frac{0,7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$$

$t_{wc}$  = spessore anima

**Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_4$	10,01	1 fila di Bulloni
$k_4$	10,20	2 fila di Bulloni
$k_4$	9,87	3 fila di Bulloni
$k_4$	9,87	4 fila di Bulloni
$k_4$	10,20	5 fila di Bulloni

$$k_4 = \frac{0,9 I_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$$

$t_{fc}$  = spessore flangia colonna

**Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)**

$k_5$	31,10	1 fila di Bulloni
$k_5$	73,68	2 fila di Bulloni
$k_5$	72,45	3 fila di Bulloni
$k_5$	72,45	4 fila di Bulloni
$k_5$	73,68	5 fila di Bulloni

$$k_5 = \frac{0,9 I_{eff} t_p^3}{m^3}$$

$t_p$  = spessore della piastra

**Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)**

$k_{10}$	8,48	1 fila di Bulloni
$K_{10}$	8,48	2 fila di Bulloni
$K_{10}$	8,48	3 fila di Bulloni
$K_{10}$	8,48	4 fila di Bulloni
$K_{10}$	8,48	5 fila di Bulloni

$$k_{10} = 1,6 A_s / L_b \text{ pre-caricati o non pre-caricati}$$

$A_s$  = area resistente a trazione del bullone

**Coefficiente di rigidità efficace per singola fila di bulloni:**

$K_{eff1}$	1,90
$K_{eff2}$	2,00
$K_{eff3}$	1,95
$K_{eff4}$	1,95
$K_{eff5}$	2,00

**Calcolo braccio della coppia equivalente**

	[mm]
$t_{rondella}$	3

$S_{p,dado}$	22
--------------	----

$L_b$	57,2
-------	------

$S_{p,testa\ bullone}$	18
------------------------	----

$h_{r,1}$	294,9
$h_{r,2}$	216,9
$h_{r,3}$	161,9
$h_{r,4}$	97,9
$h_{r,5}$	42,9

$$z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

$Z_{eq}$	209,80
----------	--------

Coefficiente di rigidezza equivalente:

$K_{eq}$	7,57
----------	------

$$K_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}}$$

### RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

	N mm	kN m
$S_j$	2,34E+10	2,34E+04

$$S_j = \frac{E z^2}{\mu \sum \frac{1}{k_i}}$$

### RAPPORTO RIGIDENZE

Funz. "SE"	2,99	* Calcolo di "μ"
------------	------	------------------

1,06

$S_{j,INI} / (k_b * E * I_b / L_b)$

CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI  
SECONDO LA RIGIDEZZA

Tipologia di connessione
$\Psi =$ 2,7

ZONA 1	RIGIDO
ZONA 2	NO
ZONA 3	NO

$M_{sd}$ [kN m]	$M_{Rd}$ [kN m]
126,8	1,27E+02

### RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ( "μ" =1 )

	[N mm]	kN m
$S_{j,INI}$	7,00E+10	7,00E+04

### Per Strutture contro.

$k_b$  8

### Per tutte le altre strutt.

$k_b$  25

$I_B$  1470

**ZONA 1:** Rigido, se  $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$

	[N mm]	kN m
$k_b * E * I_b / L_b =$	6,6171E+10	66171,43

figura 5.4 **Classificazione dei collegamenti secondo la rigidità**

Legenda

$K_b$  È il valore medio del rapporto  $I_b/L_b$  per tutte le travi di testa del piano considerato

$K_c$  È il valore medio del rapporto  $I_c/L_c$  per tutte le colonne del piano considerato

$I_b$  È il momento di inerzia della trave

$I_c$  È il momento di inerzia della colonna

$L_b$  È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

$L_c$  È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se  $S_{j,ini} \geq K_b E I_b / L_b$

dove:

$K_b$  = 8 per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

$K_b$  = 25 per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani  $K_c/K_b \geq 0,1$ <sup>\*)</sup>

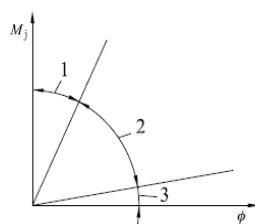
Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi.

Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se  $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

<sup>\*)</sup> Nei telai per i quali  $K_c/K_b < 0,1$  i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



ZONA 1: Rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b * E * I_b / L_b$		
$k_b * E * I_b / L_b =$	[N mm]	kN m
	6,6171E+10	66171,43
ZONA 2: Semi-rigidi		
ZONA 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 k_b * E * I_b / L_b$		
$0,5 k_b * E * I_b / L_b =$ 4135714286		

## VERIFICA PIASTRA DI BASE

Il calcolo viene eseguito secondo il punto 6.1.3 l'EC3 EN 1993-1-8 prendendo in considerazione le componenti del collegamento di seguito indicate:

13	Calcestruzzo sollecitato a compressione, compresa la malta		6.2.6.9	6.3.2	'
14	Piastra di base sollecitata a flessione per compressione		6.2.6.10	6.3.2	'
15	Piastra di base sollecitata a flessione per trazione		6.2.6.11	6.3.2	'
16	Tirafondi sollecitati a trazione		6.2.6.12	6.3.2	'
17	Tirafondi sollecitati a taglio		6.2.2	'	'
18	Tirafondi sollecitati a flessione		6.2.2	'	'
19	Saldature		4	6.3.2	'

*Per i punti 13,-14*

- (3) Si raccomanda che la resistenza a compressione di progetto della flangia di un elemento T (T-stub)  $F_{C,Rd}$  sia determinata nel seguente modo:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{eff} l_{eff} \quad (6.4)$$

dove:

$b_{eff}$  è la larghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punti 6.2.5(5) e 6.2.5(6);

$l_{eff}$  è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punti 6.2.5(5) e 6.2.5(6);

$f_{jd}$  è la tensione resistente per contatto di progetto del collegamento, vedere punto 6.2.5(7).

- (4) Si raccomanda che le forze trasferite attraverso un elemento T (T-stub) siano distribuite uniformemente come mostrato nella figura 6.4 a) e b). Si raccomanda che la pressione sull'area di contatto risultante non ecceda la tensione resistente per contatto di progetto  $f_{jd}$  e che la larghezza della zona di contatto supplementare,  $c$ , non ecceda:

$$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0.5} \quad (6.5)$$

dove:

$t$  è lo spessore della flangia dell'elemento T (T-stub);

$f_y$  è la tensione di snervamento della flangia dell'elemento T (T-stub).

*Per il punto 14*

	Sviluppo di forze di contatto, per esempio		Senza forze di contatto
<b>Modo 1</b>	Metodo 1	Metodo 2 (metodo alternativo)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
senza piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
con piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
<b>Modo 2</b>	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$		
<b>Modo 3</b>	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$		

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{Mo}$$

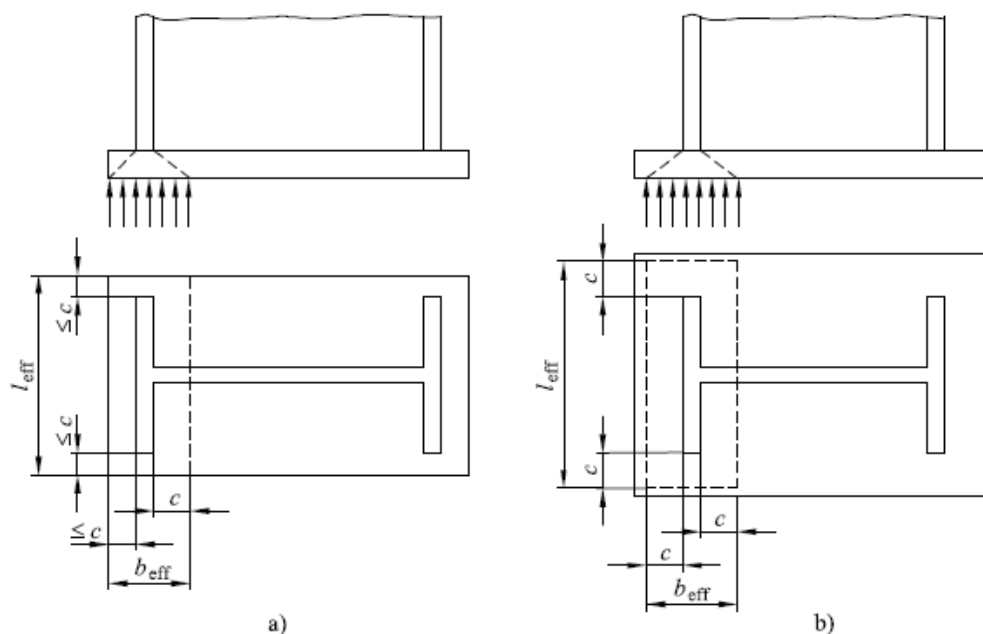
$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{Mo}$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{Mo}$$

figura 6.4 Area di un elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a compressione

Legenda

- a) Proiezione ridotta
- b) Proiezione estesa



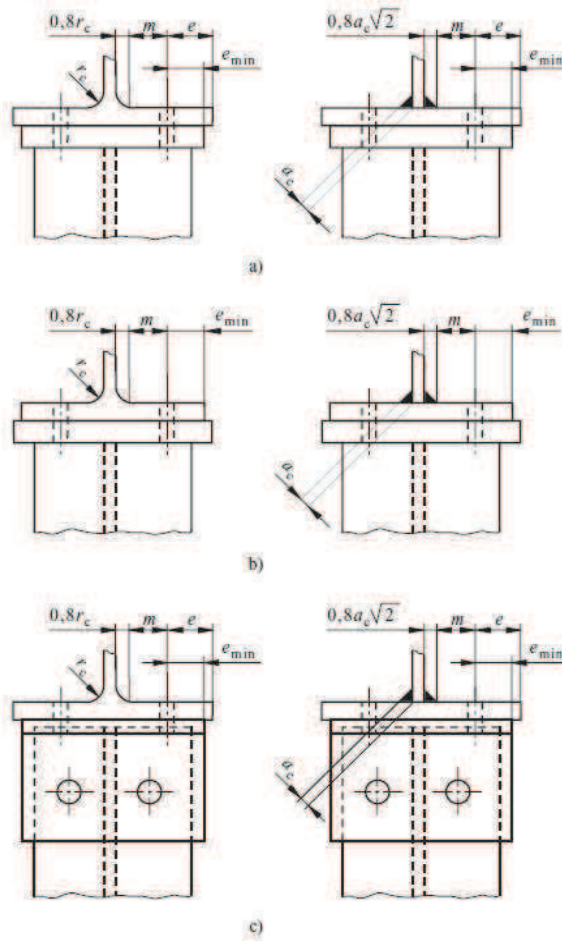
Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento	$2\pi m$	$\alpha m$	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Altre file di bulloni di estremità	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	La più piccola fra: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	La più piccola fra: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	La più piccola fra: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m$ $(2m + 0,625e)$	non pertinente	non pertinente
Per Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Per Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
Si raccomanda che il parametro $\alpha$ sia determinato dalla figura 6.11.				

Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni esterna alla flangia tesa della trave	La più piccola fra: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	La più piccola fra: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	-	-
Prima fila di bulloni al di sotto della flangia tesa della trave	$2\pi m$	$\alpha m$	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $-(2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Altre file di bulloni di estremità	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
Si raccomanda che il parametro $\alpha$ sia determinato dalla figura 6.11.				

Punto 16

**Definizioni di  $e$ ,  $e_{\min}$ ,  $r_c$  e  $m$** **Legenda**

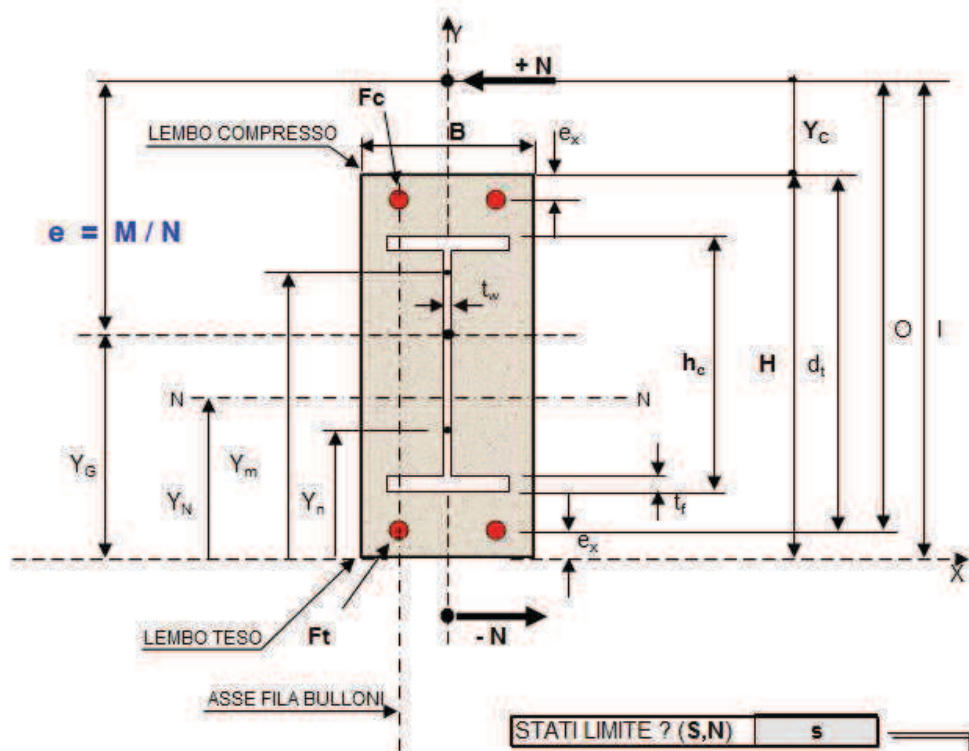
- a) Piastra di estremità saldata più piccola della flangia della colonna
- b) Piastra di estremità saldata più larga della flangia della colonna
- c) Angolari di flangia



Verifica piastra di base profili IPE240 con collegamenti solo esterni al profilo

## PIASTRA IN ACCIAIO ANCORATA SU C.A.

A - METODO SEMPLIFICATO - BULLONI ESTERNI SU 2 O PIU' FILE - PIASTRA IRRIGIDITA O NO



verifica eseguita in base al metodo semplificato

### METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE

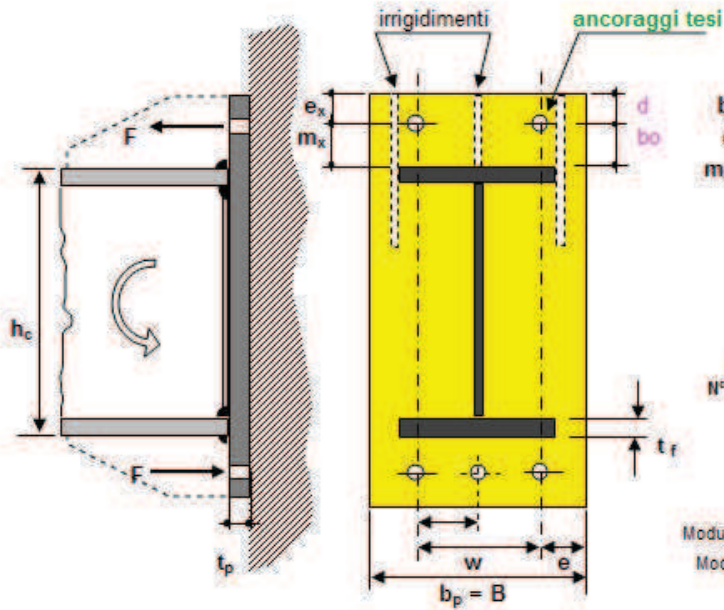
Unità di misura : kN ; cm

COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE	15	n	dati di calcolo	
ALTEZZA DELLA PIASTRA	54	H (cm)	$O = Y_c + d_t =$ cm	96010048
LARGHEZZA DELLA PIASTRA	13,5	B (cm)	$d_t = H - e_x =$ cm	48
DISTANZA ANCORAGGI - BORDO PIASTRA	6	$e_x$ (cm)	$I = O + e_x =$ cm	96010054
PIASTRA IRRIGIDITA ? S ; N	s	St irrigidim.	$J_i =$ cm <sup>4</sup>	929127,804
SOLO BULLONI ESTERNI ? S ; N	s	ancor. tipo 3	$J_s =$ "	929127,804
ALTEZZA SEZIONE COLONNA	24	$h_c$ (cm)	$S_i =$ cm <sup>3</sup>	24772,3801
LARGHEZZA PIATTABANDA COLONNA	12	$b_c$ (cm)	$S_s =$ "	24772,3801
SPESSORE PIATTABANDA COLONNA	0,98	$t_f$ (cm)	$A =$ cm <sup>2</sup>	917,495559
SPESSORE ANIMA COLONNA	0,62	$t_w$ (cm)	$Y_G =$ cm	27
N° FILE BULLONI DI ANCORAGGIO	2	$n_b$	$e' =$ cm	96010027
DIAMETRO BULLONI DI ANCORAGGIO	20	$\phi$ (mm)	$Y_m =$ cm	37,5066021
SEZIONE TOT. ANCOR. LEMBO COMPR.	6,28	$F_c$ (cm <sup>2</sup> )	$Y_n =$ cm	16,4933979
SEZIONE TOT. ANCORAGGI LEMBO TESO	6,28	$F_t$ (cm <sup>2</sup> )	SEZIONE SUL FILETTO	cm <sup>2</sup> 5,03
PRESSIONE (P) - TRAZIONE (T) - FLESSIONE (F)	f			
FLESSIONE RETTA				
N =			kN	N = 0
M =	9601		kNcm	M >= 0

FLESSIONE RETTA

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SOLLECITAZIONI									
SEZIONE PRESSO-INFLESSA						SEZIONE INFLESSA			
C.P. INTERNO AL NOCCIOLO			C.P. ESTERNO AL NOCCIOLO			FLESSIONE RETTA			
VERIFICA ANCORAGGI TESI			dati di calcolo :						
Numero ancoraggi =	2		Af <sub>b</sub> =	cm <sup>2</sup>	5,0				
materiale tipo	8,8		σ <sub>amm,l</sub> ; f <sub>d</sub> =	58,18	0,00				
diametro ϕ = mm	20		R =	cm <sup>2</sup>	0	Scmax =	tens. di compr. max. calcestr.		
coeff. sic. mater. γ <sub>M</sub> =	1,1		T =	cm <sup>3</sup>	0	Sfc =	tens. sui ferri compressi		
comb. per tens. amm.			X1 =	cm	0	Sft =	tens. sui ferri tesi		
σ <sub>amm</sub> ; f <sub>d</sub>	kN/cm <sup>2</sup>	58,18	X2 =	cm	0	Af <sub>b</sub> =	sezione bull. ancor. sul filetto		
VERIFICA SODDISFATTA			RICERCA POSIZIONE ASSE NEUTRO						
						Sft.fil =	tens. nel gambo filettato ferri tesi		

# VERIFICA DELLA PIASTRA CON ANCORAGGI ESTERNI



$b_p = B =$	13,5	cm
$e_x = d =$	6	cm
$m_x = b_o =$	9	cm $> e_x$
$h_c =$	24	cm
$\sigma_{ft} =$	-45,21	kN/cm <sup>2</sup>
$F_{tot} =$	227,23	kN
$F_f =$	113,62	kN
$t_f =$	9,8	mm
<b>pietra irrigidita</b>		
N° nervature irrigidim.	3	
altezza	6,7	cm
spessore	1,2	cm
baricentro	3,474	cm
Inerzia	554	cm <sup>4</sup>
Modulo resist. effettivo	82	cm <sup>3</sup>
Modulo resist. minimo	82	cm <sup>3</sup>

## VERIFICA IN ZONA TESA

NUMERO ANCOR. TESI IN LINEA	$n_t =$	2	
DISTANZA TRA ANCORAGGI	$w =$	5,4	cm
DIST. ANCORAGGIO - BORDO	$e =$	4,05	cm
LARGHEZZA COLLABORANTE	$l_{eff} = l_o =$	13,5	cm
MATERIALE PIASTRA	tipo	2	$\sigma_{amm. f_d} = \text{kN/cm}^2$ 25
SP. PIASTRA NON IRRIGIDITA	$t_{p,min} =$	60,3	mm

$b_o/d$	$l_o/b_o$
1	3,3
2	2,8
3	2,6
4	2,5
5	2,45

SPESSORE DI PROGETTO  $t_p = 35$  mm  $\geq t_f$

TENSIONE MASSIMA  $\sigma = 24,84$  kN/cm<sup>2</sup>  $< 25$

DEFORMAZIONE MAX.  $f = 0,00742$  mm

ROTAZIONE TRAVE  $\rho = 0,00003$  rad

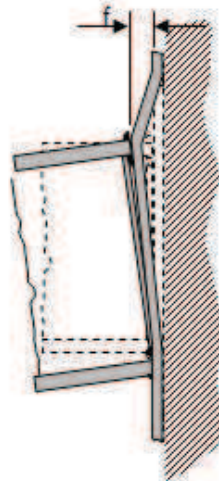
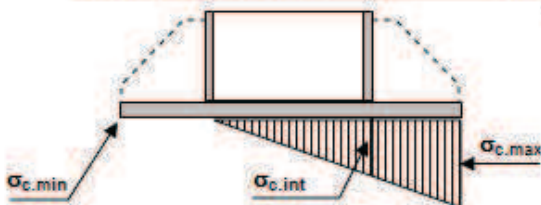
6	2,4
7	2,35
8	2,3
9	2,27
10	2,25
11	2,23
12	2,14

## VERIFICA IN ZONA COMPRESSA

rottura cilindrica  $f_{ck} = 25$  MPa  
 $\sigma_{c,amm} ; f_{cd} = 1,67$  kN/cm<sup>2</sup>

TENSIONE DI COMPR. MAX.	$\sigma_{c,max} =$	1,303	kN/cm <sup>2</sup>
TENSIONE DI COMPR. MIN.	$\sigma_{c,min} =$	0,000	kN/cm <sup>2</sup>
TENSIONE DI COMPR. INT.	$\sigma_{c,int} =$	0,777	kN/cm <sup>2</sup>
MOM. FLETTENTE MAX. p.u.l.	$M_f =$	126,89	kNcm/cm

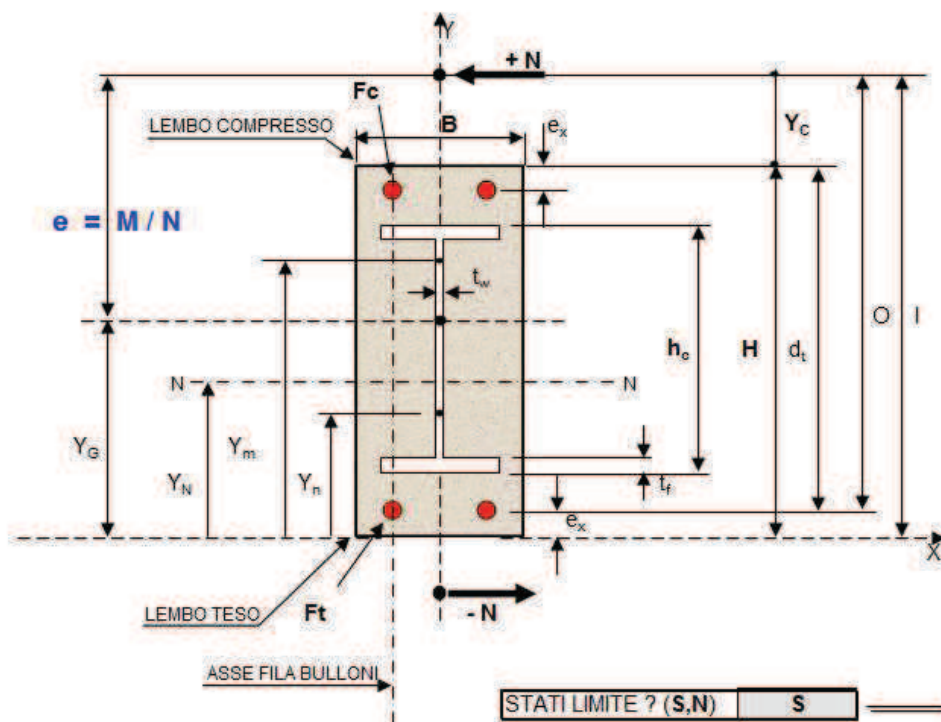
TENSIONE MASSIMA  $\sigma = 20,81$  kN/cm<sup>2</sup>  $< 25$



Verifica piastra di base profili IPE240 con collegamenti esterni ed interni al profilo

## PIASTRA IN ACCIAIO ANCORATA SU C.A.

A - METODO SEMPLIFICATO - BULLONI ESTERNI SU 2 O PIU' FILE - PIASTRA IRRIGIDITA O NO



# METODO DI CALCOLO AGLI STALI LIMITE

Unità di misura : kN ; cm

COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE	15	n	dati di calcolo	
ALTEZZA DELLA PIASTRA	44	H (cm)	$O = Y_c + d_t =$ cm	96010040
LARGHEZZA DELLA PIASTRA	15,5	B (cm)	$d_t = H - e_x =$ cm	40
DISTANZA ANCORAGGI - BORDO PIASTRA	4	$e_x$ (cm)	$I = O + e_x =$ cm	96010044
PIASTRA IRRIGIDITA ? S : N	n	NO irrigidim.	$J_i =$ cm <sup>4</sup>	592421,745
SOLO BULLONI ESTERNI ? S : N	n	ancor. tipo 2	$J_s =$ "	592421,745
ALTEZZA SEZIONE COLONNA	24	$h_c$ (cm)		
LARGHEZZA PIATTABANDA COLONNA	12	$b_c$ (cm)	$S_i =$ cm <sup>3</sup>	19150,9023
SPESSORE PIATTABANDA COLONNA	0,98	$t_f$ (cm)	$S_s =$ "	19150,9023
SPESSORE ANIMA COLONNA	0,66	$t_w$ (cm)	$A =$ cm <sup>2</sup>	870,495559
N° FILE BULLONI DI ANCORAGGIO	2	$n_b$	$Y_G =$ cm	22
DIAMETRO BULLONI DI ANCORAGGIO	20	$\phi$ (mm)	$e' =$ cm	96010022
SEZIONE TOT. ANCOR. LEMBO COMPR.	6,28	$F_c$ (cm <sup>2</sup> )	$Y_m =$ cm	30,9344038
SEZIONE TOT. ANCORAGGI LEMBO TESO	6,28	$F_t$ (cm <sup>2</sup> )	$Y_n =$ cm	13,0655962
SEZIONE SUL FILETTO			cm <sup>2</sup>	5,03
PRESSIONE (P) - TRAZIONE (T) - FLESSIONE (F)		f		
FLESSIONE RETTA		N =	kN	N = 0
		M =	kNcm	M >= 0
				9601

## FLESSIONE RETTA

### VERIFICA DELLA PIASTRA E DEI BULLONI DI ANCORAGGIO SECONDO EN 1993-1-8 (item 6.2.8)

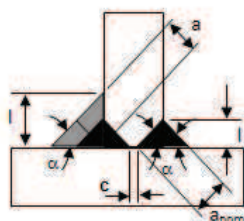
B - METODO SECONDO EUROCODICE 3 - BULLONI ESTERNI E/O INTERNI SU 2 FILE - PIASTRA NON IRRIGIDITA

#### 1 - VERIFICA DELLA SALDATURA COLONNA-PIASTRA DI BASE

COLONNA :	mat. tipo	2	S275 EN 10025-2 - $f_y = 27,5$ kN/cm <sup>2</sup>	$f_u = 43$ kN/cm <sup>2</sup>	$\beta_w = 0,85$	$e = 0,92$
coeff. sicurezza saldatura	1,25	DIMENSIONI DELLA COLONNA :		IPE240	altezza :	240
coeff. sicurezza materiale	1,05	SALDATURA COLONNA-PIASTRA :		1	larghezza :	120
					altezza :	12
					L = mm	6

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :

$$\begin{aligned}
 V_{c,Ed} &= 0 \text{ kN} \\
 M_{c,Ed} &= 9601 \text{ kNcm} \\
 N_{c,Ed} &= 0 \text{ kN} \\
 &\rightarrow < 5\% N_{pl,Rd} = 1048 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



COLONNA	spessore piattabanda	( $t_f$ )	cm	0,98
	spessore anima	( $t_w$ )	cm	0,66
	raccordo anima-piattab.	( $s$ )	cm	1,5
SEZIONE DI GOLA SALDATURE	piattabande	( $a_f$ )	cm	
	anima	( $a_w$ )	cm	
	LARGHEZZA ADDIZIONALE RESISTENTE	$c_r =$	cm	4,86
	LARGHEZZA EFFICACE PIASTRA	$l_{eff} =$	cm	15,50
	LUNGHEZZA EFFICACE PIASTRA	$h_{eff} =$	cm	33,71
	LUNGHEZZA EFFICACE ZONA COMPR.	$b_{eff} =$	cm	10,69

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELLE PIATTABANDE :	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$	$F_{w,Ed} =$ kN	417
FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELL'ANIMA :	$V_{w,Ed} \leq V_{w,Rd}$	$V_{w,Ed} =$ kN	0

VERIFICA DI RESISTENZA IN ZONA TESA :		$M_{c,Ed} / M_{c,Rd} + N_{c,Ed} / N_{c,Rd} =$	0,88
RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA DELL'ANIMA		$V_{w,Rd} = k f_t$	377

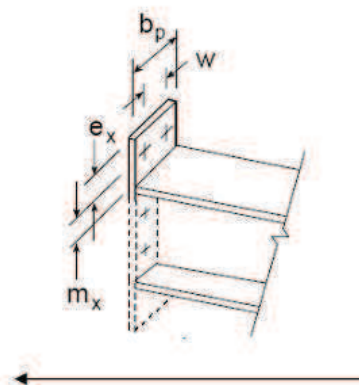
## 2 - VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE - (limitazione a 2 file di bulloni)

PIASTRA BASE :		mat. tipo	2	S275 EN 10025-2 - $f_y = 27,5$ kN/cm <sup>2</sup> $f_u = 43$ kN/cm <sup>2</sup>	$\beta_w = 0,85$ $\varepsilon = 0,92$	
BULLONI :	mat. tipo			kN/cm <sup>2</sup> $f_u =$ kN/cm <sup>2</sup>	$\beta_w = 1$ $\varepsilon = 0,00$	
	diam. M	20	CLASSE 8.8	$f_{yk} = 64,0$ kN/cm <sup>2</sup> $f_{uk} = 80$ kN/cm <sup>2</sup>	SEZ. SUL FILETTO: $A_s = 2,51$ cm <sup>2</sup>	
tipo di ancoraggio	2 →	bulloni interni				1
barra di taglio ?	n	bulloni interni ed esterni				2
TAVOLA SU BULLONI						3
interasse file bulloni	9	mm			$z = 23,02$	
dist. bull. bordo est.	3,25	mm			$z_l = 11,51$	
n° file verticali bulloni	2				$z_r = 11,51$	
coeff. sicur. bulloni	1,25					
coeff. sicur. mater.	1,05					
		d = cm 7,00		d = cm 12,98		
PIASTRA DIVISA DA MORCHIA SEMPLICE (15 N)						S

AZIONI SULLA PIASTRA	z (cm)	z <sub>l</sub> (cm)	z <sub>r</sub> (cm)	MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO $M_{j,Rd}$		$M_{j,Rd \text{ min (kNm)}}$
				e = cm	$N_{Ed} =$ kN 0	
				$F_{T,i,Rd} =$ kN 458,3	$F_{C,i,Rd} =$ kN 422,3	
lato sinistro in trazione				$F_{T,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e + 1)$	$-F_{C,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e - 1)$	
lato destro in compressione	23,02	11,51	11,51	10550,03	9721,49	9721
lato sinistro in trazione				$F_{T,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e + 1)$	$F_{T,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e - 1)$	
lato destro in trazione	23,02	11,51	11,51	0,00	0,00	0
lato sinistro in compressione				$-F_{C,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e + 1)$	$-F_{C,i,Rd} \cdot z / (-z_l / e - 1)$	
lato destro in compressione	23,02	11,51	11,51	0,00	0,00	0

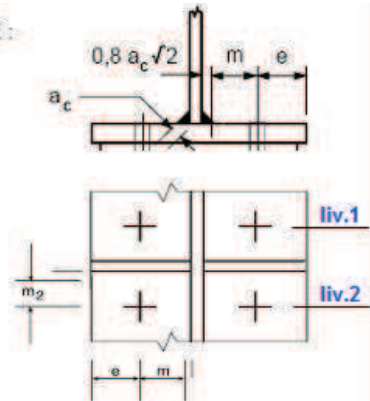
## RESISTENZA DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)

PIASTRA	larghezza piastra	(b <sub>p</sub> )	cm	15,5
	distanza bull.-raccordo anima	(m)	cm	3,69
	distanza bull.-raccordo piattab.	(m <sub>x</sub> =m <sub>2</sub> )	cm	5,04
	distanza bull.-bordo est. vertic.	e =	cm	3,25
	distanza bull.-bordo est. orizz.	e <sub>x</sub> =	cm	4
	n = min ( e ; 1,25 . m )	n =	cm	3,25
	n <sub>x</sub> = min ( e <sub>x</sub> ; 1,25 . m <sub>x</sub> )	n <sub>x</sub> =	cm	4
	braccio di leva	(z)	cm	23,02
DATI PER CALCOLO LUNGHEZZE EFFICACI		(α)	cm	
		λ <sub>1</sub> =	0,53	λ <sub>2</sub> = 0,73
BULLONI	diametro rondella	(d <sub>w</sub> )	mm	65
SPESSORE PIASTRA DI BASE		t <sub>p</sub>	mm	30,00



LUNGHEZZE EFFICACI DELLA PIASTRA SOGGETTA AL MOMENTO FLETTENTE :

POSIZIONE FILA	FILA DI BULLONI SINGOLA	
	DISTRIB. CIRCOLARE	DISTRIB. NON CIRCOLARE
	$l_{eff,op}$	$l_{eff,no}$
	31,67	25,16
	24,83	15,83
	23,83	7,75
		17,08
liv. 1 esterno piattabanda tesa	23,83	7,75
liv. 2 1° fila sotto la piattab. tesa	23,18	19,36
liv. 3 altre file di estremità	23,18	18,82
modo di collasso 1 $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = l_{eff,no}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,op}$		7,75
modo di collasso 2 $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,no}$		7,75



RESISTENZA A TRAZIONE DEI BULLONI :  $F_{t,Rd,b} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 144,76$  kN

MOMENTO RESISTENTE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO :

RESISTENZA EFFETTIVA SINGOLA FILA (kN)	
$F_{t,Rd,p}$	modo
liv. 1 229,15	2
liv. 2 267,20	2
liv. 3 267,20	2

fila singola orizz.		
$F_{t,Es} =$ kN	208,54	
$n_{b,t,stub} =$	2	file verticali
$F_{t,Rd,p} =$	liv. 1	liv. 2-3
	modo 1 362,46	495,06
	modo 2 512,29	817,62
	modo 3 229,15	267,20
	modo 3 289,53	289,53

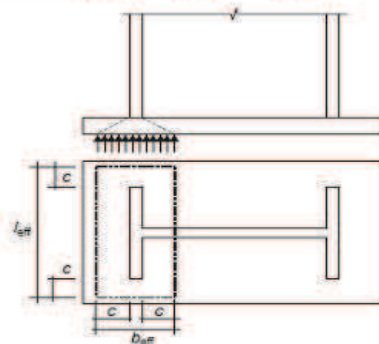
ancoraggi tesi

metodo base - collasso piastra  
metodo altern. - collasso piastra  
collasso piastra e rottura bulloni  
rottura bulloni

RESISTENZA DEL SISTEMA PIASTRA-BULLONI  $M_{j,Rd} = 11179$  kNcm > 9601 kNcm

MOMENTO RESISTENTE DELLA PIASTRA  $M_{i,Rd,p} = 9721$  kNcm > 9601 kNcm

RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE  $F_{C,Rd} = 552$  kN > 417 kN



## RESISTENZA DI PROGETTO DEL GIUNTO COLONNA-FONDAZIONE

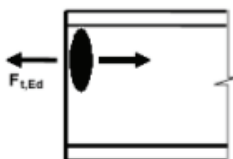
### *anima e piattabanda della colonna in compressione*



$$F_{c,Rd,c} \geq F_{c,Ed,c}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :		$F_{c,Ed,c} =$ kN	417,1
RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :		$F_{c,Rd,c} =$ kN	422,3
$F_{c,Rd,c} = M_{o,Rd,c} / (h - t_f)$			
$M_{o,V,Rd,c} = [W_{pl} \cdot \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{M0} \leq M_{c,Rd,c} = W_{pl,c} \cdot f_{yc} / \gamma_{M0}$		$M_{o,V,Rd,c} =$	9721
$\rho_c = [2 \cdot V_{c,Ed} / V_{pl,Rd,c} - 1]^2$		$\rho_c =$	0,000
$V_{pl,Rd,c} = A_{v,c} \cdot (f_{tc} / 3^{0,5}) / \gamma_{M0}$ <span style="color: pink;">VED &lt; 50% VplRd</span>		$V_{pl,Rd,c} =$	303,4
$V_{c,Ed} = 0$ kN			
$A_{v,s} = \max [A_c - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w]$ <span style="margin-left: 20px;"><math>\eta = 1,20</math></span>		$A_{v,s} =$	20,06
$A_o = \text{area sez} = 40,00$ cm <sup>2</sup>			
$A_w = h_w \cdot t_w = 14,55$ cm <sup>2</sup>			
$W_{pl,c} = 371$ cm <sup>3</sup> <span style="margin-left: 20px;">Momento resist. plastico della colonna</span>		$M_{pl,Rd,c} =$	9721 kNcm

### *anima della colonna in trazione*



$$F_{t,Rd,c} \geq F_{t,Ed,c}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA TESA :		$F_{t,Ed,c} =$ kN	208,5
RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA TESA :		$F_{t,Rd,c} =$ kN	267,9
$F_{t,Rd,c} = b_{eff,t,wo} \cdot t_{wo} \cdot f_{y,wo} / \gamma_{M0}$			
2 piastre d'anima supplementari con saldatura a piena penetrazione			
$t_{wc} = 1$ 1,32			
$b_{eff,t,wo} =$ lunghezza efficace della piastra tesa 2		$b_{eff,t,wo} =$	7,75
$W_{pl,c} = 371$ cm <sup>3</sup> <span style="margin-left: 20px;">Momento resist. plastico della colonna</span>		$M_{pl,Rd,c} =$	9721 kNcm

## RIGIDEZZA FLESSIONALE S<sub>j</sub> PER COLLEGAMENTI COLONNA - FONDAZIONE

<b>Calcestruzzo compresso (compresa malta)</b>		$K_{13} = \frac{E_c \cdot I_{eff}}{1,275 \cdot L_{eff}}$ $L_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3); $L_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3).
<b>K<sub>13</sub></b>	100.96	
<b>Piastra inflessa per effetto della compressione</b>		$K_{14} = \infty$ Questo coefficiente è già stato considerato nel calcolo del coefficiente di rigidità $K_{13}$
$E_c =$	210000	
$E =$	210000	
<b>Piastra di base inflessa per effetto della trazione (per una singola fila di bulloni tesi)</b>		con forze di contatto <sup>*)</sup> $K_{15} = \frac{0,85 \cdot l_{eff}^2}{m^3}$ $l_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere 6.2.5(3); $m$ è lo spessore della piastra di base; $m$ è la distanza definita secondo la figura 6.8. senza forze di contatto <sup>*)</sup> $K_{15} = \frac{0,425 \cdot l_{eff}^2}{m^3}$
<b>k<sub>15</sub></b>	20.98	
$m$ [mm]	36.9	
<b>Bulloni di ancoraggio tesi</b>		con forze di contatto <sup>*)</sup> $K_{16} = 1,6 \cdot A_s / L_b$ $L_b$ è la lunghezza del tratto di allungamento del tirafondo, considerata uguale alla somma di 8 volte il diametro nominale del bullone, dello strato di malta di allettamento, dello spessore della piastra, della rondella e di metà altezza del dado. senza forze di contatto <sup>*)</sup> $K_{16} = 2,0 \cdot A_s / L_b$
<b>Sp.piatto</b>	20	
<b>K<sub>16</sub></b>	0.88	
*) A condizione che i bulloni siano stati progettati per non sviluppare sconnessioni in corrispondenza del livello di carico di interesse		
**) Le forze di contatto possono svilupparsi se $L_b \leq \frac{8,8 m^2}{l_{eff}}$		

[mm]	$S_{p,dado}$ [mm]	16
$L_b =$	458	
	$S_{p,rondella}$ [mm]	3
$K_{T,1} = K_{15} + K_{16} =$	43.71	
$K_{C,1} = K_{13} =$	100.96	
$E_K =$	4.55	

(6) Si raccomanda che il rapporto di rigidità  $\mu$  sia determinato attraverso la seguente relazione:

$$\mu = 1 \quad \text{se } M_{Ed} \leq 1/3 M_{Rd} \quad (6.28a)$$

$$\mu = (1,5 M_{Ed} / M_{Rd})^2 \quad \text{se } 1/3 M_{Rd} < M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (6.28b)$$

in cui il coefficiente  $\nu$  è ottenuto dal prospetto 6.8.

prospetto 6.8 Valori del coefficiente  $\nu$

Tipologia della connessione	$\nu$
Saldato	2,7
Bulonato con piastra di estremità	2,7
Bulonato con angolari di flangia	3,1
Connessione della piastra di base	2,7

### RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

[N mm]	[kN m]
$S_j =$	1,136E+11
Funzione "SE"	2.99

\* Calcolo di " $\mu$ "

Tipologia di connessione	
$\psi =$	2,7
$M_{sd}$ [kN m]	96.01
$M_{Rd}$ [kN m]	96.01

- Se $M_{Ed} \leq 2/3 M_{Rd}$		$2/3 M_{Rd}$ [kN m]
"μ" =		1
- Se $2/3 M_{Rd} < M_{Ed} \leq M_{Rd}$		
"μ" = $(1,5 \cdot M_{Ed} / M_{Rd})^2 \cdot \psi$		2.99

### RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ("μ" = 1)

[N mm]	[kN m]
$S_{j,ini} =$	3,395E+11

è l'altezza di piano di una colonna	$L_c$	2200	[mm]
momento d'inerzia della colonna	$I_c$	38920000	[mm <sup>4</sup> ]

1,115E+11

### CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI SECONDO LA RIGIDEZZA

$$S_{j,ini} \geq 30 \cdot E \cdot I_c / L_c$$

[N mm]	kN m
$30 \cdot E \cdot I_c / L_c =$	1,115E+11
	111452.73

<b>Coefficiente di sicurezza:</b>	$S_{j,ini} / (K_0 \cdot E \cdot I_c / L_c)$
	3.05

(2) I collegamenti colonna-fondazione possono essere classificati come rigidi a condizione che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80% e dove gli effetti della deformazione possono essere trascurati:
  - se  $\bar{\lambda}_0 \leq 0,5$ ; (5.2a)
  - se  $0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93$  e  $S_{j,ini} \geq 7 (2\bar{\lambda}_0 - 1) E I_c / L_c$  (5.2b)
  - se  $\bar{\lambda}_0 \geq 3,93$  e  $S_{j,ini} \geq 48 E I_c / L_c$  (5.2c)
- diversamente se  $S_{j,ini} \geq 30 E I_c / L_c$  (5.2d)

dove:

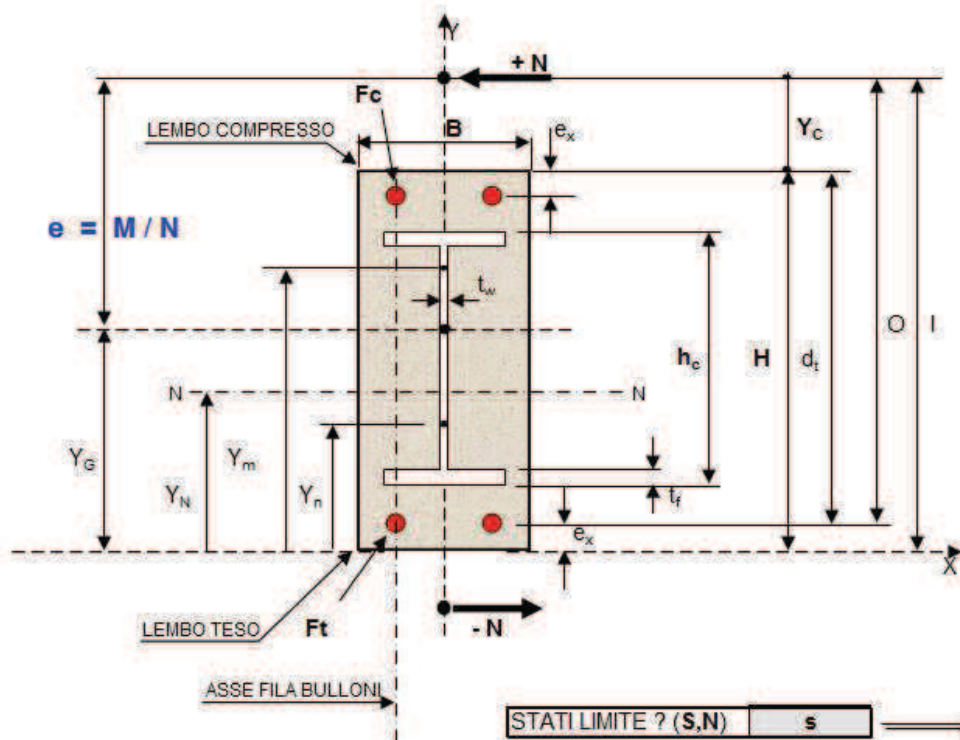
$\bar{\lambda}_0$  è la snellezza di una colonna in cui entrambe le estremità sono assunte incernierate;

$I_c, L_c$  sono definiti nella figura 5.4.

Verifica piastra di base profili IPE270 con collegamenti solo esterni al profilo

## PIASTRA IN ACCIAIO ANCORATA SU C.A.

A - METODO SEMPLIFICATO - BULLONI ESTERNI SU 2 O PIU' FILE - PIASTRA IRRIGIDITA O NO



verifica eseguita in base al metodo semplificato

# METODO DI CALCOLO AGLI STALI LIMITE

Unità di misura : kN ; cm

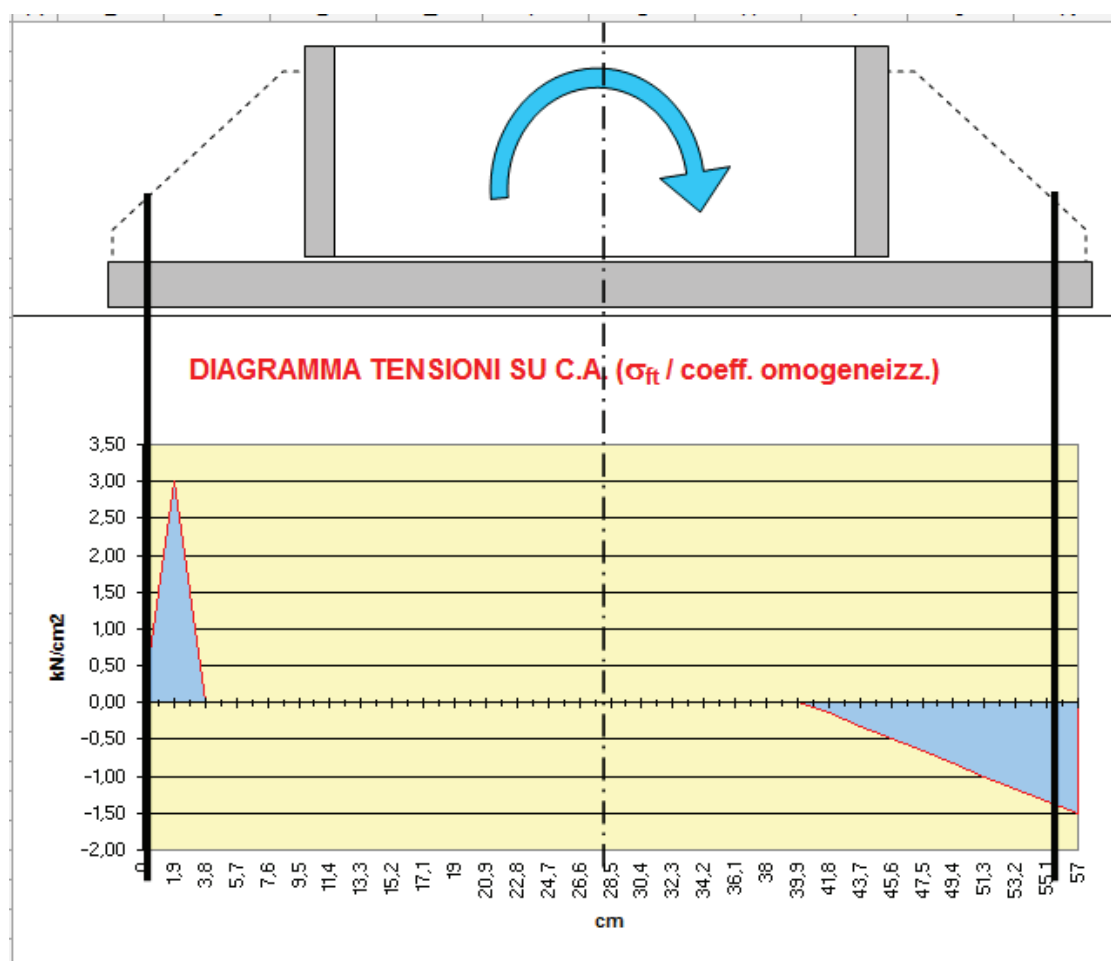
COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE	15	n	dati di calcolo	
ALTEZZA DELLA PIASTRA	57	H (cm)	$O = Y_c + d_t =$ cm	126800051
LARGHEZZA DELLA PIASTRA	15,5	B (cm)	$d_t = H - e_x =$ cm	50,5
DISTANZA ANCORAGGI - BORDO PIASTRA	6,5	$e_x$ (cm)	$= O + e_x =$ cm	126800057
PIASTRA IRRIGIDITA ? S ; N	s	Si irrigidim	$J_i =$ cm <sup>4</sup>	1201167,87
SOLO BULLONI ESTERNI ? S ; N	s	ancor. tipo 3	$J_s =$ "	1201167,87
ALTEZZA SEZIONE COLONNA	27	$h_o$ (cm)	$S_i =$ cm <sup>3</sup>	30551,8734
LARGHEZZA PIATTABANDA COLONNA	13,5	$b_o$ (cm)	$S_s =$ "	30551,8734
SPESSORE PIATTABANDA COLONNA	1,02	$t_f$ (cm)	$A =$ cm <sup>2</sup>	1071,99556
SPESSORE ANIMA COLONNA	0,66	$t_w$ (cm)	$Y_e =$ cm	28,5
N° FILE BULLONI DI ANCORAGGIO	2	$n_b$	$e' =$ cm	126800029
DIAMETRO BULLONI DI ANCORAGGIO	20	$\phi$ (mm)	$Y_m =$ cm	39,3156862
SEZIONE TOT. ANCOR. LEMBO COMPR.	6,28	$F_c$ (cm <sup>2</sup> )	$Y_n =$ cm	17,6643136
SEZIONE TOT. ANCORAGGI LEMBO TESO	6,28	$F_t$ (cm <sup>2</sup> )	SEZIONE SUL FILETTO	cm <sup>2</sup> 5,03
PRESSIONE (P) - TRAZIONE (T) - FLESSIONE (F)		f		
FLESSIONE RETTA		N = M = 12680	kN N = 0 kNcm M >= 0	

FLESSIONE RETTA

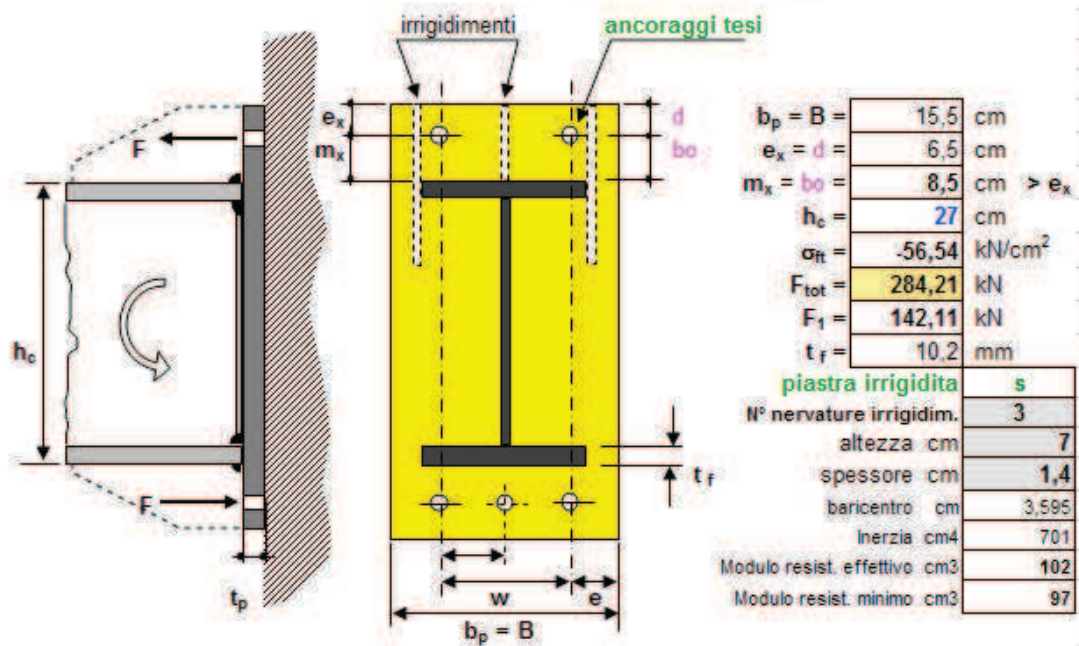
## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E SOLLECITAZIONI

SEZIONE PRESSO-INFLESSA					
C.P. INTERNO AL NOCCIOLO			C.P. ESTERNO AL NOCCIOLO		
VERIFICA ANCORAGGI TESI			dati di calcolo :		
Numero ancoraggi =	2	$Af_b =$	cm <sup>2</sup>	5,0	
materiale tipo	8,8	$\sigma_{amm,l} ; f_d =$	58,18	0,00	
diametro $\phi =$ mm	20	$R =$	cm <sup>2</sup>	0	
coeff. sic. mater. $\gamma_M =$	1,1	$T =$	cm <sup>3</sup>	0	
comb. per tens. amm.		$X1 =$	cm	0	
$\sigma_{amm} ; f_d$ kN/cm <sup>2</sup>	58,18	$X2 =$	cm	0	
VERIFICA SODDISFATTA		RICERCA POSIZIONE ASSE NEUTRO			

SEZIONE INFLESSA			
FLESSIONE RETTA			
Ai	=	cm2	449,52
YN	=	cm	40,16
JN	=	cm4	141533
Scmax	=	kN/cm2	1,51
Sfc	=	kN/cm2	13,90
Sft	=	kN/cm2	-45,23
Sft.fil	=	kN/cm2	56,54
dati di calcolo :			
yB	=	cm	16,840155
LEGENDA			
Scmax	=	tens. di compr. max. calcestr.	
Sfc	=	tens. sui ferri compressi	
Sft	=	tens. sui ferri tesi	
Af <sub>b</sub>	=	sezione bull. ancor. sul filetto	
Sft.fil	=	tens. nel gambo filettato ferri tesi	



# VERIFICA DELLA PIASTRA CON ANCORAGGI ESTERNI



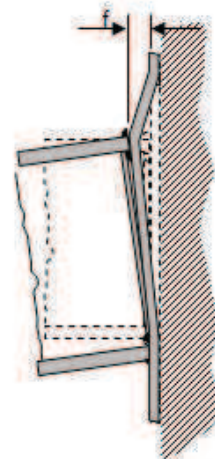
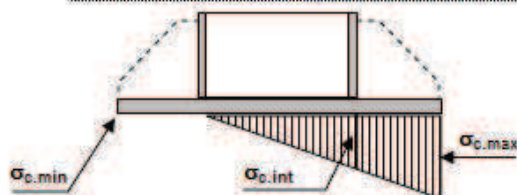
## VERIFICA IN ZONA TESA

NUMERO ANCOR. TESI IN LINEA	$n_t =$	2							
DISTANZA TRA ANCORAGGI	$w =$	9	cm						
DIST. ANCORAGGIO - BORDO	$e =$	3,25	cm						
LARGHEZZA COLLABORANTE	$l_{eff} = lo =$	15,5	cm						
MATERIALE PIASTRA	tipo :	2		$\sigma_{amm. f_d =$	kN/cm <sup>2</sup>	25			
SP. PIASTRA NON IRRIGIDITA	$t_{p,min} =$	61,2	mm						
SPESSORE DI PROGETTO	$t_p =$	35	mm	$\geq$	$t_f$				
TENSIONE MASSIMA	$\sigma =$	23,80	kN/cm <sup>2</sup>	$<$	25				
DEFORMAZIONE MAX.	$f =$	0,00807	mm						
ROTAZIONE TRAVE	$p =$	0,00003	rad						

$bo/d$	$lo/bo$
1	3,3
2	2,8
3	2,6
4	2,5
5	2,45
6	2,4
7	2,35
8	2,3
9	2,27
10	2,25
11	2,23
12	2,14
$bo/d$	$lo/bo$
1,31	3,146154
$lo_1 =$ cm	26,7

## VERIFICA IN ZONA COMPRESSA

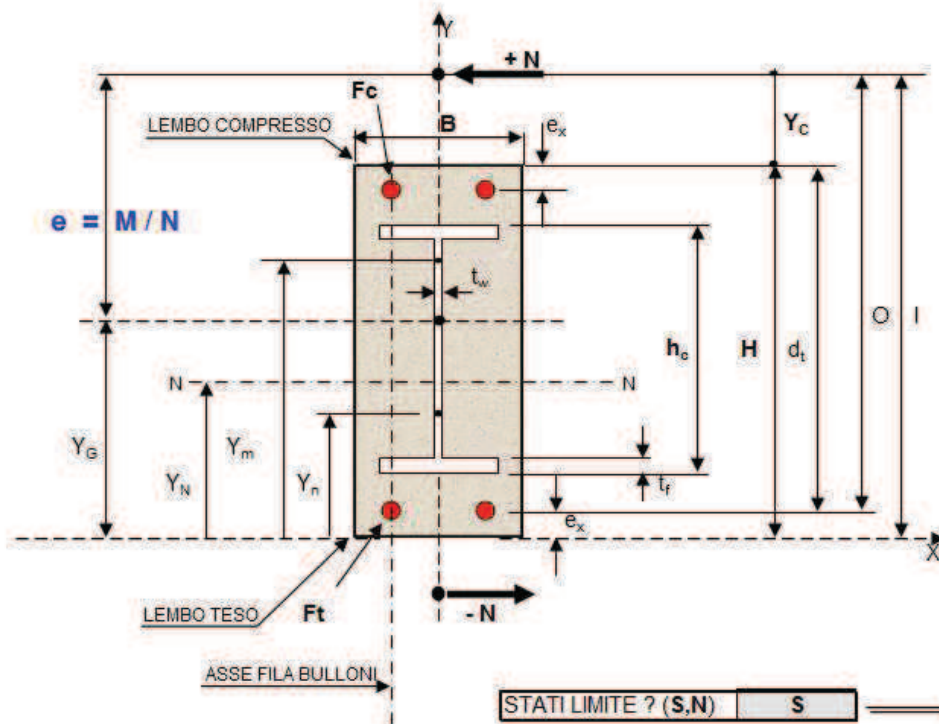
rottura cilindrica	$f_{ck} =$	25	MPa						
$\sigma_{c,amm} ; f_{cd} =$	1,67	kN/cm <sup>2</sup>							
TENSIONE DI COMPR. MAX.	$\sigma_{c,max} =$	1,509	kN/cm <sup>2</sup>						
TENSIONE DI COMPR. MIN.	$\sigma_{c,min} =$	0,000	kN/cm <sup>2</sup>						
TENSIONE DI COMPR. INT.	$\sigma_{c,int} =$	0,945	kN/cm <sup>2</sup>						
MOM. FLETTENTE MAX. p.u.I.	$M_f =$	148,60	kNcm/cm						
TENSIONE MASSIMA	$\sigma =$	22,69	kN/cm <sup>2</sup>	$<$	25				



Verifica piastra di base profili IPE240 con collegamenti esterni ed interni al profilo

## PIASTRA IN ACCIAIO ANCORATA SU C.A.

A - METODO SEMPLIFICATO - BULLONI ESTERNI SU 2 O PIU' FILE - PIASTRA IRRIGIDITA O NO



verifica eseguita in base all'EUROCODICE 3 - EN 1993-1-8

### METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE

Unità di misura : kN ; cm

COEFFICIENTE D'OMOGENEIZZAZIONE	15	n	dati di calcolo	
ALTEZZA DELLA PIASTRA	44	H (cm)	$O = Y_c + d_t =$ cm	126800040
LARGHEZZA DELLA PIASTRA	15,5	B (cm)	$d_t = H - e_x =$ cm	40
DISTANZA ANCORAGGI - BORDO PIASTRA	4	$e_x$ (cm)	$O = O + e_x =$ cm	126800044
PIASTRA IRRIGIDITA ? S ; N	n	NO irrigidim.	$J_i =$ cm <sup>4</sup>	592421,745
SOLO BULLONI ESTERNI ? S ; N	n	ancor tipo 2	$J_s =$ "	592421,745
ALTEZZA SEZIONE COLONNA	27	$h_c$ (cm)	$S_i =$ cm <sup>3</sup>	19150,9023
LARGHEZZA PIATTABANDA COLONNA	13,5	$b_c$ (cm)	$S_s =$ "	19150,9023
SPESSORE PIATTABANDA COLONNA	1,02	$t_f$ (cm)	$A =$ cm <sup>2</sup>	870,495559
SPESSORE ANIMA COLONNA	0,66	$t_w$ (cm)	$Y_G =$ cm	22
N° FILE BULLONI DI ANCORAGGIO	2	$n_b$	$e' =$ cm	126800022
DIAMETRO BULLONI DI ANCORAGGIO	20	$\phi$ (mm)	$Y_m =$ cm	30,9344038
SEZIONE TOT. ANCOR. LEMBO COMPR.	6,28	$F_c$ (cm <sup>2</sup> )	$Y_n =$ cm	13,0655962
SEZIONE TOT. ANCORAGGI LEMBO TESO	6,28	$F_t$ (cm <sup>2</sup> )	SEZIONE SUL FILETTO	cm <sup>3</sup> 5,03
PRESSIONE (P) - TRAZIONE (T) - FLESSIONE (F)		f		
FLESSIONE RETTA				
N =			kN	N = 0
M =	12680		kNcm	M >= 0

FLESSIONE RETTA

# VERIFICA DELLA PIASTRA E DEI BULLONI DI ANCORAGGIO SECONDO EN 1993-1-8 (item 6.2.8)

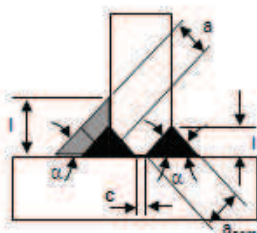
## B - METODO SECONDO EUROCODICE 3 - BULLONI ESTERNI E/O INTERNI SU 2 FILE - PIASTRA NON IRRIGIDITA

### 1 - VERIFICA DELLA SALDATURA COLONNA-PIASTRA DI BASE

COLONNA :	mat. tipo	2	S275 EN 10025-2 - $f_y = 27,5$ kN/cm <sup>2</sup>		$f_u = 43$ kN/cm <sup>2</sup>	$\beta_w = 0,85$		$\epsilon = 0,92$	
coeff. sicurezza saldatura	1,25	DIMENSIONI DELLA COLONNA :			IPE270	altezza :	270	larghezza :	135
coeff. sicurezza materiale	1,05	SALDATURA COLONNA-PIASTRA :			2	altezza :	h - mm 12	larghezza :	l - mm 7

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO :

$V_{Ed}$	=	0	kN
$M_{Ed}$	=	12680	kNm
$N_{Ed}$	=	0	kN
		$< 5\% N_{pl,Rd}$	1203 kN



COLONNA A	spessore piattabanda	( $t_f$ )	cm	1,02
	spessore anima	( $t_w$ )	cm	0,66
	raccordo anima-piattab.	( $s$ )	cm	1,5
SEZIONE DI GOLA SALDATURE	piattabande	( $a_f$ )	cm	
	anima	( $a_w$ )	cm	
	LARGHEZZA ADDIZIONALE RESISTENT	$c_r$	cm	4,86
	LARGHEZZA EFFICACE PIASTRA	$l_{eff}$	cm	15,50
	LUNGHEZZA EFFICACE PIASTRA	$h_{eff}$	cm	36,71
	LUNGHEZZA EFFICACE ZONA COMPR.	$b_{eff}$	cm	10,73

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELLE PIATTABANDE :	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$	$F_{w,Ed} =$ kN	488
--	--------------------------	-----------------	-----

FORZA AGENTE SULLA SALDATURA DELL'ANIMA :	$V_{w,Ed} \leq V_{w,Rd}$	$V_{w,Ed} =$ kN	0
---	--------------------------	-----------------	---

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA PIATTABANDE :	$N_{c,Rd} =$ kN	3703	$M_{c,Rd} =$ kNm	48177
			$F_{w,Rd} =$ kN	1854

VERIFICA DI RESISTENZA IN ZONA TESA :

$$M_{c,Ed} / M_{c,Rd} + N_{c,Ed} / N_{c,Rd} = 0,26$$

RESISTENZA DI PROGETTO DELLA SALDATURA DELL'ANIMA :	$V_{w,Rd} =$ kN	1659
---	-----------------	------

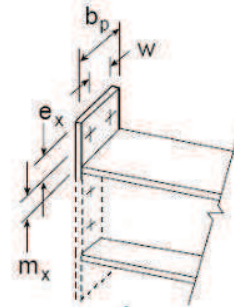
### 2 - VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE - (limitazione a 2 file di bulloni)

PIASTRA BASE :		mat. tipo	2	S275 EN 10025-2 - $f_y = 27,5$ kN/cm <sup>2</sup> $f_u = 43$ kN/cm <sup>2</sup>		$\beta_w = 0,85$ $\epsilon = 0,92$
BULLONI :		mat. tipo		kN/cm <sup>2</sup> $f_u =$ kN/cm <sup>2</sup>		$\beta_w = 1$ $\epsilon = 0,00$
		diam. M	20	CLASSE 8.8	$f_{yk} = 64,0$ kN/cm <sup>2</sup> $f_{u2} = 80$ kN/cm <sup>2</sup>	SEZ. SUL FILETTO : $A_f = 2,51$ cm <sup>2</sup>
tipo di ancoraggio		2 →				
barra di taglio ?		n				
TAGLIO SU BULLONI						
interasse file bulloni		9	cm			
dist. bull. bordo est.		3,25	cm			
n' file verticali bulloni		2				
coeff. sicur. bulloni		1,35				
coeff. sicur. mater.		1,05				
		d = cm	7,00			
		d = cm	10,02			

AZIONI SULLA PIASTRA	z (cm)	z <sub>1</sub> (cm)	z <sub>2</sub> (cm)	MOMENTO RESISTENTE DI PROGETTO M <sub>j,Rd</sub>				
				e = cm	N <sub>Ed</sub> = kN	0		
				F <sub>T1,Rd</sub> = kN	517,9	F <sub>C1,Rd</sub> = kN	488,1	M <sub>j,Rd</sub> min (kNm)
lato sinistro in trazione				F <sub>T1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e + 1)		-F <sub>C1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e - 1)		
lato destro in compressione	25,98	12,99	12,99	13454,88		12680,75		12681
lato sinistro in trazione				F <sub>T1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e + 1)		F <sub>T1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e - 1)		
lato destro in trazione	25,98	12,99	12,99	0,00		0,00		0
lato sinistro in compressione				-F <sub>C1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e + 1)		-F <sub>C1,Rd</sub> · z / (-z <sub>1</sub> / e - 1)		
lato destro in compressione	25,98	12,99	12,99	0,00		0,00		0

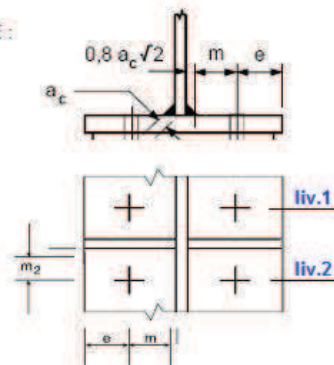
**RESISTENZA DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO** (equivalent T- stub flange method - EN 1993-1-8- item 6.2.4)

PIASTRA	larghezza piastra	(b <sub>p</sub> )	cm	15,5
	distanza bull.-raccordo anima	(m)	cm	3,64
	distanza bull.-raccordo piattab.	(m <sub>x</sub> =m <sub>2</sub> )	cm	3,54
	distanza bull.-bordo est. vertic.	e =	cm	3,25
	distanza bull.-bordo est. orizz.	e <sub>x</sub> =	cm	4
	n = min ( e ; 1,25. m)	n =	cm	3,25
	n <sub>x</sub> = min ( e <sub>x</sub> ; 1,25. m <sub>x</sub> )	n <sub>x</sub> =	cm	4
braccio di leva		(z)	cm	25,98
DATI PER CALCOLO		(α)	cm	
LUNGHEZZE EFFICACI		λ <sub>1</sub> =	0,53	λ <sub>2</sub> = 0,51
BULLONI	diametro rondella	(d <sub>n</sub> )	mm	65
SPESSORE PIASTRA DI BASE		t <sub>p</sub>	mm	30,00



LUNGHEZZE EFFICACI DELLA PIASTRA SOGGETTA AL MOMENTO FLETTENTE :

POSIZIONE FILA	FILA DI BULLONI SINGOLA	
	DISTRIB. CIRCOLARE	DISTRIB. NON CIRCOLARE
	l <sub>eff.op</sub>	l <sub>eff.no</sub>
esterno piattabanda tesa	22,24	19,16
	20,12	12,83
	19,12	7,75
		14,08
liv. 1 esterno piattabanda tesa	19,12	7,75
liv. 2 1° fila sotto la piattab. tesa	22,88	20,14
liv. 3 altre file di estremità	22,88	18,63
modo di collasso 1	Σ l <sub>eff.1</sub> = l <sub>ext.1</sub> = l <sub>ext.2</sub> ma l <sub>ext.1</sub> ≤ l <sub>ext.2</sub>	7,75
modo di collasso 2	Σ l <sub>eff.2</sub> = l <sub>eff.2</sub> = l <sub>eff.no</sub>	7,75



RESISTENZA A TRAZIONE DEI BULLONI :  $F_{t,Rd,b} = 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 134,04$  kN

MOMENTO RESISTENTE DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO :

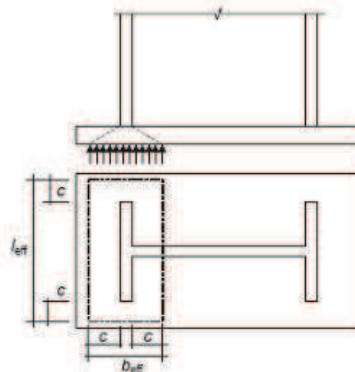
RESISTENZA EFFETTIVA SINGOLA FILA (kN)		
F <sub>t,Rd,p</sub>	modo	
liv. 1	263,36	2
liv. 2	258,95	2
liv. 3	258,95	2

F <sub>t,Rd,p</sub> =	fila singola orizz.		ancoraggi tesi
	2	file verticali	
n <sub>b,t,stub</sub> =	liv. 1	liv. 2-3	
modo 1	516,04	501,99	metodo base - collasso piastra
	817,18	832,95	metodo altern. - collasso piastra
	263,36	258,95	collasso piastra e rottura bulloni
	268,08	268,08	rottura bulloni

RESISTENZA DEL SISTEMA PIASTRA-BULLONI  $M_{j,Rd} = 13592$  kNcm > 12680 kNcm

MOMENTO RESISTENTE DELLA PIASTRA  $M_{j,Rd,p} = 12681$  kNcm > 12680 kNcm

RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE  $F_{c,Rd} = 554$  kN > 488 kN



## RESISTENZA DI PROGETTO DEL GIUNTO COLONNA-FONDAZIONE

*anima e piattabanda della colonna in compressione*



$$F_{c,Rd,c} \geq F_{c,Ed,c}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA COMPRESSA :

$$F_{c,Ed,c} = \text{ kN}$$

488,1

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA COMPRESSA :

$$F_{c,Rd,c} = \text{ kN}$$

488

$$F_{c,Rd,c} = M_{c,Rd,c} / (h - t_f) :$$

$$M_{o,V,Rd,c} = [W_{pl,c} - \rho \cdot A_w^2 / 4 \cdot t_w] \cdot f_y / \gamma_{M0} \leq M_{c,Rd,c} = W_{pl,c} \cdot f_{yc} / \gamma_{M0} \quad M_{o,V,Rd,c} = 12668$$

$$\rho_c = [2 \cdot V_{c,Ed} / V_{pl,Rd,c} - 1]^2 \quad \rho_c = 0,000$$

$$V_{pl,Rd,c} = A_{v,c} \cdot (f_c / 3^{0,5}) / \gamma_{M0} \quad V_{Ed} < 50\% V_{pl,Rd} \quad V_{pl,Rd,c} = 334,8$$

$$V_{c,Ed} = 0 \quad \text{kN}$$

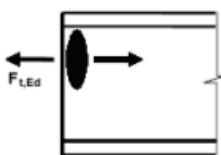
$$A_{v,o} = \max [A_c - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f ; \eta \cdot t_w \cdot h_w] \quad \eta = 1,20 \quad A_{v,o} = 22,14$$

$$A_c = \text{area sez.} = 45,95 \quad \text{cm}^2$$

$$A_w = h_w \cdot t_w = 16,47 \quad \text{cm}^2$$

$$W_{pl,c} = 484 \quad \text{cm}^3 \quad \text{Momento resist. plastico della colonna} \quad M_{pl,Rd,c} = 12668 \quad \text{kNcm}$$

*anima della colonna in trazione*



$$F_{t,Rd,c} \geq F_{t,Ed,c}$$

FORZA MASSIMA NELLA ZONA TESA :

$$F_{t,Ed,c} = \text{ kN}$$

244,0

RESISTENZA DI PROGETTO PER LA ZONA TESA :

$$F_{t,Rd,c} = \text{ kN}$$

267,9

$$F_{t,Rd,c} = b_{eff,t,wo} \cdot t_{wo} \cdot f_{y,wo} / \gamma_{M0}$$

2 piastre d'anima supplementari con saldatura a piena penetrazione

$$t_{wo} = 1 \quad 1,32$$

$$b_{eff,t,wo} = \text{lunghezza efficace della piastra tesa} \quad 2 \quad b_{eff,t,wo} = 7,75$$

$$W_{pl,c} = 484 \quad \text{cm}^3 \quad \text{Momento resist. plastico della colonna} \quad M_{pl,Rd,c} = 12668 \quad \text{kNcm}$$

## RIGIDEZZA FLESSIONALE S<sub>j</sub> PER COLLEGAMENTI COLONNA - FONDAZIONE

$K_{12}$	101,15
----------	--------

$E_c =$	210000
$E =$	210000

$K_{15}$	73,64
----------	-------

$m [mm]$	36,42
----------	-------

Sp. piatto	30
------------	----

$K_{16}$	0,75
----------	------

Calcestruzzo compresso (compresa malta)	$K_{12} = \frac{E_c \cdot I_{col} \cdot l_{eff}}{1,275 \cdot E}$ $l_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3); $l_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3).
Piastra inflessa per effetto della compressione	$K_{15} = \infty$ Questo coefficiente è già stato considerato nel calcolo del coefficiente di rigidità $K_{15}$ .
Piastra di base inflessa per effetto della trazione (per una singola fila di bulloni test)	con forze di contatto <sup>1)</sup> $K_{15} = \frac{0,85 \cdot l_{eff}^2}{m^3}$ $l_{eff}$ è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere 6.2.5(3); $m$ è lo spessore della piastra di base; $m$ è la distanza definita secondo la figura 6.8. senza forze di contatto <sup>2)</sup> $K_{15} = \frac{0,425 \cdot l_{eff}^2}{m^3}$
Bulloni di ancoraggio test	con forze di contatto <sup>1)</sup> $K_{16} = 1,6 \cdot A_b / L_c$ $l_{eff}$ è la lunghezza del tratto di allungamento dal tralzo, considerata uguale alla somma di 8 volte il diametro nominale del bullone, dello strato di malta di allettamento, dello spessore della piastra, della rondella e di metà altezza del dado. senza forze di contatto <sup>2)</sup> $K_{16} = 2,0 \cdot A_b / L_c$
<sup>1)</sup> A condizione che i bulloni siano stati progettati per non sviluppare sconnimenti in corrispondenza del livello di carico di interesse.	
<sup>2)</sup> Le forze di contatto possono svilupparsi se $l_{eff} \leq \frac{8,8 m^2 \cdot A_b}{l_{eff}^2}$	

$L_2$	538
-------	-----

$K_{c1} = K_{12} + K_{15}$	148,77
----------------------------	--------

$K_{c1} = K_{12}$	101,15
-------------------	--------

$E_k$	-2,48
-------	-------

$S_{2,000} [mm]$	16
------------------	----

$S_{2,000} [mm]$	3
------------------	---

$S_{2,000} [mm]$	50
------------------	----

(6) Si raccomanda che il rapporto di rigidità  $\mu$  sia determinato attraverso la seguente relazione:

$$\mu = 1 \quad \text{se } M_{Ed} \leq 1/3 M_{Rd} \quad (6.28a)$$

$$\mu = (1,5 M_{Ed} / M_{Rd})^2 \quad \text{se } 1/3 M_{Rd} < M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (6.28b)$$

in cui il coefficiente  $\mu$  è ottenuto dal prospetto 6.8.

prospetto 6.8 Valori del coefficiente  $\mu$

Tipologia della connessione	$\mu$
Salotto	2,7
Bullonato con piastra di estremità	2,7
Bullonato con angoli di flangia	3,1
Connessione della piastra di base	2,7

### RIGIDEZZA FLESSIONALE DEL NODO

$S_j$	1,35E+11	134758,70
-------	----------	-----------

Funzione "SE" 6,33 \* Calcolo di " $\mu$ "

#### Tipologia di connessione

$\psi =$	2,7
----------	-----

$M_{Ed} [kN m]$	126,8
$M_{Rd} [kN m]$	96,01

$2/3 M_{Rd} [kN m]$	64,01
- Se $M_{Ed} \leq 2/3 M_{Rd}$	
" $\mu$ " =	1

- Se $2/3 M_{Rd} < M_{Ed} \leq M_{Rd}$	
" $\mu$ " = $(1,5 \cdot M_{Ed} / M_{Rd})^2 \psi$	6,33

### RIGIDEZZA FLESSIONALE INIZIALE ("μ" = 1)

$S_{j,ini}$	4,53E+11	853435,55
-------------	----------	-----------

è l'altezza di piano di una colonna	$L_c$	2200	[mm]
momento d'inerzia della colonna	$I_c$	38920000	[mm <sup>4</sup> ]
		1,11E+11	

### CLASSIFICAZIONE DEI COLLEGAMENTI SECONDO LA RIGIDEZZA

$$S_{j,ini} \geq 30 \cdot E \cdot I_c / L_c$$

	[N mm]	kN m
$30 \cdot E \cdot I_c / L_c =$	1,115E+11	111452,73

Coefficiente di sicurezza	$S_{j,ini} / (k_e \cdot E \cdot I_c / L_c)$	7,66
---------------------------	---	------

(2) I collegamenti colonna-fondazione possono essere classificati come rigidi a condizione che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80% e dove gli effetti della deformazione possono essere trascurati:
  - se  $\lambda_0 \leq 0,5$ ; (5.2a)
  - se  $0,5 < \lambda_0 < 3,93$  e  $S_{j,ini} \geq 7 \cdot (2\lambda_0 - 1) \cdot E \cdot I_c / L_c$ ; (5.2b)
  - se  $\lambda_0 \geq 3,93$  e  $S_{j,ini} \geq 48 \cdot E \cdot I_c / L_c$ ; (5.2c)
  - diversamente se  $S_{j,ini} \geq 30 \cdot E \cdot I_c / L_c$ ; (5.2d)

dove:

$\lambda_0$  è la snellezza di una colonna in cui entrambe le estremità sono assunte incernierate;

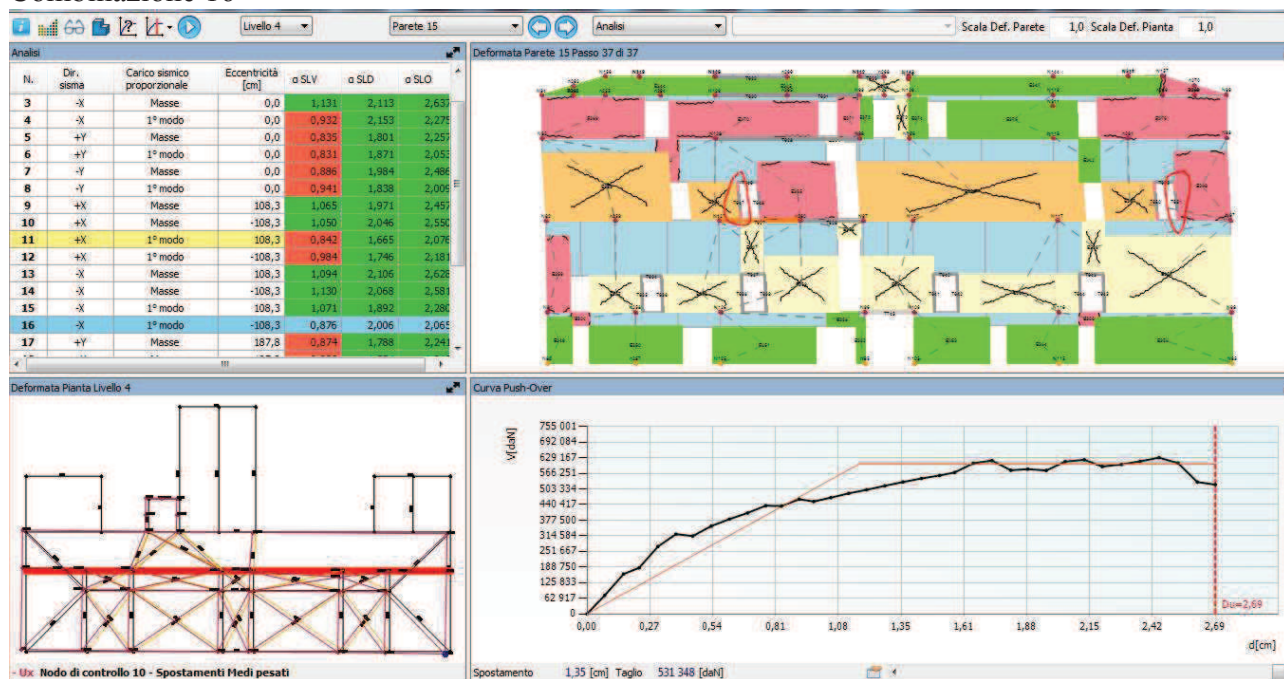
$l_c, L_c$  sono definiti nella figura 5.4.

## Dimensionamento collegamenti cerchiature con IPE240

Di seguito si riportano le verifiche dei collegamenti delle cerchiature delle porte interne, con la cordolatura del solaio esistente, facendo riferimento alle sollecitazioni massime ottenute dalle analisi sismiche

Elementi più sollecitati n. 645 e 648

Combinazione 16



Risultati Parete 15							
T	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
631	259	127	53	-779	700	41 913	39 389
632	258	259	-49 136	16 533	-16 533	-1 652 979	-1 653 608
633	126	127	-43 725	17 056	-17 056	-1 705 081	-1 706 133
634	127	260	46 843	-15 580	15 580	918 563	1 106 833
635	126	127	-42 308	16 712	-16 712	-1 754 234	-1 755 235
636	96	260	2 519	15 424	-15 424	-1 649 921	-1 589 088
637	107	117	1 313	553	-717	-38 911	-43 332
638	106	107	-44 836	16 443	-16 443	-1 724 401	-1 728 576
639	116	117	-27 837	17 611	-17 611	-1 845 197	-1 853 014
640	117	87	16 914	-8 138	6 341	477 608	462 262
641	116	117	-48 665	16 160	-16 160	-1 696 552	-1 697 054
642	86	87	-30 364	16 551	-16 551	-1 734 204	-1 741 530
643	128	98	-11 686	-8 294	8 294	472 306	440 032
644	127	128	-52 097	14 417	-14 417	-1 351 921	-1 351 921
645	260	98	-9 797	17 723	-17 723	-1 702 617	-1 702 617
646	261	88	-1 423	-388	339	21 132	19 177
647	117	261	-51 570	14 456	-14 456	-1 356 290	-1 356 290
648	87	88	-75	18 531	-18 531	-1 783 217	-1 783 217
741	96	106	-4 234	-7 155	-6 707	360 049	0

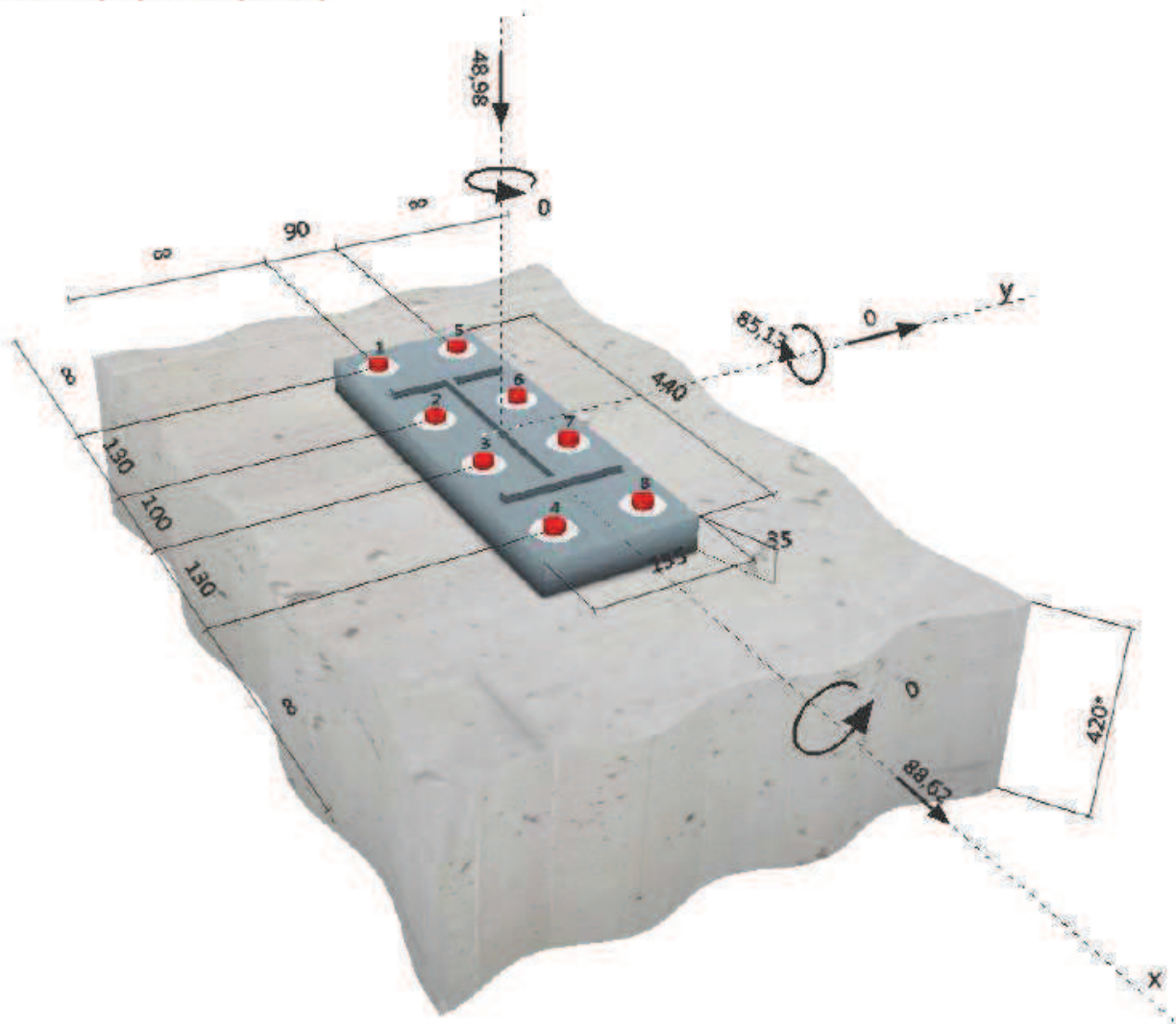
## Verifica ancoranti esterni ed interni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M20
Riempimento spazio con Set di riempimento sismico Hilti M20 mm	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 370 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	28/07/2016   -
Prova:	Valutazione ingegneristica SOFA BOND dopo la campagna di test ETAG BOND
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 440 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $240 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 420 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	<b>Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto</b>
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



### Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

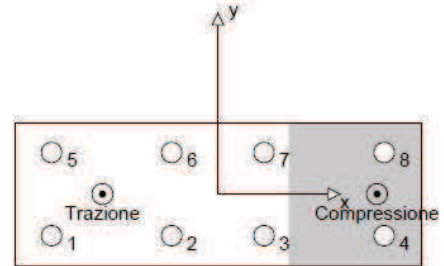
Condizione di carico: Carichi di progetto

### Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	80,808	11,078	11,078	0,000
2	39,875	11,078	11,078	0,000
3	8,388	11,078	11,078	0,000
4	0,000	11,078	11,078	0,000
5	80,808	11,078	11,078	0,000
6	39,875	11,078	11,078	0,000
7	8,388	11,078	11,078	0,000
8	0,000	11,078	11,078	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,92 [‰]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 27,64 [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-125/0): 258,140 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(172/0): 307,120 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\rho_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	80,808	130,667	62	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	258,140	349,541	74	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	258,140	306,698	85	OK
Fessurazione**	258,140	294,800	88	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	80,808

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{p,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,2s}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
521719	320000	15,00	566	283	∞
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,199	1,113	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
65	0,813	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
355,133	524,311	1,500	349,541	258,140	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1608000	1232100	555	1110		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
65	0,895	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
10,100	393,717	1,500	306,698	258,140	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3352790	2796922	836	1672	1,010		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
65	0,928	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]			
393,717	1,500	294,800	258,140			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	11,078	78,400	15	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	88,620	751,581	12	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	11,078

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
1764000	1232100	555	1110	2,000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
393,717	1,500	751,581	88,620		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_v$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,v}$ [%]	Stato
0,876	0,141	1,000	85	OK

$$(\beta_N + \beta_v) / 1.2 \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	59,857 [kN]	$\delta_N$	=	0,154 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,206 [kN]	$\delta_v$	=	0,328 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,363 [mm]

Carichi a lungo termine:

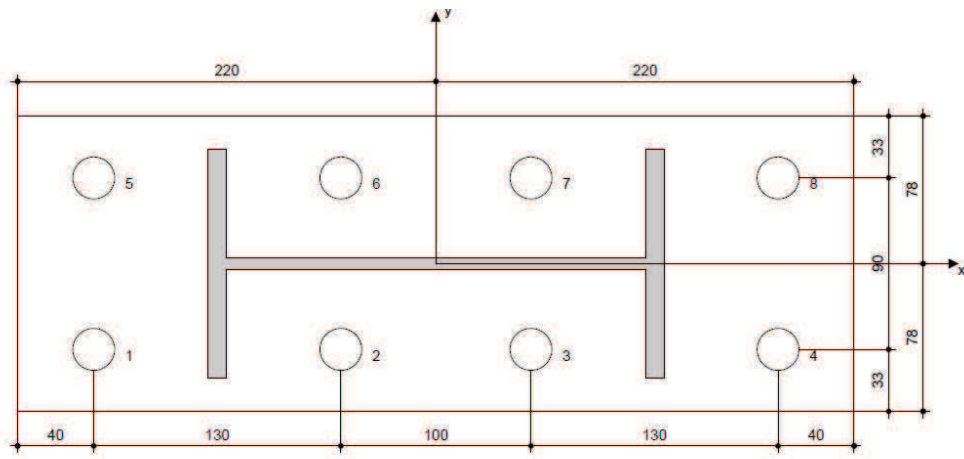
$N_{Sk}$	=	59,857 [kN]	$\delta_N$	=	0,386 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,206 [kN]	$\delta_v$	=	0,492 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,626 [mm]

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 240 x 120 x 6 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica  
 Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 370 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 414 mm

Riempimento spazio con Set di riempimento sismico Hilti M20 mm



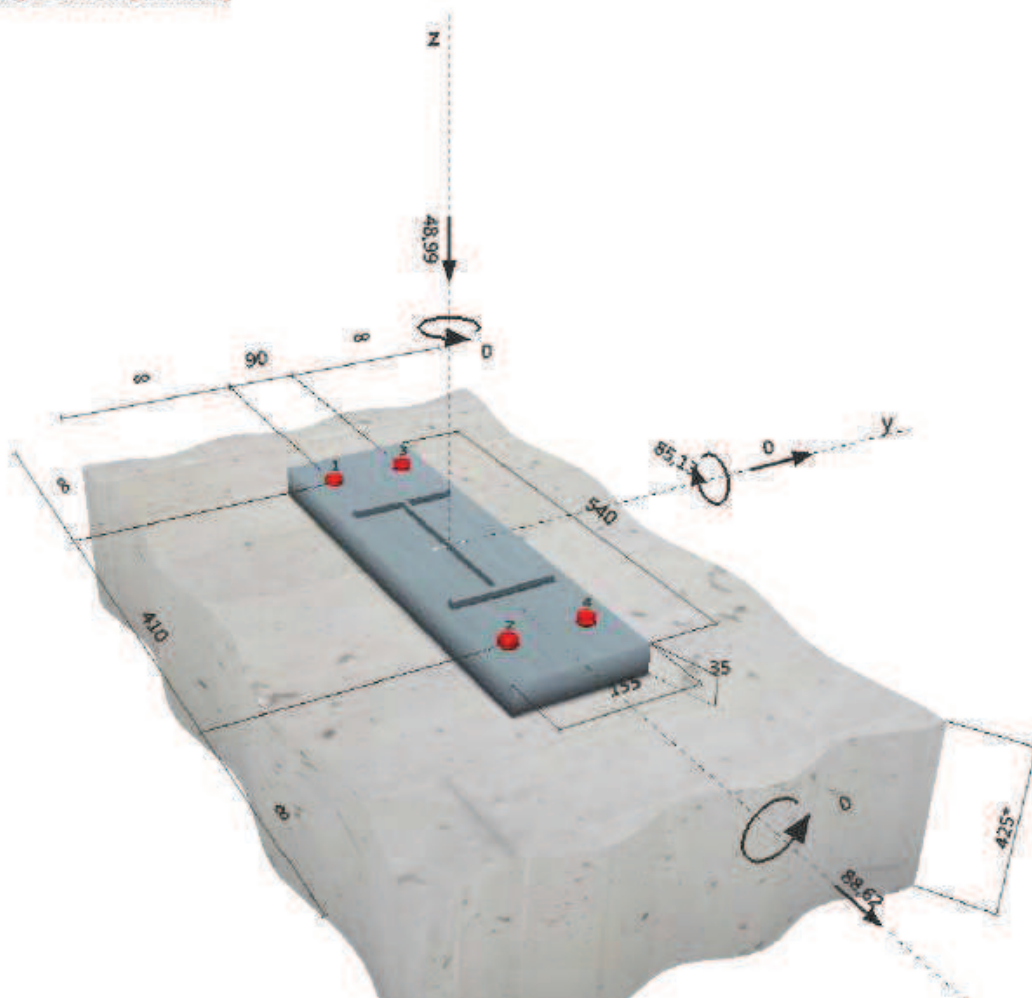
## verifica ancoranti solo esterni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 380 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limt} = - \text{ mm}$ )
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	28/07/2016   -
Prova:	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 540 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $240 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 425 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	<b>Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto</b>
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



### Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

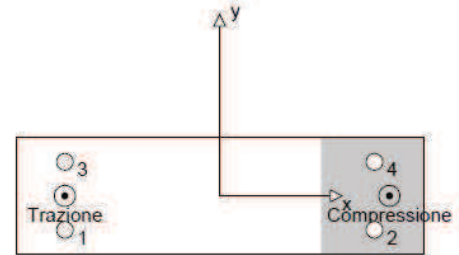
Condizione di carico: Carichi di progetto

### Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	86,218	22,155	22,155	0,000
2	0,000	22,155	22,155	0,000
3	86,218	22,155	22,155	0,000
4	0,000	22,155	22,155	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,70 [%]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 21,08 [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-205/0): 172,436 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(225/0): 221,426 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	86,218	130,667	66	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	172,436	287,883	60	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	172,436	294,759	59	OK
Fessurazione**	172,436	287,958	60	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	86,218

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{p,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
370912	320000	15,00	566	283	$\infty$
$\psi_o$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,064	1,021	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
364,731	431,824	1,500	287,883	172,436	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1402200	1299600	570	1140		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
10,100	409,786	1,500	294,759	172,436	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3104734	2950150	859	1718	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]			
409,786	1,500	287,958	172,436			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	22,155	78,400	29	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	88,620	801,536	12	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	22,155

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{or,N}$ [mm]	$s_{or,N}$ [mm]	k-factor	$k_1$
1906500	1299600	570	1140	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
409,786	1,500	801,536	88,620		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,660	0,283	2,000	52	OK

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	63,865 [kN]	$\delta_N$	=	0,160 [mm]
$V_{Sk}$	=	16,411 [kN]	$\delta_V$	=	0,656 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,676 [mm]

Carichi a lungo termine:

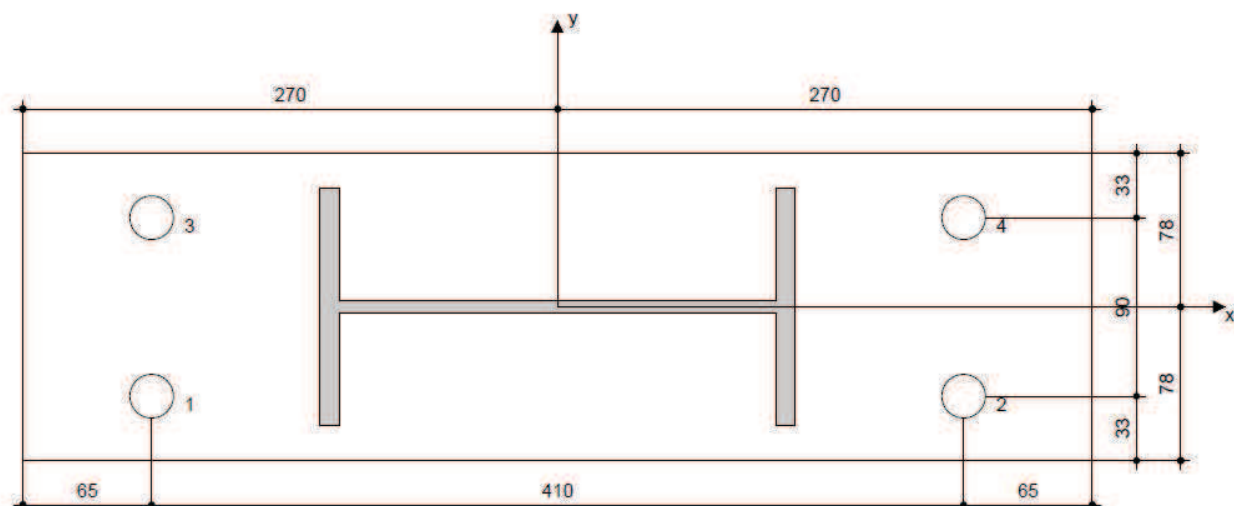
$N_{Sk}$	=	63,865 [kN]	$\delta_N$	=	0,401 [mm]
$V_{Sk}$	=	16,411 [kN]	$\delta_V$	=	0,985 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	1,063 [mm]

### L'ancoraggio risulta verificato

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 240 x 120 x 6 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione  
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 380 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 424 mm



Risultati Parete 15

T ▲	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
631	259	127	53	-779	700	41 913	39 389
632	258	259	-49 136	16 533	-16 533	-1 652 979	-1 653 608
633	126	127	-43 725	17 056	-17 056	-1 705 081	-1 706 133
634	127	260	46 843	-15 580	15 580	918 563	1 106 833
635	126	127	-42 308	16 712	-16 712	-1 754 234	-1 755 235
636	96	260	2 519	15 424	-15 424	-1 649 921	-1 589 088
637	107	117	1 313	553	-717	-38 911	-43 332
638	106	107	-44 836	16 443	-16 443	-1 724 401	-1 728 576
639	116	117	-27 837	17 611	-17 611	-1 845 197	-1 853 014
640	117	87	16 914	-8 138	6 341	477 608	462 262
641	116	117	-48 665	16 160	-16 160	-1 696 552	-1 697 054
642	86	87	-30 364	16 551	-16 551	-1 734 204	-1 741 530
643	128	98	-11 686	-8 294	8 294	472 306	440 032
644	127	128	-52 097	14 417	-14 417	-1 351 921	-1 351 921
645	260	98	-9 797	17 723	-17 723	-1 702 617	-1 702 617
646	261	88	-1 423	-388	339	21 132	19 177
647	117	261	-51 570	14 456	-14 456	-1 356 290	-1 356 290
648	87	88	-75	18 531	-18 531	-1 783 217	-1 783 217
741	96	106	-4 234	-7 155	-6 707	360 049	0

## Verifica ancoranti esterni ed interni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M20

Riempimento spazio con Set di riempimento sismico Hilti M20 mm

Profondità di posa effettiva:  $h_{ef,act} = 380 \text{ mm}$  ( $h_{ef,limit} = - \text{mm}$ )

Materiale: 8.8

Certificazione No.: ETA 16/0143

Emesso / Validato: 28/07/2016 | -

Prova: Valutazione ingegneristica SOFA BOND dopo la campagna di test ETAG BOND

Fissaggio distanziato:  $e_b = 0 \text{ mm}$  (Senza distanziamento);  $t = 35 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio:  $l_x \times l_y \times t = 440 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) =  $240 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$

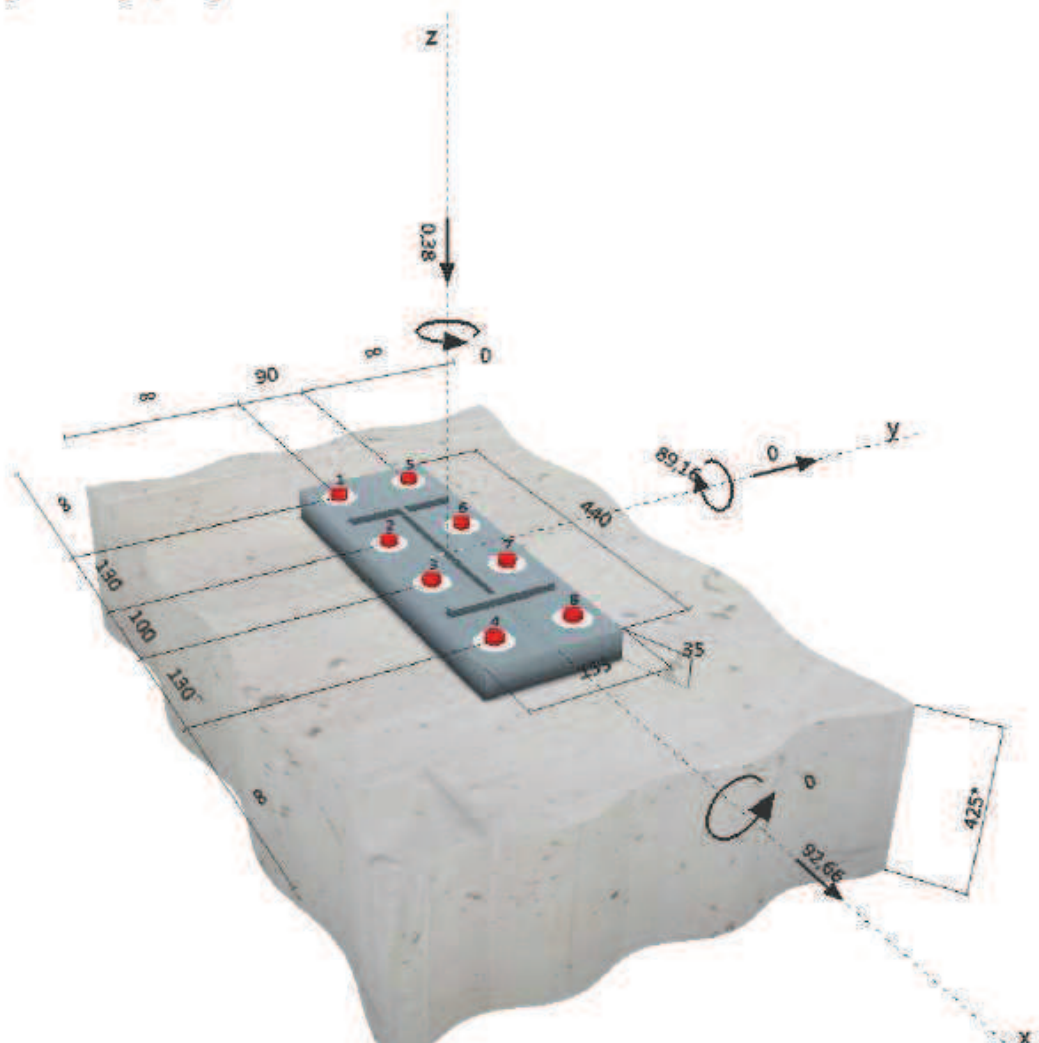
Materiale base: non fessurato calcestruzzo, C25/30,  $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 425 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

Installazione: **Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature  $\geq 150 \text{ mm}$  (qualunque  $\emptyset$ ) o  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ )  
senza armatura di bordo longitudinale



### Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	91,719	11,583	11,583	0,000
2	46,669	11,583	11,583	0,000
3	12,016	11,583	11,583	0,000
4	0,000	11,583	11,583	0,000
5	91,719	11,583	11,583	0,000
6	46,669	11,583	11,583	0,000
7	12,016	11,583	11,583	0,000
8	0,000	11,583	11,583	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo:

0,96 [%]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo:

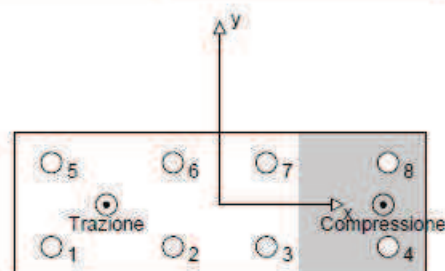
28,71 [N/mm<sup>2</sup>]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-121/0):

300,809 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(175/0):

301,189 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	91,719	130,667	71	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	300,809	367,340	82	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	300,809	319,838	95	OK
Fessurazione**	300,809	304,768	99	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	91,719

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
521719	320000	15,00	566	283	$\infty$
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,224	1,127	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
61	0,822	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
364,731	551,010	1,500	367,340	300,809	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1685100	1299600	570	1140		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
61	0,903	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
10,100	409,786	1,500	319,838	300,809	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3520482	2950150	859	1718	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
61	0,933	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]			
409,786	1,500	304,768	300,809			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	11,583	78,400	15	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	92,660	775,680	12	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	11,583

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{gr,N}$ [mm]	$s_{gr,N}$ [mm]	k-factor	
1845000	1299600	570	1140	2,000	
$e_{c1,v}$ [mm]	$V_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$V_{ec2,N}$	$V_{s,N}$	$V_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,sp}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]		
409,786	1,500	775,680	92,660		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,987	0,148	1,000	95	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	67,940 [kN]	$\delta_N$	=	0,171 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,580 [kN]	$\delta_V$	=	0,343 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,383 [mm]

Carichi a lungo termine:

$N_{Sk}$	=	67,940 [kN]	$\delta_N$	=	0,427 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,580 [kN]	$\delta_V$	=	0,515 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,669 [mm]

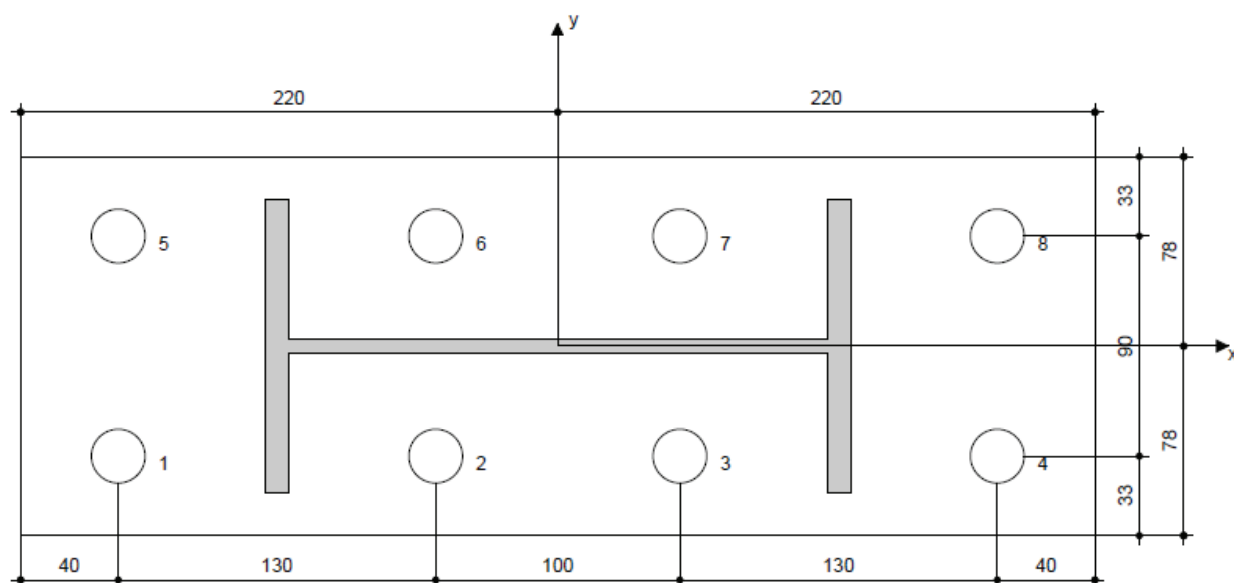
### L'ancoraggio risulta verificato

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 240 x 120 x 6 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica  
 Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Riempimento spazio con Set di riempimento sismico Hilti M20 mm

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 380 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 424 mm



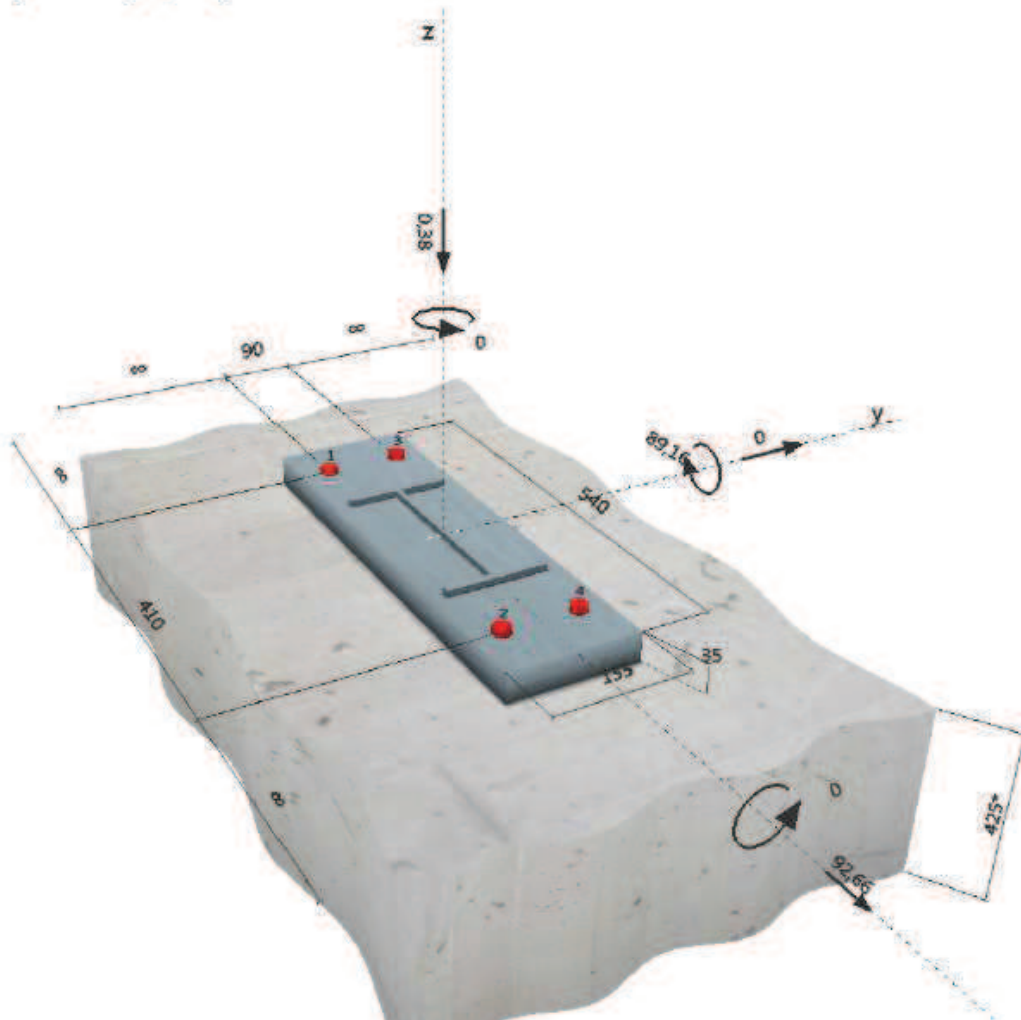
## Verifica ancoranti solo esterni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 380 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	28/07/2016   -
Prova:	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 540 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; (L x W x T x FT) = $240 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 425 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	<b>Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto</b>
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



## Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

### Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	102,546	23,165	23,165	0,000
2	0,000	23,165	23,165	0,000
3	102,546	23,165	23,165	0,000
4	0,000	23,165	23,165	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo:

0,72 [%]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo:

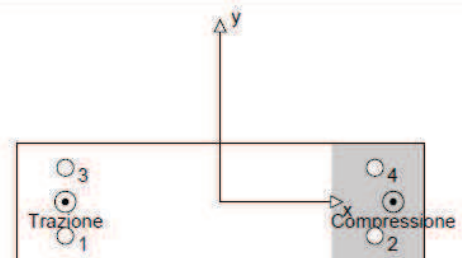
21,72 [N/mm<sup>2</sup>]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-205/0):

205,093 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(229/0):

205,473 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	102,546	130,667	79	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	205,093	287,883	72	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	205,093	294,759	70	OK
Fessurazione**	205,093	287,958	72	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{Ms}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	102,546

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{p,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$T_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{or,Np}$ [mm]	$c_{or,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
370912	320000	15,00	566	283	∞
$\psi_e$	$T_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,064	1,021	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
364,731	431,824	1,500	287,883	205,093	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{or,N}$ [mm]	$s_{or,N}$ [mm]		
1402200	1299600	570	1140		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]	
10,100	409,786	1,500	294,759	205,093	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{or,sp}$ [mm]	$s_{or,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3104734	2950150	859	1718	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Sd}$ [kN]			
409,786	1,500	287,958	205,093			

## 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	23,165	78,400	30	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	92,660	801,536	12	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	23,165

### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{or,N}$ [mm]	$s_{or,N}$ [mm]	k-factor	$k_1$
1906500	1299600	570	1140	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,op}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{Sd}$ [kN]		
409,786	1,500	801,536	92,660		

## 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,785	0,295	2,000	71	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

## 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	75,960 [kN]	$\delta_N$	=	0,191 [mm]
$V_{Sk}$	=	17,159 [kN]	$\delta_V$	=	0,686 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,712 [mm]

Carichi a lungo termine:

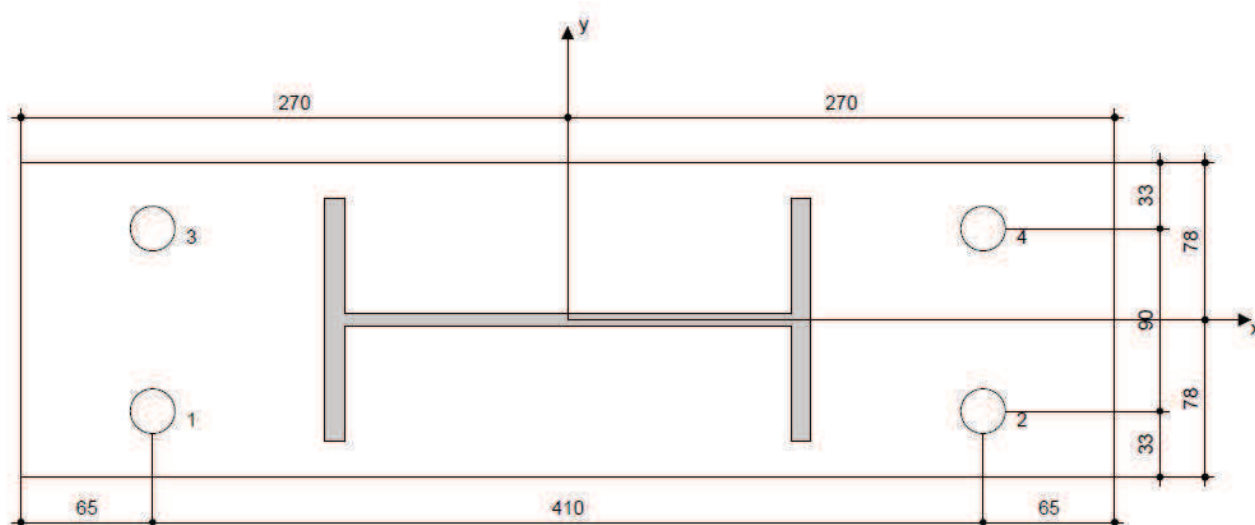
$N_{Sk}$	=	75,960 [kN]	$\delta_N$	=	0,477 [mm]
$V_{Sk}$	=	17,159 [kN]	$\delta_V$	=	1,030 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	1,135 [mm]

## L'ancoraggio risulta verificato!

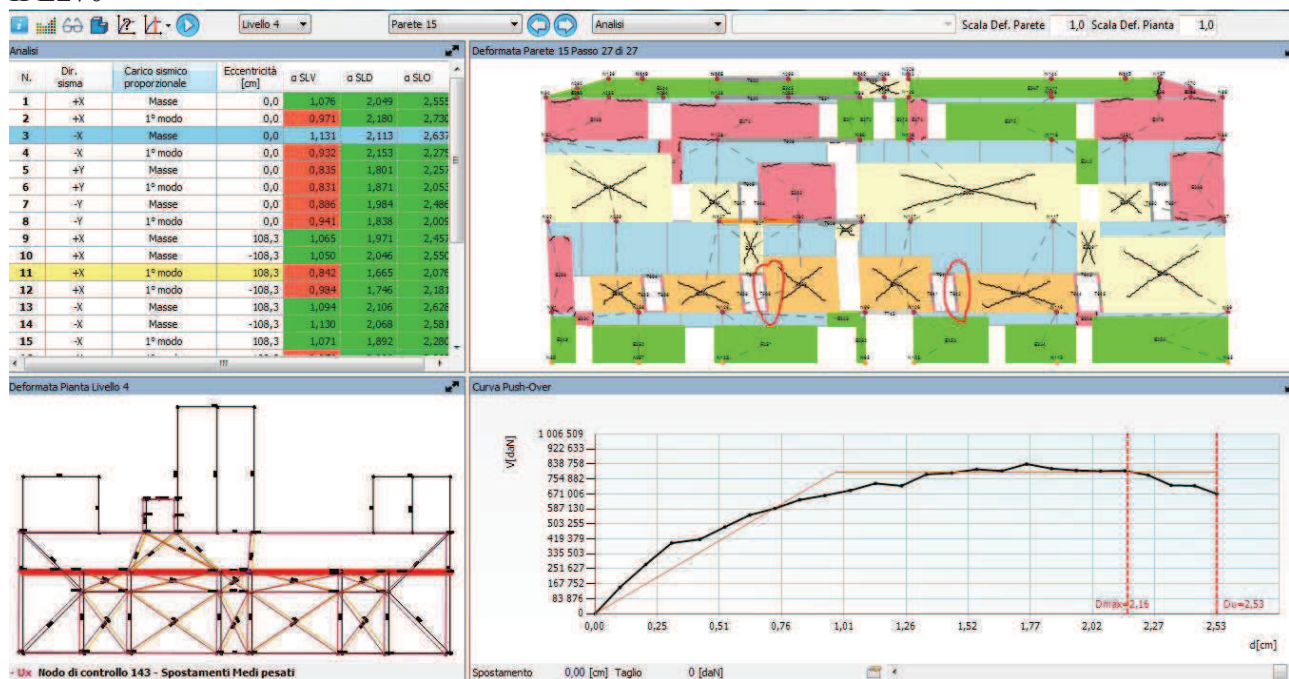
### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 240 x 120 x 6 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_t = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione  
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 380 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 424 mm



# IPE270



Risultati Parete 15

T	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
631	259	127	5 551	-1 065	986	55 281	57 454
632	258	259	-48 089	20 890	-20 890	-1 910 042	-1 910 042
633	126	127	-43 898	21 274	-21 274	-1 949 160	-1 949 160
634	127	260	50 579	-16 064	16 064	958 740	1 129 614
635	126	127	-37 325	20 689	-20 689	-2 010 505	-2 010 505
636	96	260	3 096	18 330	-18 330	-1 954 672	-1 894 560
637	107	117	-2 078	356	-519	-24 346	-32 227
638	106	107	-43 735	20 023	-20 023	-1 950 682	-1 950 682
639	116	117	-26 774	20 623	-20 623	-2 108 991	-2 108 991
640	117	87	18 213	-9 590	7 793	569 359	559 283
641	116	117	-46 967	19 734	-19 734	-1 920 514	-1 920 514
642	86	87	-28 442	19 272	-19 272	-2 021 604	-2 025 528
643	128	98	-8 111	-9 394	9 394	529 969	503 407
644	127	128	-51 382	11 490	-11 490	-1 207 569	-1 205 367
645	260	98	-14 159	8 888	-8 888	-891 811	-974 627
646	261	88	-5 109	-293	243	17 318	12 399
647	117	261	-55 031	10 715	-10 715	-1 136 422	-1 113 768
648	87	88	-4 925	10 515	-10 515	-1 108 992	-1 099 146
741	96	106	-5 922	-7 133	-6 729	354 006	0

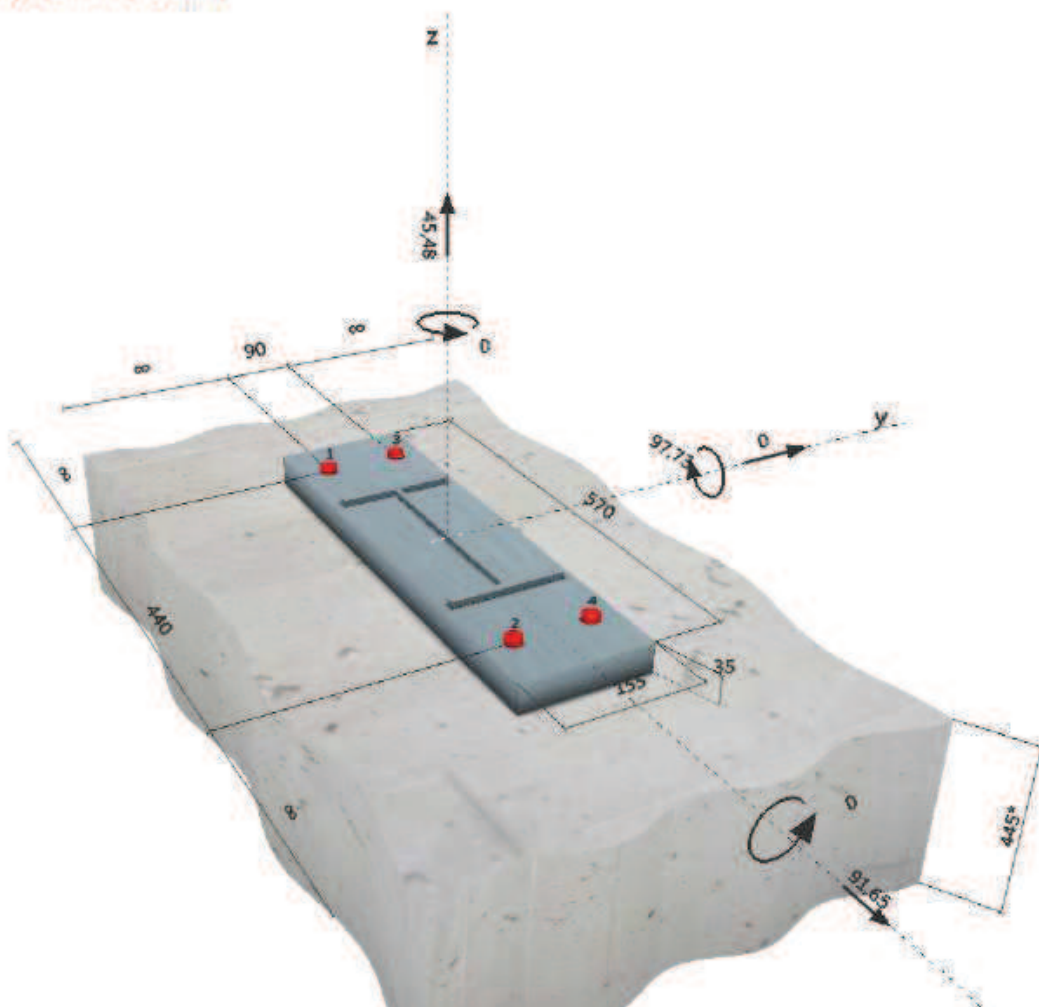
## Verifica ancoranti solo esterni al profilo

### 1 Dati da inserire

<b>Tipo e dimensione dell'ancorante:</b>	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20
<b>Profondità di posa effettiva:</b>	$h_{ef,act} = 400 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )
<b>Materiale:</b>	8.8
<b>Certificazione No.:</b>	ETA 16/0143
<b>Emesso l Validato:</b>	28/07/2016   -
<b>Prova:</b>	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
<b>Fissaggio distanziato:</b>	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
<b>Piastra d'ancoraggio:</b>	$l_x \times l_y \times t = 570 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
<b>Profilo:</b>	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $270 \text{ mm} \times 135 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
<b>Materiale base:</b>	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ , $h = 445 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
<b>Installazione:</b>	<b>Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto</b>
<b>Armatura:</b>	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



### Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

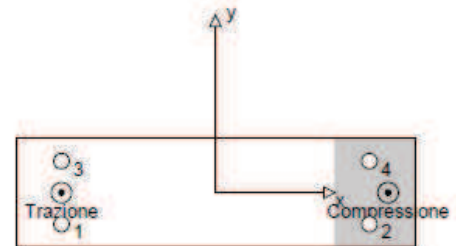
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	116,734	22,913	22,913	0,000
2	0,000	22,913	22,913	0,000
3	116,734	22,913	22,913	0,000
4	0,000	22,913	22,913	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,70 [‰]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 21,08 [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-220/0): 233,467 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(247/0): 187,987 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_R$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	116,734	130,667	90	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	233,467	303,899	77	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	233,467	317,168	74	OK
Fessurazione**	233,467	310,191	76	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Ed,s}$ [kN]	$N_{Gd}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	116,734

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
370912	320000	15,00	566	283	∞
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,077	1,024	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Ed,p}$ [kN]	$N_{Gd}$ [kN]	
383,928	455,848	1,500	303,899	233,467	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1548000	1440000	600	1200		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$k_f$	$N_{Rk,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Ed,s}$ [kN]	$N_{Gd}$ [kN]	
10,100	442,560	1,500	317,168	233,467	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3431584	3268864	904	1808	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_f$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,s}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Ed,sp}$ [kN]	$N_{Gd}$ [kN]			
442,560	1,500	310,191	233,467			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	22,913	78,400	30	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	91,650	866,926	11	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{Ms}$	$V_{Ed,s}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	22,913

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	$k_1$
2115600	1440000	600	1200	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$W_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$W_{ec2,N}$	$W_{s,N}$	$W_{rs,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]		
442,560	1,500	866,926	91,650		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,893	0,292	2,000	89	OK

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	86,469 [kN]	$\delta_N$	=	0,206 [mm]
$V_{Sk}$	=	16,972 [kN]	$\delta_V$	=	0,679 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,710 [mm]

Carichi a lungo termine:

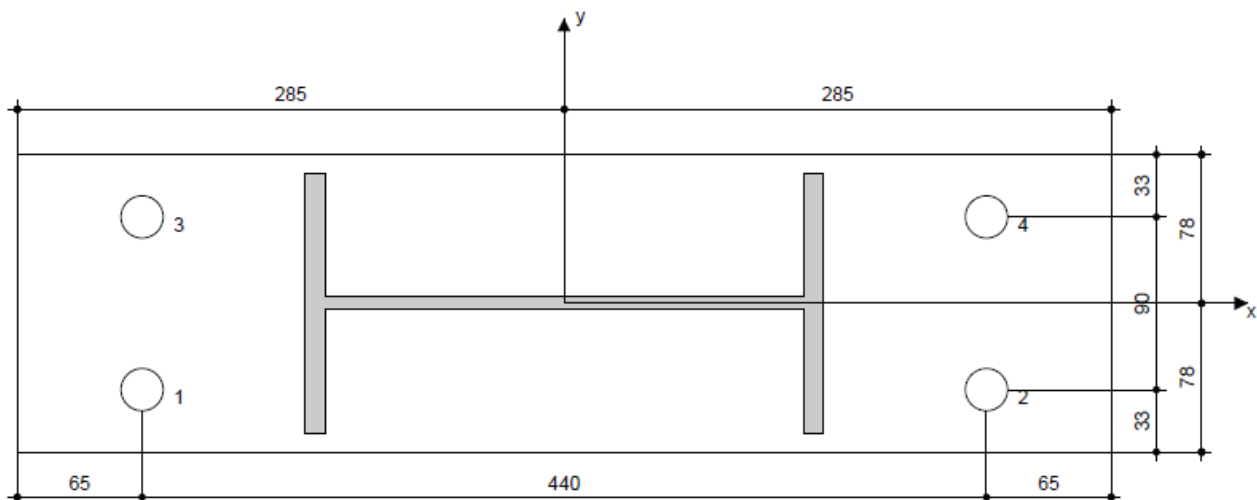
$N_{Sk}$	=	86,469 [kN]	$\delta_N$	=	0,516 [mm]
$V_{Sk}$	=	16,972 [kN]	$\delta_V$	=	1,018 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	1,142 [mm]

### L'ancoraggio risulta verificato!

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 270 x 135 x 7 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione  
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 400 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 444 mm



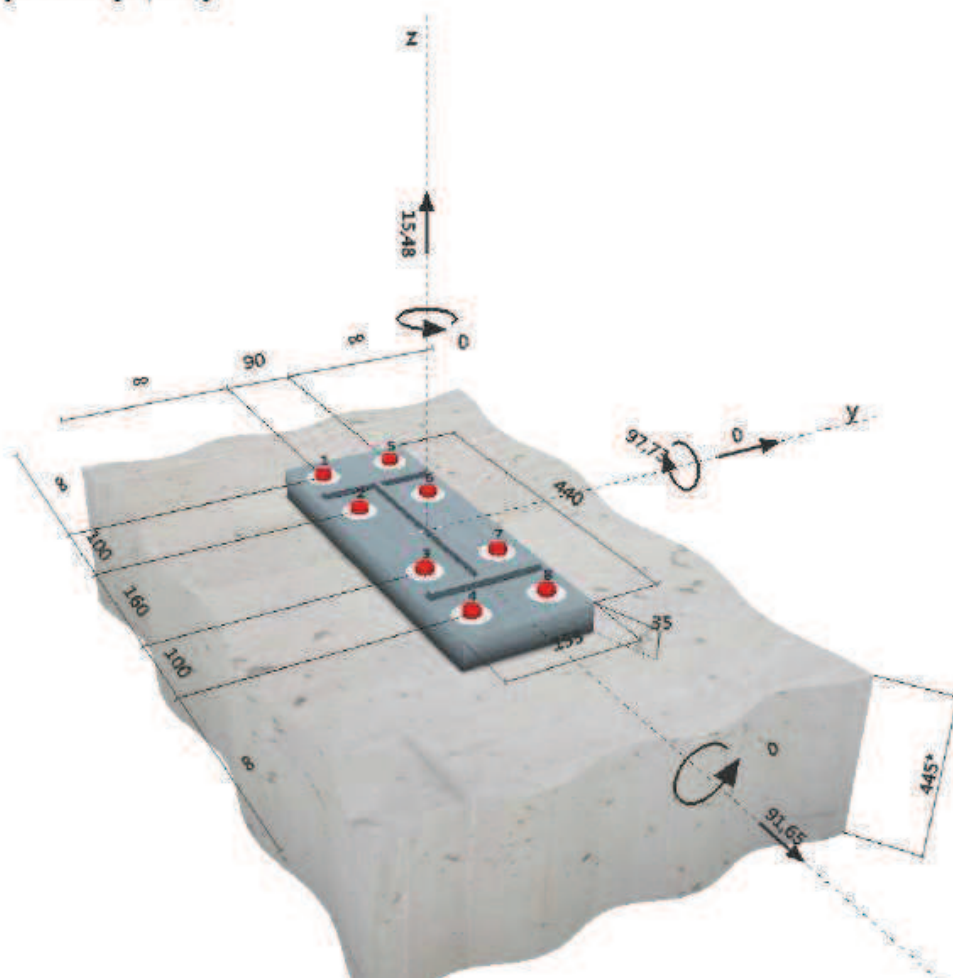
## Verifica ancoranti esterni ed interni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e anco	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 400 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	28/07/2016   -
Prova:	Valutazione ingegneristica SOFA BOND dopo la campagna di test ETAG BOND
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 440 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $270 \text{ mm} \times 135 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ , $h = 445 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	<b>Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto</b>
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



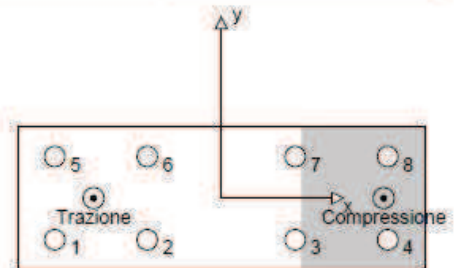
## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	96,941	11,456	11,456	0,000
2	60,634	11,456	11,456	0,000
3	2,544	11,456	11,456	0,000
4	0,000	11,456	11,456	0,000
5	96,941	11,456	11,456	0,000
6	60,634	11,456	11,456	0,000
7	2,544	11,456	11,456	0,000
8	0,000	11,456	11,456	0,000



Compressione max. nel calcestruzzo: 0,99 [‰]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 29,56 [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-138/0): 320,238 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(176/0): 304,758 [kN]

## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\rho_R$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	96,941	130,667	75	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	320,238	391,604	82	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	320,238	341,493	94	OK
Fessurazione**	320,238	326,617	99	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	96,941

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{o,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{o,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$T_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$C_{cr,Np}$ [mm]	$C_{min}$ [mm]
541390	320000	15,00	566	283	∞
$\psi_c$	$T_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,270	1,154	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
78	0,784	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
383,928	587,406	1,500	391,604	320,238	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$C_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]		
1883400	1440000	600	1200		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
78	0,885	0	1,000	1,000	1,000
k <sub>1</sub>	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
10,100	442,560	1,500	341,493	320,238	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$C_{cr,sp}$ [mm]	$S_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3925064	3268864	904	1808	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k <sub>1</sub>
78	0,921	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]			
442,560	1,500	326,617	320,238			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	11,456	78,400	15	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	91,650	824,636	12	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Ed,s}$ [kN]	$V_{0d}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	11,456

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{or,N}$ [mm]	$s_{or,N}$ [mm]	k-factor	
2012400	1440000	600	1200	2,000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{f,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	$V_{0d}$ [kN]		
442 560	1,500	824 636	91 650		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,980	0,146	1,000	94	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1,2 \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	71,808 [kN]	$\delta_N$	=	0,171 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,486 [kN]	$\delta_V$	=	0,339 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,380 [mm]

Carichi a lungo termine:

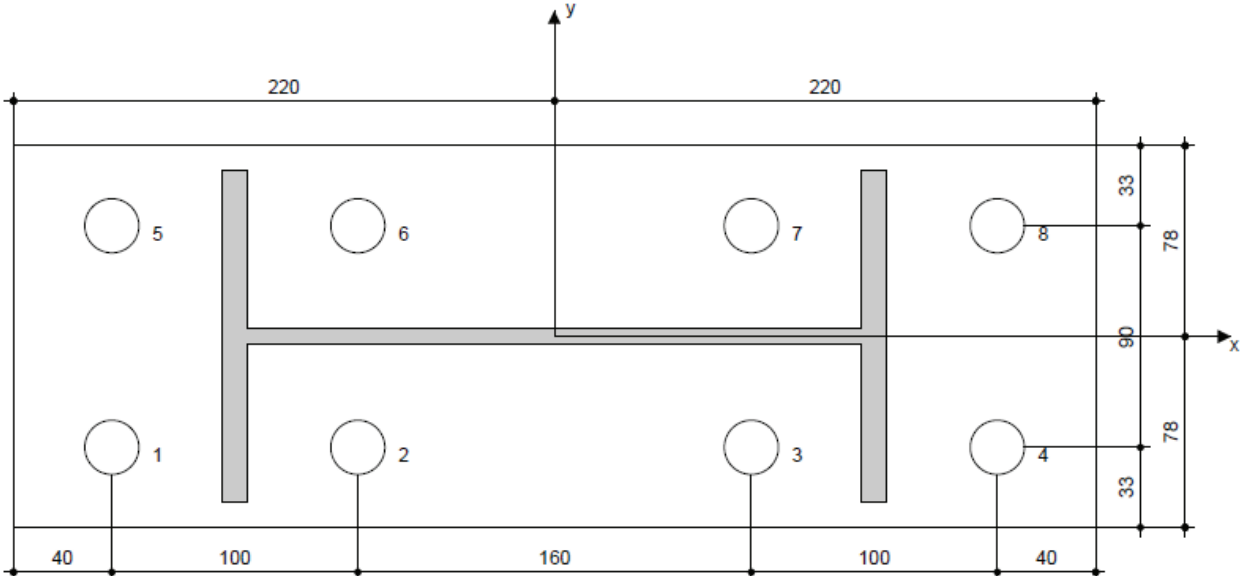
$N_{Sk}$	=	71,808 [kN]	$\delta_N$	=	0,429 [mm]
$V_{Sk}$	=	8,486 [kN]	$\delta_V$	=	0,509 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,666 [mm]

### L'ancoraggio risulta verificato!

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 270 x 135 x 7 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica  
 Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 400 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 444 mm



Risultati Parete 15							
T ▲	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
631	259	127	5 551	-1 065	986	55 281	57 454
632	258	259	-48 089	20 890	-20 890	-1 910 042	-1 910 042
633	126	127	-43 898	21 274	-21 274	-1 949 160	-1 949 160
634	127	260	50 579	-16 064	16 064	958 740	1 129 614
635	126	127	-37 325	20 689	-20 689	-2 010 505	-2 010 505
636	96	260	3 096	18 330	-18 330	-1 954 672	-1 894 560
637	107	117	-2 078	356	-519	-24 346	-32 227
638	106	107	-43 735	20 023	-20 023	-1 950 682	-1 950 682
639	116	117	-26 774	20 623	-20 623	-2 108 991	-2 108 991
640	117	87	18 213	-9 590	7 793	569 359	559 283
641	116	117	-46 967	19 734	-19 734	-1 920 514	-1 920 514
642	86	87	-28 442	19 272	-19 272	-2 021 604	-2 025 528
643	128	98	-8 111	-9 394	9 394	529 969	503 407
644	127	128	-51 382	11 490	-11 490	-1 207 569	-1 205 367
645	260	98	-14 159	8 888	-8 888	-891 811	-974 627
646	261	88	-5 109	-293	243	17 318	12 399
647	117	261	-55 031	10 715	-10 715	-1 136 422	-1 113 768
648	87	88	-4 925	10 515	-10 515	-1 108 992	-1 099 146
741	96	106	-5 922	-7 133	-6 729	354 006	0

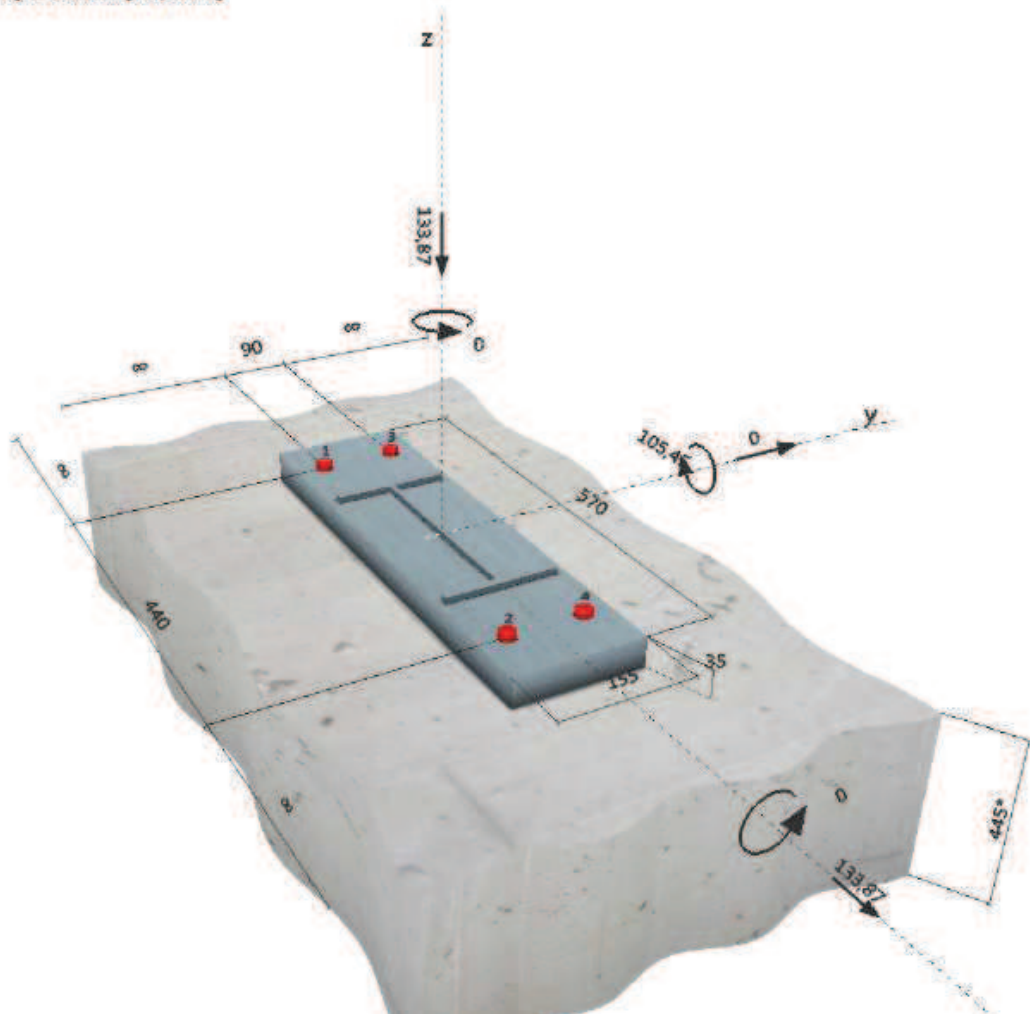
Verifica solo ancoranti esterni al profilo

## 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 400 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Validato:	28/07/2016   -
Prova:	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 570 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $270 \text{ mm} \times 135 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 445 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	<b>Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto</b>
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

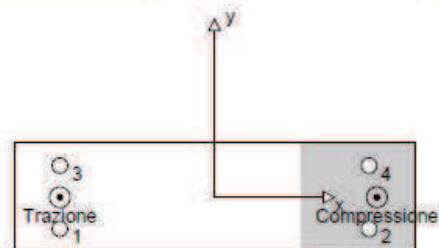
Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	82,603	33,468	33,468	0,000
2	0,000	33,468	33,468	0,000
3	82,603	33,468	33,468	0,000
4	0,000	33,468	33,468	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,79 [‰]

Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 23,85 [N/mm<sup>2</sup>]

risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-220/0): 165,206 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(231/0): 299,076 [kN]



## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_H$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	82,603	130,667	64	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	165,206	303,899	55	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	165,206	317,168	53	OK
Fessurazione**	165,206	310,191	54	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
165,206	1,500	130,667	82,603

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
370912	320000	15,00	566	283	$\infty$
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,077	1,024	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
383,928	455,848	1,500	303,899	165,206	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1548000	1440000	600	1200		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$k_1$	$N_{Rk,o}^0$ [kN]	$\gamma_{M,o}$	$N_{Rd,o}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]	
10,100	442,560	1,500	317,168	165,206	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{r,sp}$		
3431584	3268864	904	1808	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$k_1$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,o}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]			
442,560	1,500	310,191	165,206			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_V$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	33,468	78,400	43	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	133,870	866,926	16	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	33,468

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	$k_f$
2115600	1440000	600	1200	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]		
442,560	1,500	866,926	133,870		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,632	0,427	2,000	59	OK

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	61,187 [kN]	$\delta_N$	=	0,146 [mm]
$V_{Sk}$	=	24,791 [kN]	$\delta_V$	=	0,992 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	1,002 [mm]

Carichi a lungo termine:

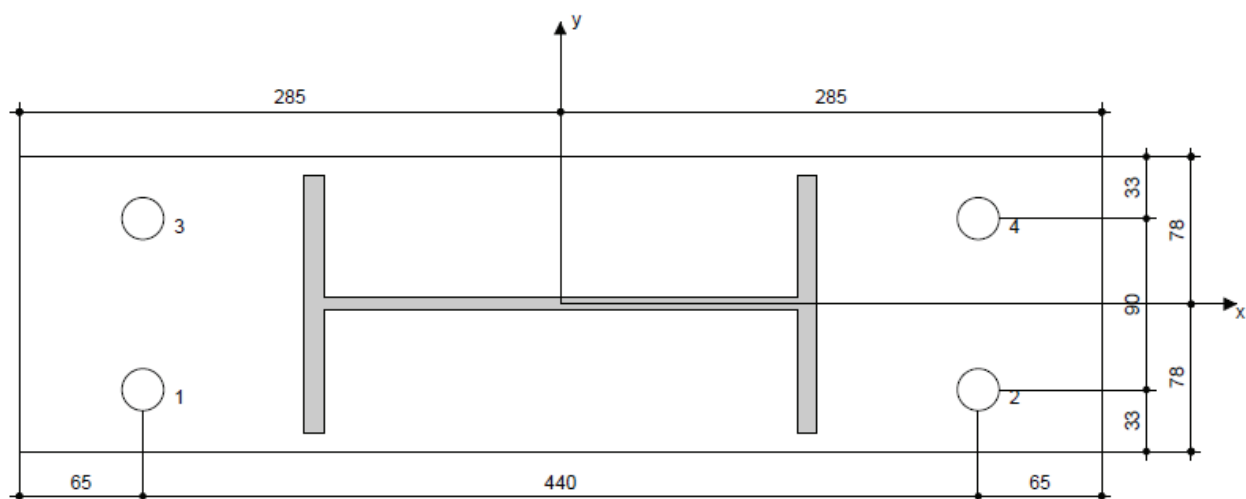
$N_{Sk}$	=	61,187 [kN]	$\delta_N$	=	0,365 [mm]
$V_{Sk}$	=	24,791 [kN]	$\delta_V$	=	1,487 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	1,532 [mm]

### L'ancoraggio risulta verificato!

#### 8 Dati relativi all'installazione



Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 270 x 135 x 7 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione  
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 400 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 444 mm

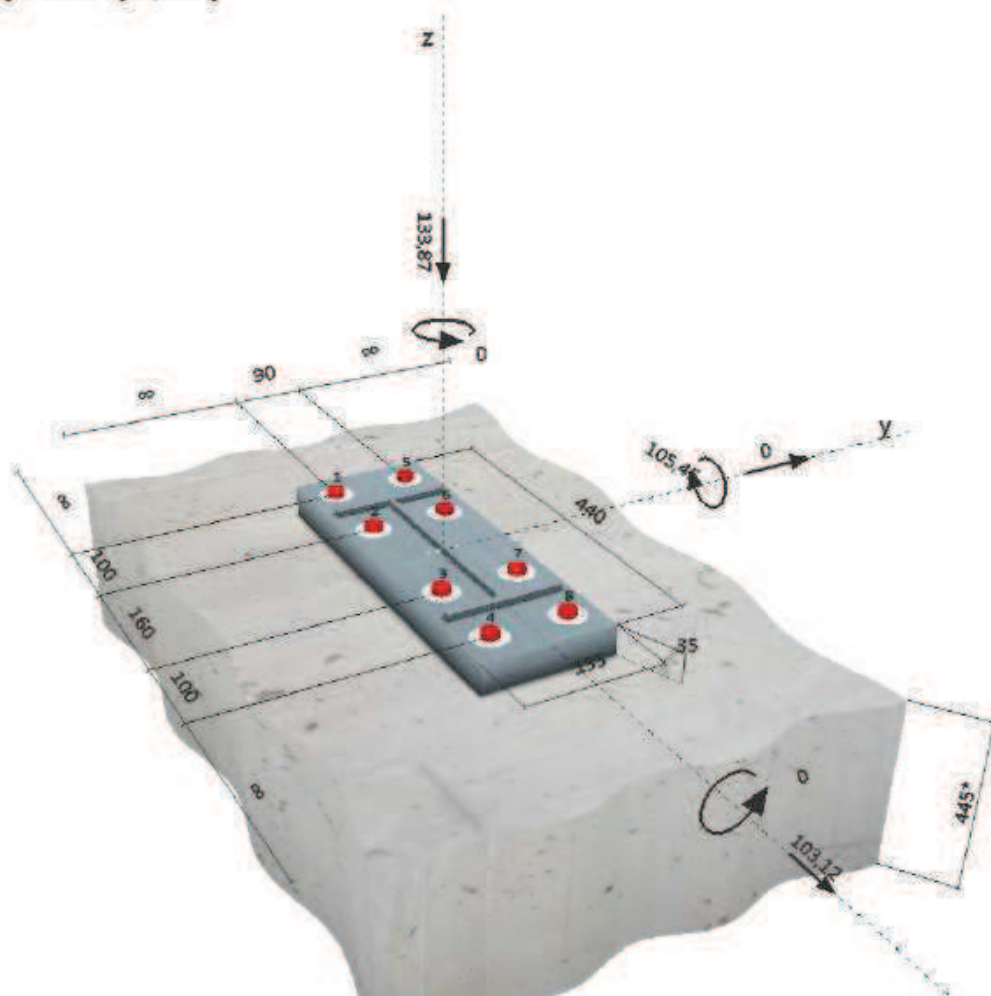


## Verifica ancoranti esterni ed interni al profilo

### 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20	
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e anco		
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 400 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = - \text{ mm}$ )	
Materiale:	8.8	
Certificazione No.:	ETA 16/0143	
Emesso l Valido:	28/07/2016   -	
Prova:	Valutazione ingegneristica SOFA BOND dopo la campagna di test ETAG BOND	
Fissaggio distanziato:	$e_s = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 35 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 440 \text{ mm} \times 155 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPE; ( $L \times W \times T \times FT$ ) = $270 \text{ mm} \times 135 \text{ mm} \times 7 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 445 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C	
Installazione:	<b>Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto</b>	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale	

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



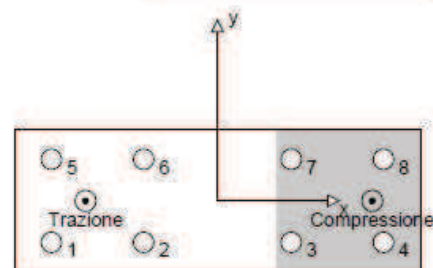
## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	84,006	12,890	12,890	0,000
2	49,509	12,890	12,890	0,000
3	0,000	12,890	12,890	0,000
4	0,000	12,890	12,890	0,000
5	84,006	12,890	12,890	0,000
6	49,509	12,890	12,890	0,000
7	0,000	12,890	12,890	0,000
8	0,000	12,890	12,890	0,000



Compressione max. nel calcestruzzo: 1,10 [‰]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 33,05 [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-143/0): 267,029 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(168/0): 400,899 [kN]

## 3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_R$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	84,006	130,667	65	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	267,029	369,277	73	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	267,029	336,356	80	OK
Fessurazione**	267,029	322,736	83	OK

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

### 3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]
196,000	1,500	130,667	84,006

### 3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$c_{min}$ [mm]
436480	320000	15,00	566	283	$\infty$
$\psi_c$	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,018	15,28	3,200	1,186	1,106	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
13	0,956	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]	
383,928	553,915	1,500	369,277	267,029	

### 3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
1677000	1440000	600	1200		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
13	0,979	0	1,000	1,000	1,000
k <sub>1</sub>	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]	
10,100	442,560	1,500	336,356	267,029	

### 3.4 Fessurazione

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$		
3621384	3268864	904	1808	1,002		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k <sub>1</sub>
13	0,986	0	1,000	1,000	1,000	10,100
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	$N_{sd}$ [kN]			
442,560	1,500	322,736	267,029			

#### 4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	12,890	78,400	17	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	103,120	824,636	13	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

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

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Ed,s}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]
98,000	1,250	78,400	12,890

##### 4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
2012400	1440000	600	1200	2,000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,sp}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]		
442.560	1.500	824.636	103.120		

#### 5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Utilizzo $\beta_{N/V}$ [%]	Stato
0,827	0,164	1,500	82	OK

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,0$$

#### 6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{Sk}$	=	62,226 [kN]	$\delta_N$	=	0,149 [mm]
$V_{Sk}$	=	9,548 [kN]	$\delta_V$	=	0,382 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,410 [mm]

Carichi a lungo termine:

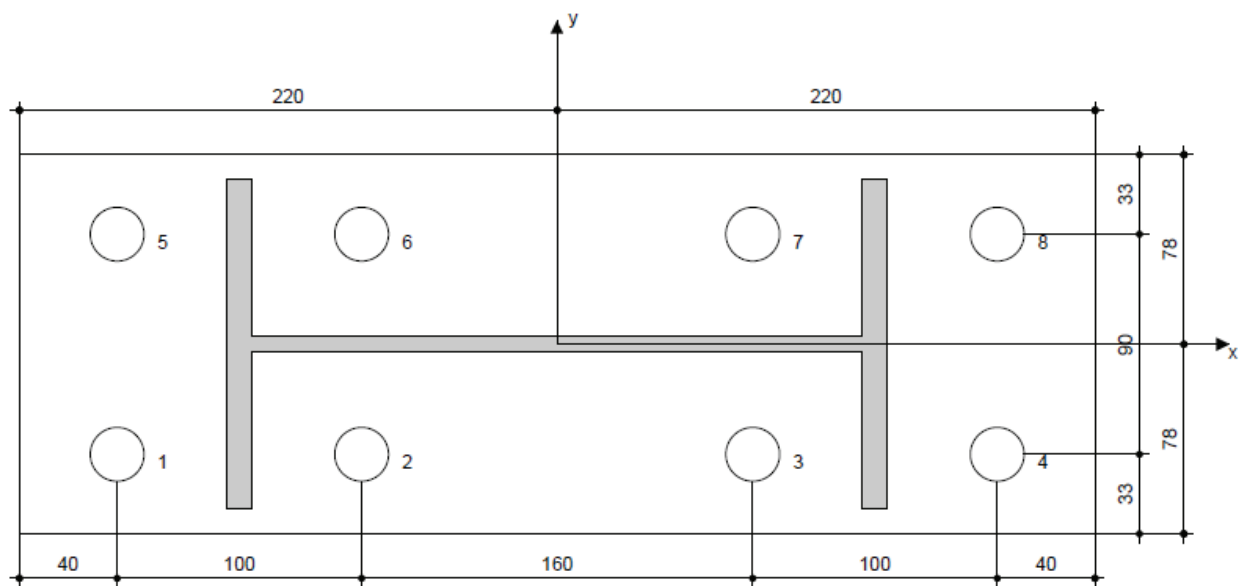
$N_{Sk}$	=	62,226 [kN]	$\delta_N$	=	0,371 [mm]
$V_{Sk}$	=	9,548 [kN]	$\delta_V$	=	0,573 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,683 [mm]

**L'ancoraggio risulta verificato!**

#### 8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -  
 Profilo: IPE; 270 x 135 x 7 x 10 mm  
 Diametro del foro nella piastra:  $d_f = 22$  mm  
 Spessore della piastra (input): 35 mm  
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato  
 Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica  
 Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M20  
 Coppia di serraggio: 0,150 kNm  
 Diametro del foro nel materiale base: 22 mm  
 Profondità del foro nel materiale base: 400 mm  
 Spessore minimo del materiale base: 444 mm



**Verifica dei collegamenti della controventatura in acciaio** da eseguire nel piano secondo in corrispondenza della copertura in legno.

**Il dimensionamento viene eseguito per gli elementi con le sollecitazioni massime ottenute dalle analisi sismiche e si estendono i risultati agli altri elementi.**

Si riportano dapprima le sollecitazioni e successivamente si eseguono le verifiche dei collegamenti. Poiché il collegamento delle piastre a cui si collega il tirante verrà realizzato con bulloni e barre filettate di classe 8.8 sia con le murature che con la trave di colmo, si determina lo sforzo massimo trasferibile da questi elementi del diametro di 20 mm e 16 mm rispettivamente per le murature e la trave in legno.

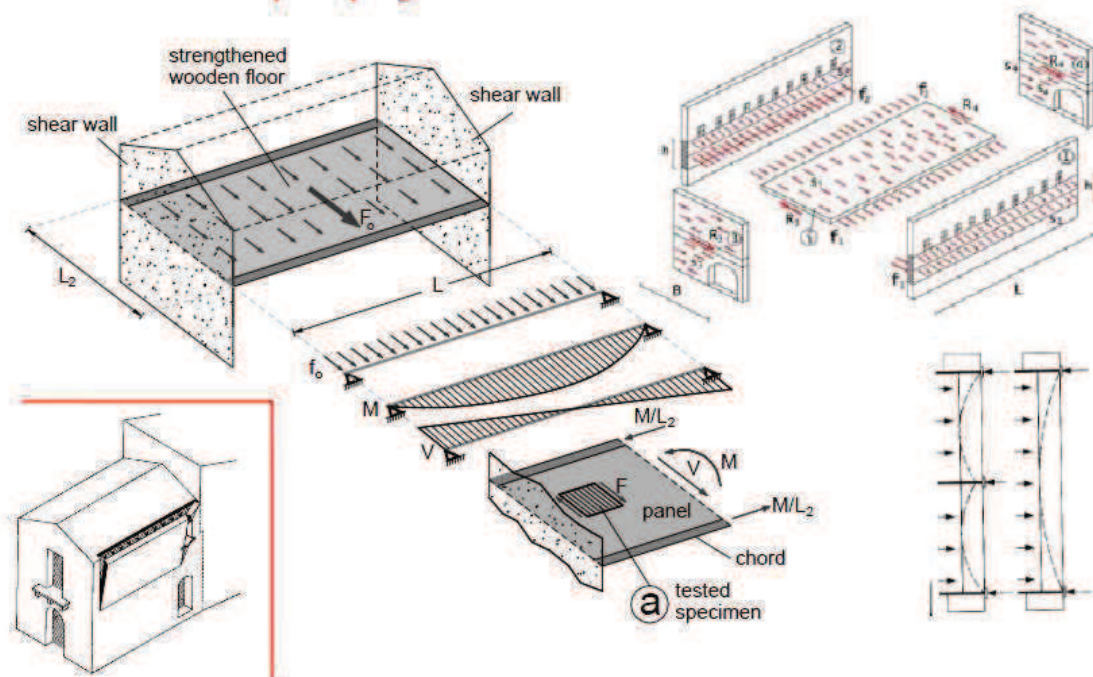
Unione tirante con muratura

Si fa riferimento allo studio eseguito da Reluis sui collegamenti dei diaframmi di solaio con le murature, in cui sono riportate delle indicazioni per il calcolo dei relativi spinotti, di seguito si riporta tale studio ed a seguire si determina il massimo sforzo trasferibile dai bulloni/barre filettate, alle murature.



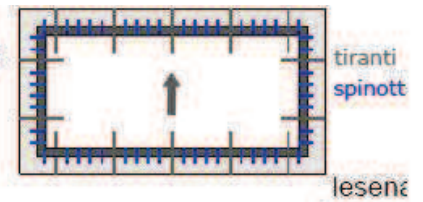
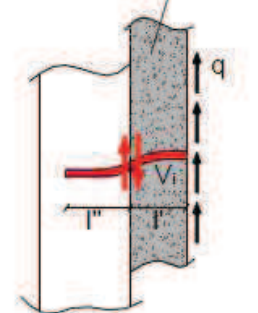
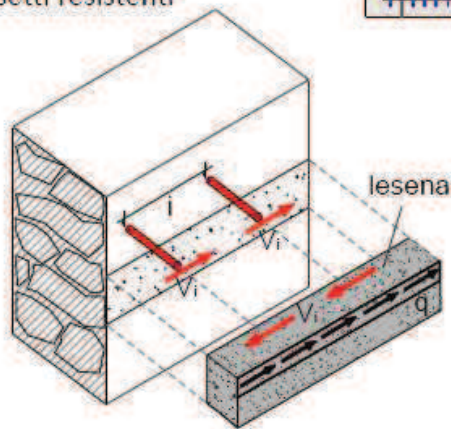
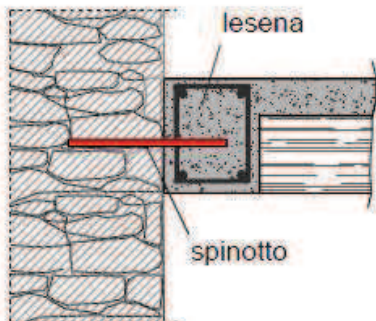
Linea 1 – Edifici in muratura – Task 3a Solai, volte, coperture

**Ruolo dei solai: Criteri per il progetto dei diaframmi di solaio**



## ORGANIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI

SPINOTTI per trasferire il taglio ai setti resistenti



Forza di taglio sul connettore:

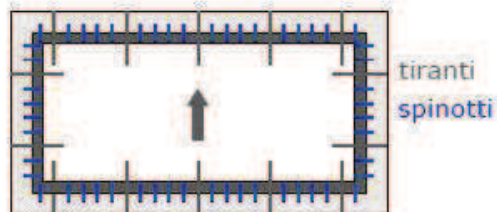
$$V_i = q \times i$$

$$i = V_l / q$$

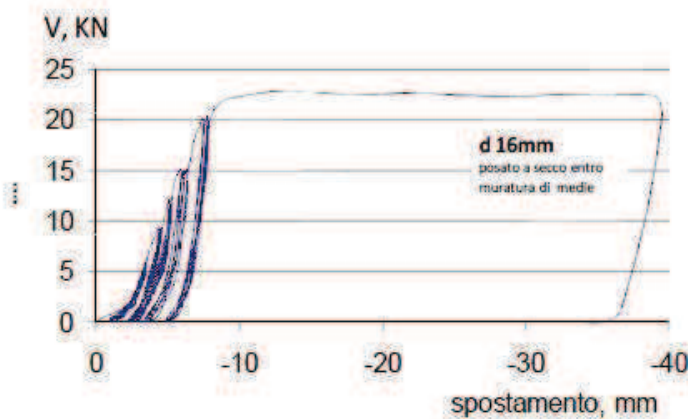
$V_i$  : si ricava da prove sperimentali o modelli analitici

(rif.  $V_{sp}(d16) = 15 \text{ kN}$ ;  $V_{sp}(d20) = 20 \text{ kN}$ . In generale 1 d16 / 50 cm)

## ORGANIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI



SPINOTTI per trasferire il taglio ai setti resistenti

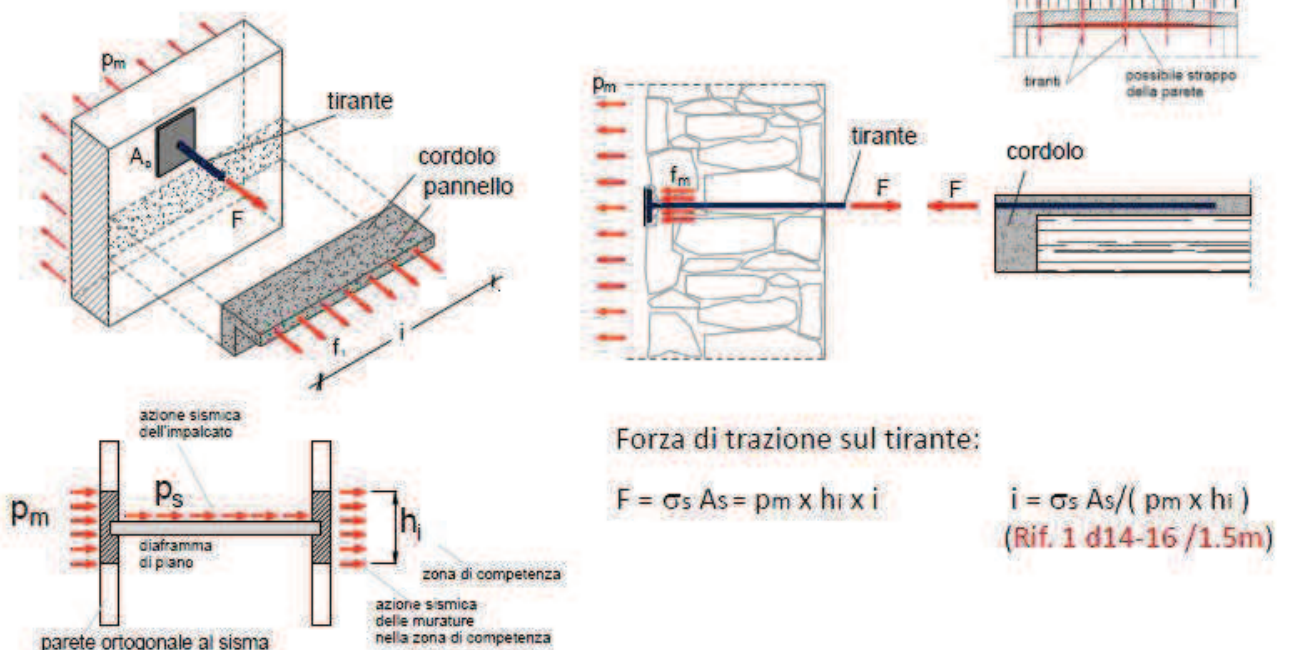


[REF.5] (rif.  $V_{sp}(d16) = 15 \text{ kN}$ ;  $V_{sp}(d20) = 20 \text{ kN}$ )



## ORGANIZZAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI COLLEGAMENTI

### TIRANTI per trattenere le pareti caricate fuori-piano



### Trasferimento azioni alle pareti (SPINOTTI)

#### Calcolo sforzo di taglio massimo trasferibile da uno spinotto

Come riportato nella parte che illustra la metodologia di calcolo che si sta utilizzando, valori sperimentali degli sforzi trasferibili con spinotti del diametro di 20 mm, corrispondono a circa 20 kN. A Favore della sicurezza si esegue un calcolo di tale valore, considerando una distribuzione uniforme delle pressioni tra la muratura e lo spinotto. Per tener conto che tale pressione è localizzata, si considera il valore di riferimento della tabella della circolare delle NTC08 per le muratura doppio UNI esistente al piano secondo, raddoppiata.

#### Pressione armatura (muratura in bimattone/doppio UNI)

$$f_m = 40 / (1,35 \times 2) = 14,81 \text{ daN/cm}^2$$

dove 40 daN/cm<sup>2</sup> è il valore di riferimento della pressione media della muratura della tabella C8A.2.1 della Circolare, 1,35 è l'FC per LC1 e 2 è il coefficiente di sicurezza per le azioni sismiche.

Per la pressione localizzata (rifollamento) si assume una pressione doppia della pressione della muratura calcolata:

$$f_{m,r} = 2 \times 14,81 = 29,62 \text{ daN/cm}^2$$

#### Sforzo trasferibile dallo spinotto $\Phi 20$

$$V_s = 29,62 * 2,0 * 13 = 770 \text{ daN}$$

Dove 2 cm è il diametro dello spinotto, 13 cm è la profondità di ancoraggio

Utilizzando un tondo  $\Phi 20$  si ha, quindi una resistenza di 770 daN < di 2000 daN sperimentale per un  $\Phi 20$

N.B. per il calcolo analitico degli sforzi trasferibili dagli spinotti, utilizzando la resistenza media a taglio della muratura, si otterrebbero degli sforzi estremamente bassi, che non trovano riscontro nei dati sperimentali.

Per la muratura a due teste si ha invece

$$V_s = 29,62 * 2,0 * 28 = 1659 \text{ daN}$$

#### **Pressione armatura (muratura in mattoni pieni e malta di calce perimetrale)**

$$f_m = 36 / (1,35 * 2) = 13,33 \text{ daN/cm}^2$$

dove 36 daN/cm<sup>2</sup> è il valore di riferimento della pressione media della muratura della tabella C8A.2.1 della Circolare, 1,35 è l'FC per LC1 e 2 è il coefficiente di sicurezza per le azioni sismiche.

Per la pressione localizzata (rifollamento) si assume una pressione doppia della pressione della muratura calcolata:

$$f_{m_r} = 2 * 13,33 = 26,66 \text{ daN/cm}^2$$

#### **Sforzo trasferibile dallo spinotto $\Phi 20$**

$$V_s = 26,66 * 2,0 * 28 = 1493 \text{ daN}$$

Dove 2 cm è il diametro dello spinotto, 28 cm è la profondità di ancoraggio

Utilizzando un tondo  $\Phi 20$  si ha, quindi una resistenza di 1493 daN < di 2000 daN sperimentale per un  $\Phi 20$

#### **Unione tirante con la trave in legno di colmo**

Mediante il foglio di calcolo si determina lo sforzo massimo trasferibile dal bullone al legno utilizzando le espressioni dell'EC5 UNI EN 1995 1-1 Progettazione delle strutture in legno settembre 2009 secondo le espressioni di seguito riportate:

- (3) Si raccomanda che la capacità portante caratteristica per chiodi, bulloni, spinotti e viti, per singolo piano di taglio e per singolo mezzo di unione, sia assunta come il valore minimo determinato tramite le espressioni seguenti:

- Per una piastra di acciaio sottile, a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} 0,4 f_{h,k} t_1 d & (a) \\ 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (b) \end{cases} \quad (8.9)$$

- Per una piastra di acciaio spessa, a taglio singolo:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} f_{h,k} t_1 d & (c) \\ f_{h,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (d) \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (e) \end{cases} \quad (8.10)$$

- Per una piastra di acciaio di qualsiasi spessore interposta come elemento centrale di una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} f_{h,1,k} t_1 d & (f) \\ f_{h,1,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (g) \\ 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (h) \end{cases} \quad (8.11)$$

- Per piastre di acciaio sottili poste come elementi esterni di una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} 0,5f_{h,2,k}t_2d & (i) \\ 1,15\sqrt{2M_{y,Rk}f_{h,2,k}}d + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & (k) \end{cases} \quad (8.12)$$

- Per piastre di acciaio spesse poste come elementi esterni di una connessione a doppio taglio:

$$F_{v,Rk} = \min. \begin{cases} 0,5f_{h,2,k}t_2d \\ 2,3\sqrt{M_{y,Rk}f_{h,2,k}}d + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{cases} \quad (8.13)$$

dove:

$F_{v,Rk}$  è la capacità portante caratteristica, per piano di taglio e per mezzo di unione;

$f_{h,k}$  è la resistenza caratteristica a rifollamento nell'elemento ligneo;

$t_1$  è il più piccolo degli spessori dell'elemento dal lato legno, oppure la profondità di penetrazione;

$t_2$  è lo spessore dell'elemento ligneo centrale;

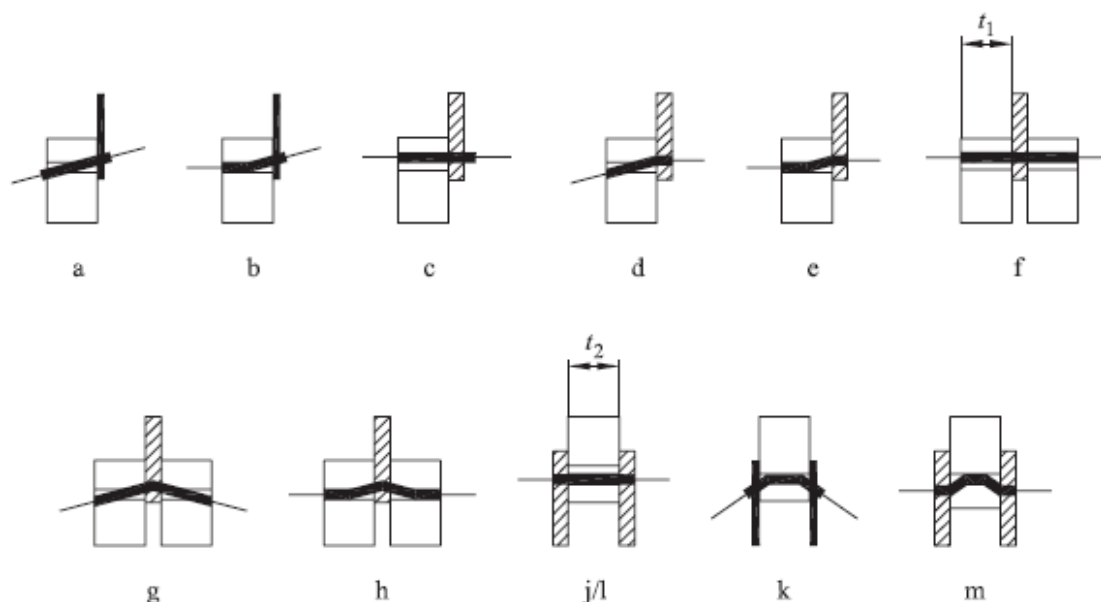
$d$  è il diametro del mezzo di unione;

$M_{y,Rk}$  è il momento caratteristico di snervamento, per il mezzo di unione;

$F_{ax,Rk}$  è la capacità caratteristica a estrazione, per il mezzo di unione.

I differenti modi di rottura sono illustrati in figura 8.3.

figura 8.3 Modi di rottura per connessioni acciaio-legno



unione tirante trave in legno		Unioni acciaio-legno con spinotti, bulloni o chiodi	
elemento	massa volumica caratteristic a $\rho, k$ [kg/m <sup>3</sup> ]	spessore t [mm]	K <sub>mod</sub>
legno	380	140	0,9
acciaio		12	
d [mm] =	16		
$\gamma, m, l$ =	1,5		
$\gamma, m, s$ =	1,25		
f, w, k [N/mm <sup>2</sup> ] =	800		
k <sub>90</sub> = 1,35 + 0,15d	1,59		
gM =	1,5	<i>singolo piano di taglio</i>	
8.9.a	23 452,3		
8.9.b	18 952,8	Rk [N] =	22 878,0
8.10.c	27 499,1	Rd (N) =	13 726,8136
8.10.d	26 803,3		
8.10.e	58 630,7		
	<i>doppio legno</i>		
8.11.f	58 630,7		
8.11.g	27 499,1	Rk [N] =	26 803,3
8.11.h	26 803,3	Rd (N) =	16 082,0
	<i>doppia piastra</i>		
8.12.j	29 315,3		
8.12.k	18 952,8		
8.13.l	29 315,3	Rk [N] =	22 878,0226
8.13.m	26 803,3	Rd (N) =	13 726,8
k <sub>90</sub> sena <sup>2</sup> + cosa <sup>2</sup>	1		
a (radianti) =	0		
a = gradi	0		



M, y, Rk =	324282,264
f, h, k =	26,1744
min(a-b) =	18 952,8
min(c-d-e) =	26 803,3
min(h-j) =	18 952,8
min(k-l) =	26 803,3
n <sub>ef</sub>	1,7
n = num. Bul. per fila	2
a1	150
n <sup>0,9</sup> * rad4(a1/13d)	1,7196259

con tre file da 2 bulloni

$$S_{max} = 1,7 * 13,73 * 3 = 70,02 \text{ kN}$$

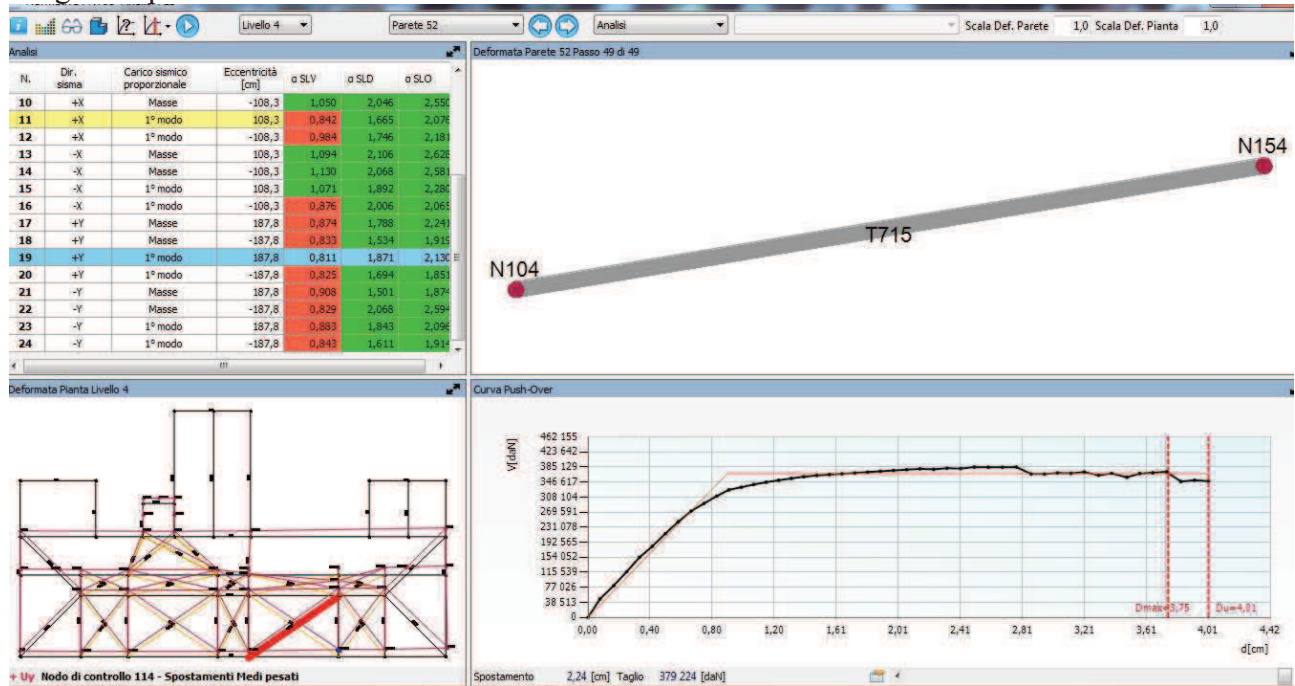
Con due file da 3 bulloni

	nef	2,5
n=num. Bul. per fila	3	
a1	150	
$n^{0,9} \cdot \text{rad}4(a1/13d)$	2,47694356	

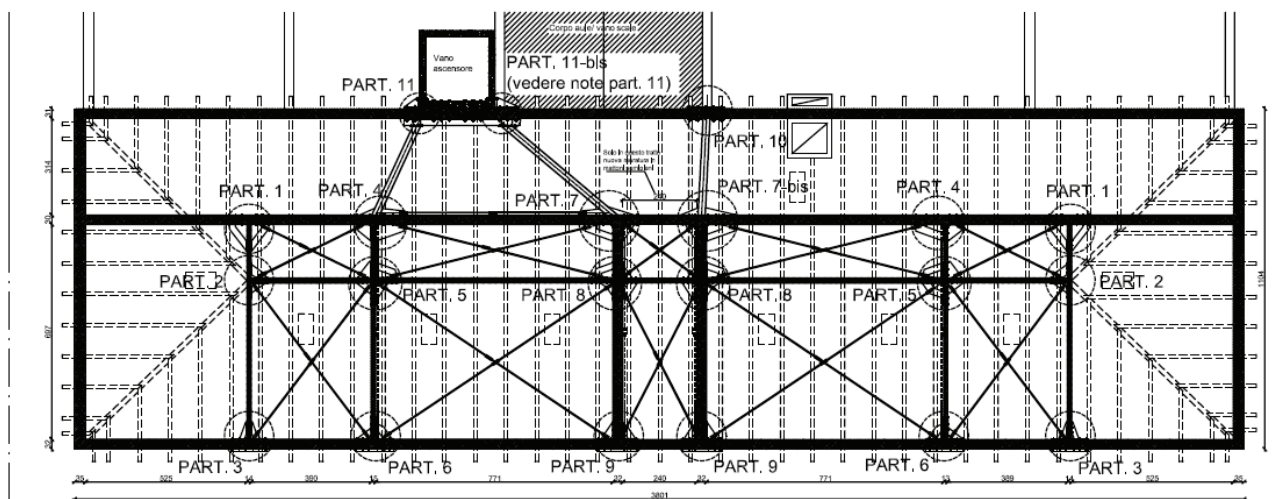
$$S_{\max} = 2.5 \cdot 13.73 \cdot 2 = 68.65 \text{ kN}$$

## Verifica dei nodi

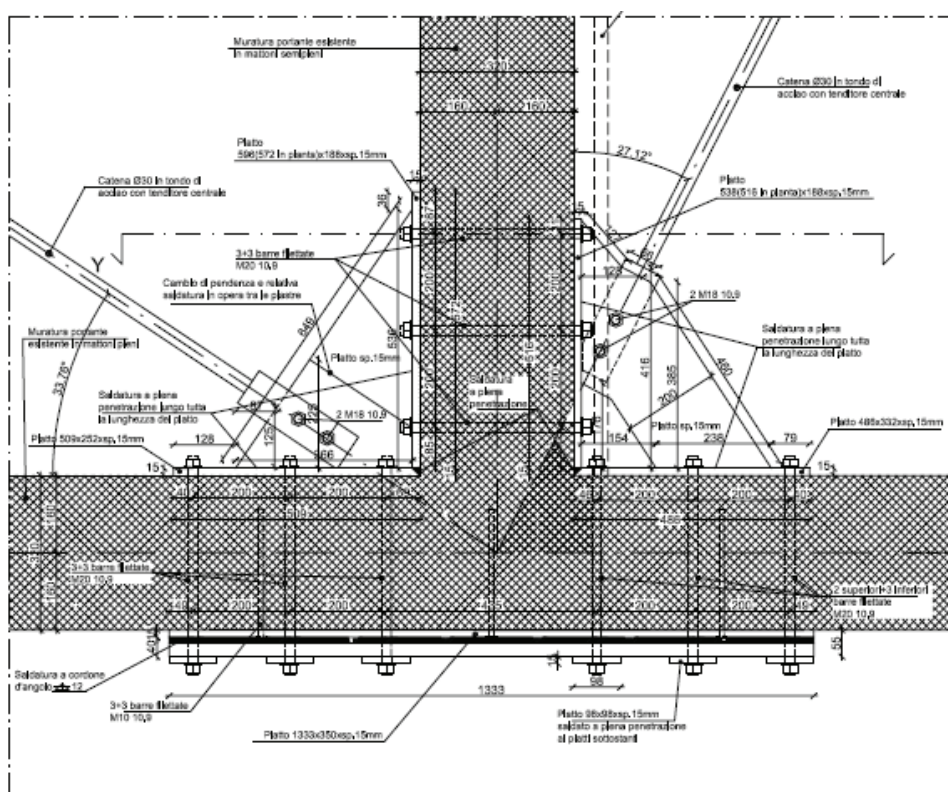
### Diagonale più sollecitata



Risultati Parete 52							
C	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
715	104	154	6 910	0	0	-6	1



Verifica nodo part. 9 (nodo inferiore)



$N_{\max} = 6910 \text{ daN}$

$S_v = N_{max} \cdot \sin 34^\circ = 3883 \text{ daN}$  sforzo nella direzione del lato corto dell'edificio

$$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 28 = 1659 \text{ daN}$$
$$V_s \text{ tot} = 6 \cdot 1659 = 9954 \text{ daN} > S_v = 3883 \text{ daN}$$
$$V_s = 26,66 * 2,0 * 28 = 1493 \text{ daN}$$
$$V_{s \text{ tot}} = 6 \cdot 1493 = 8958 \text{ daN} > S_o = 5758 \text{ daN}$$

Si considera, a favore della sicurezza, lo sforzo assorbito da solo 4 bulloni invece che da 6 effettivamente presenti.

$$S_f \text{ bullone} = S_o/4 = 5758/4 = 1440 \text{ daN}$$
$$M_p = 1440 \cdot 9 = 12960 \text{ daN} \cdot \text{m}$$

Dove 9 cm è la distanza media del bullone dalla piastra di attacco del tirante

$$\sigma = 6 \cdot 12960 / (13.26 \cdot 1.5^2) = 2606 \text{ daN/cm}^2. < 2750 / 1.05 = 2619 \text{ daN/cm}^2.$$

dove 13.26 cm e 1.5 cm sono rispettivamente la larghezza resistente e lo spessore della piastra, considerando una diffusione dello sforzo di 30°

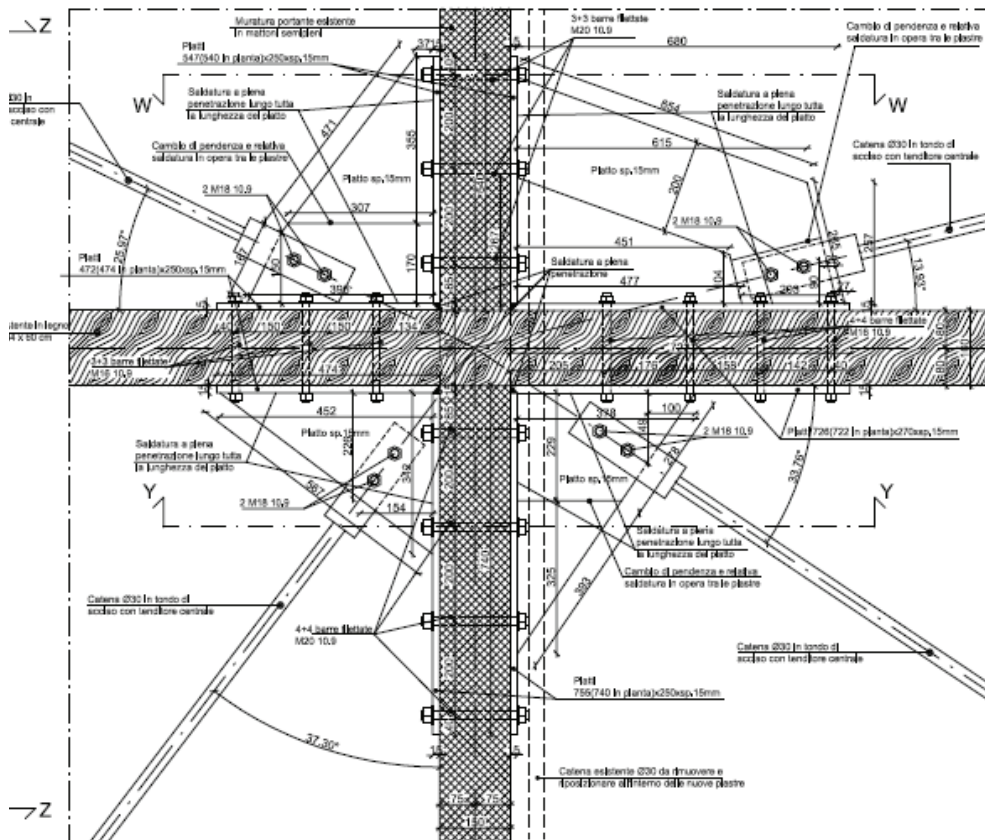
bulloni più vicini alla piastra di attacco

$$M_p = 1440 \cdot 4 = 5760 \text{ daN} \cdot \text{m}$$

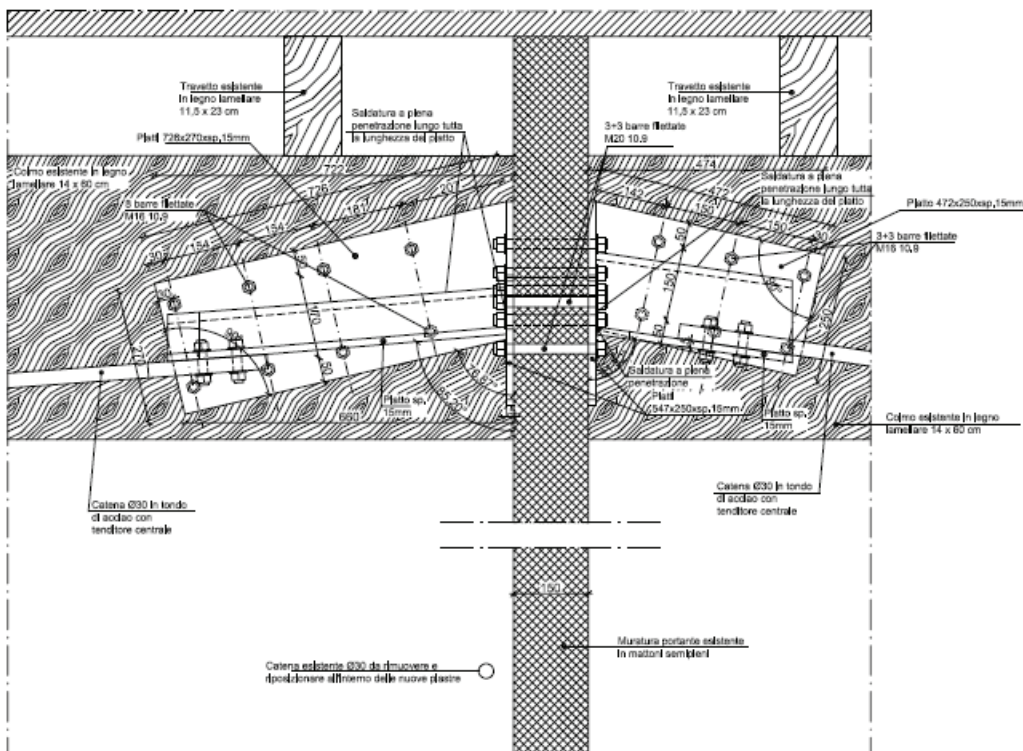
$$\sigma = 6 \cdot 5760 / (7.49 \cdot 1.5^2) = 2050 \text{ daN/cm}^2 < 2750 / 1.05 = 2619 \text{ daN/cm}^2.$$

## Verifica nodo part. 5

PARTICOLARE 5 - VISTA IN PIANTA  
SCALA 1/2



PARTICOLARE 5 - SEZIONE W-W  
SCALA 1/2



Calcolo collegamenti

$N_{max} = 6910 \text{ daN}$

$S_o = N_{max} \cdot \cos 34^\circ = 5758 \text{ daN}$  sforzo nella direzione della trave in legno

$S_v = N_{max} \cdot \sin 34^\circ = 3883 \text{ daN}$  sforzo nella direzione del lato corto dell'edificio (muratura)

Muratura ad una testa lato corto

$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 13 = 770 \text{ daN}$

$V_{s \text{ tot}} = 8 \cdot 770 = 6160 \text{ daN} > S_v = 3883 \text{ daN}$

Trave in legno

$S_{max} = 2,5 \cdot 13,73 \cdot 2 = 68,65 \text{ kN} > 57,58 \text{ kN}$

Calcolo piastra

Come per il nodo part. 9, si considera, a favore della sicurezza, lo sforzo assorbito da solo 4 bulloni invece che da 6 effettivamente presenti.

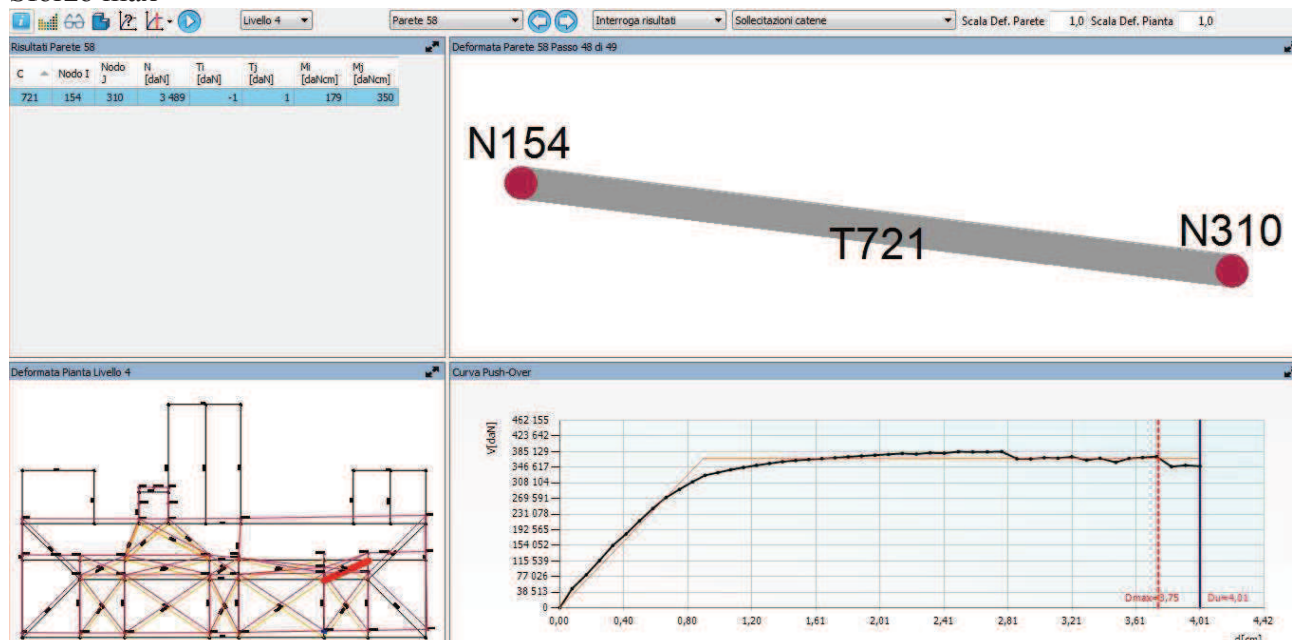
$S_f \text{ bullone} = S_o / 4 = 5758 / 4 = 1440 \text{ daN}$

$M_p = 1440 \cdot 9 = 12960 \text{ daN} \cdot \text{m}$

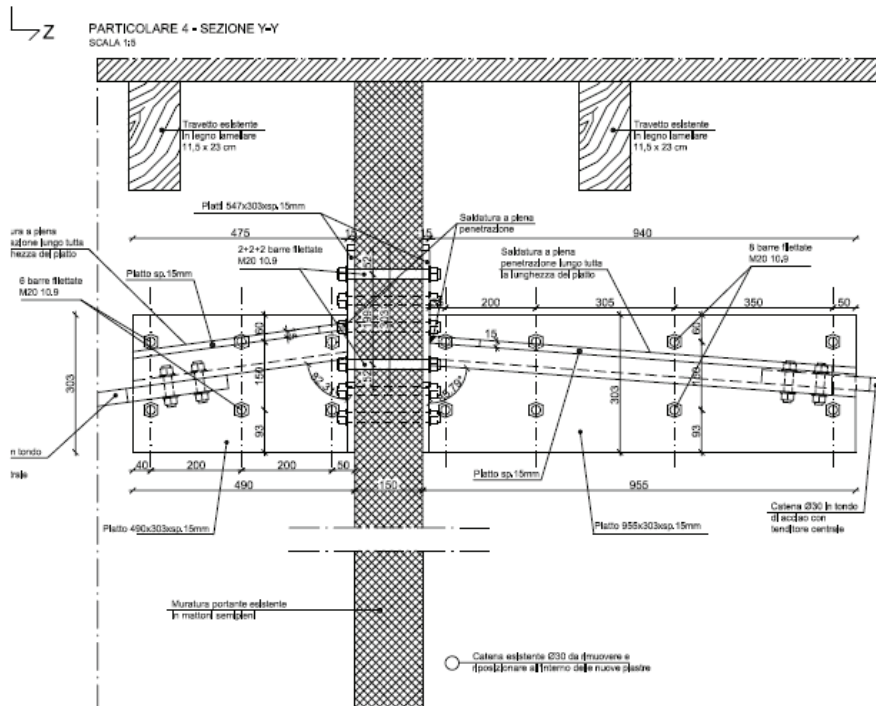
Dove 9 cm è la distanza media del bullone dalla piastra di attacco del tirante

Diagonali lato muratura interna

Sforzo max







Calcolo collegamento con muratura ad una testa

$$N_{\max} = 3489 \text{ daN}$$

$$S_o = N_{\max} \cdot \cos 26^\circ = 3136 \text{ daN}$$

$$S_v = N_{\max} \cdot \sin 26^\circ = 1529 \text{ daN}$$

$$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 13 = 770 \text{ daN}$$

$$V_s \text{ tot} = 6 \cdot 770 = 4620 \text{ daN} > S_v = 1529 \text{ daN}$$

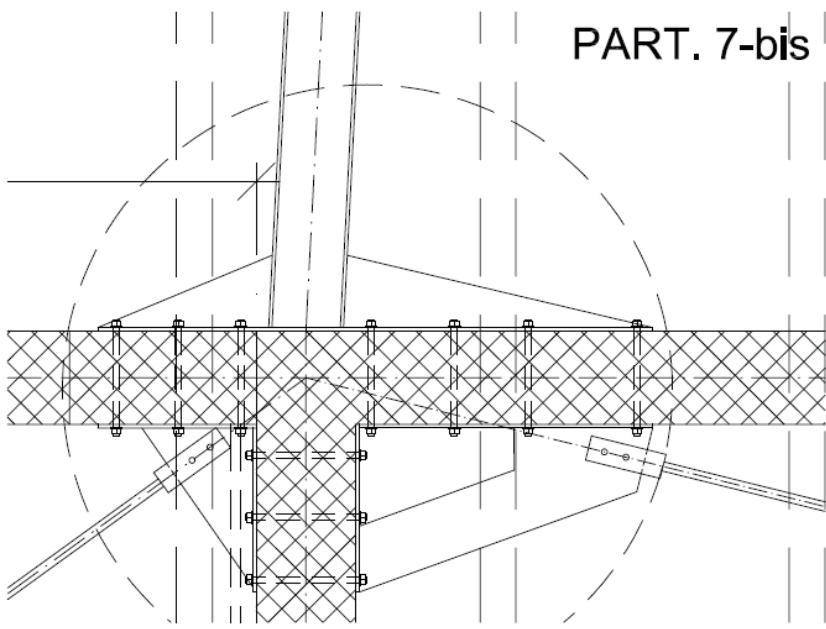
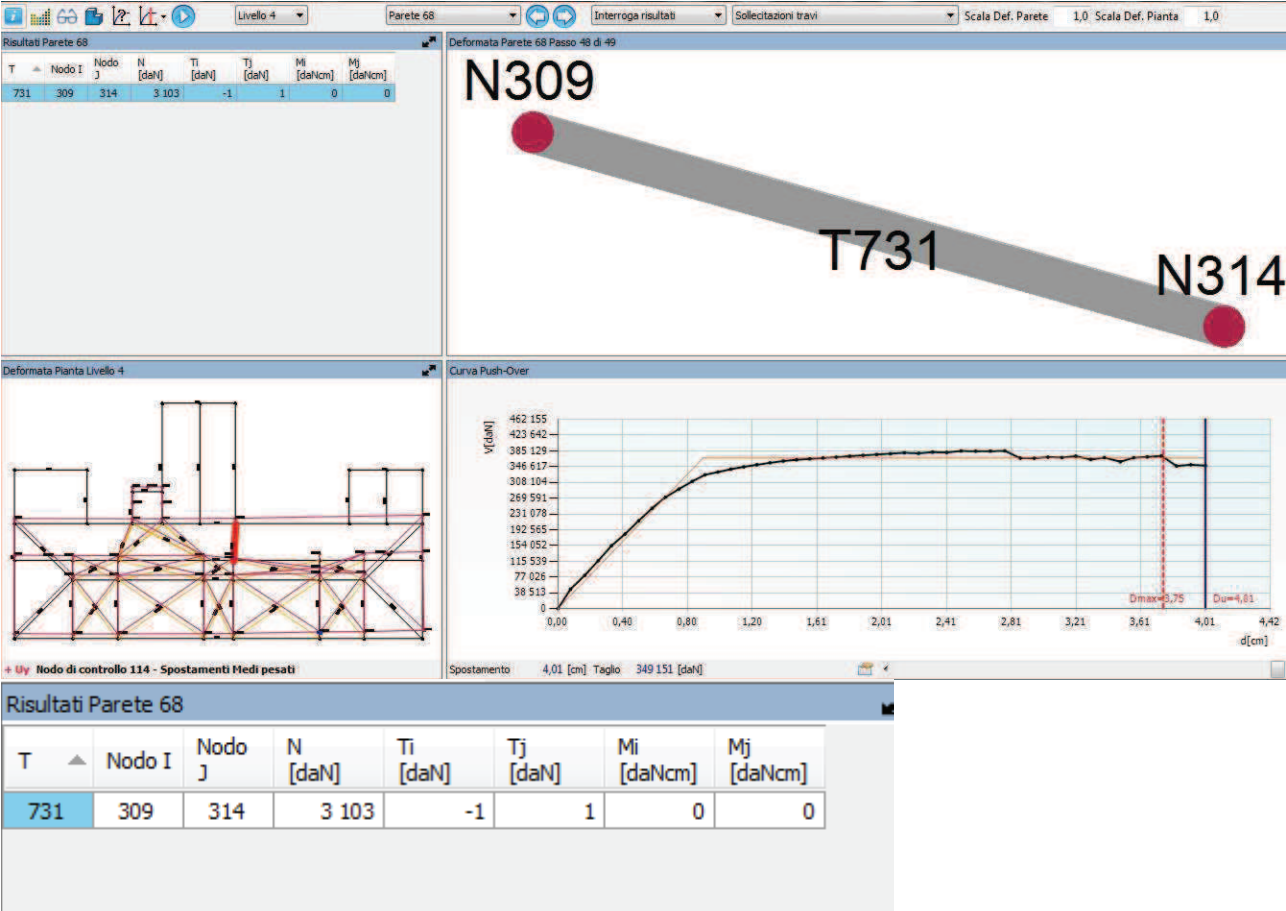
Muratura a due teste

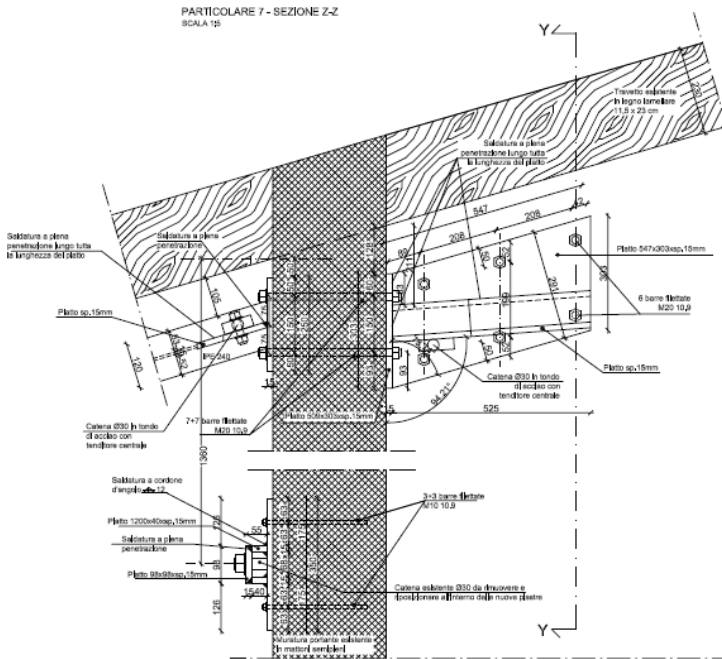
$$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 28 = 1659 \text{ daN}$$

$$V_s \text{ tot} = 6 \cdot 1659 = 9954 \text{ daN} > S_o = 3136 \text{ daN}$$

Per la piastra vale quanto detto in precedenza.

Part. 7 bis





Si considera, a favore della sicurezza, che lo sforzo di trazione sia trasferito dai soli 4+4 bulloni in adiacenza al profilo IPE240.

Gli sforzi di trazione nei bulloni sono trascurabili

Verifica piastra

Si considera la piastra come una trave a doppio appoggio (i bulloni laterali) e soggetta ad un carico concentrato pari allo sforzo di trazione trasferito dall'IPE

Determinazione dello sforzo massimo trasferibile dall'IPE240

$S_f = 3103$  daN è lo sforzo massimo trasferibile dall'IPE, sopra riportato, e derivante dall'analisi sismica globale

$S_f = 3650$  daN è lo sforzo derivante dall'analisi del meccanismo locale di ribaltamento della facciata posteriore su cui insiste l'IPE

$$M_p = 3650 \cdot 15/4 = 13687 \text{ daNm}$$

Dove 15 cm è l'interasse dei bulloni in verticale

$$\sigma = 6 \cdot 13687 / (88.80 \cdot 1.5^2) = 411 \text{ daN/cm}^2 < 2750 / 1.05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

dove 88.80 cm e 1.5 cm sono rispettivamente la larghezza resistente (distanza tra i bulloni su cui si è considerato venga distribuito lo sforzo di trazione) e lo spessore della piastra

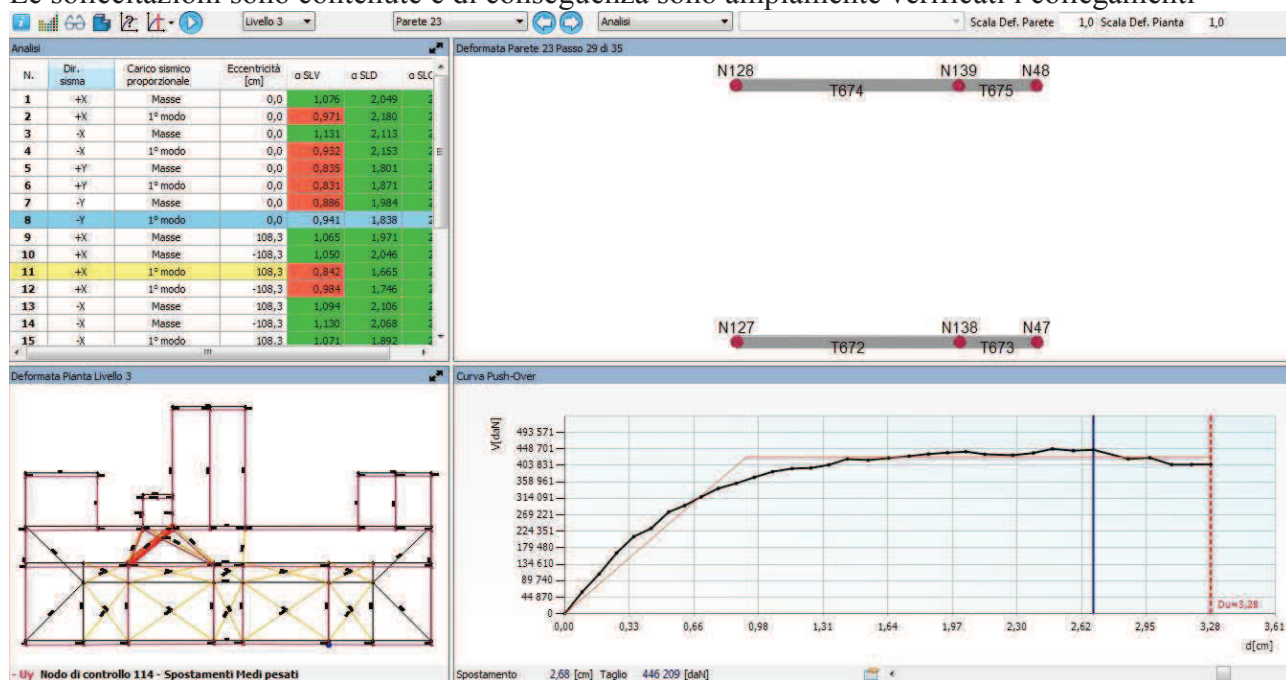
Verifica parete lungo il lato corto dell'edificio, che si considera che assorba interamente lo sforzo trasferito dall'IPE

$$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 28 = 1659 \text{ daN}$$

$$V_{s \text{ tot}} = 6 \cdot 1659 = 9954 \text{ daN} > S_v = 3650 \text{ daN}$$

## Sforzi nei tiranti

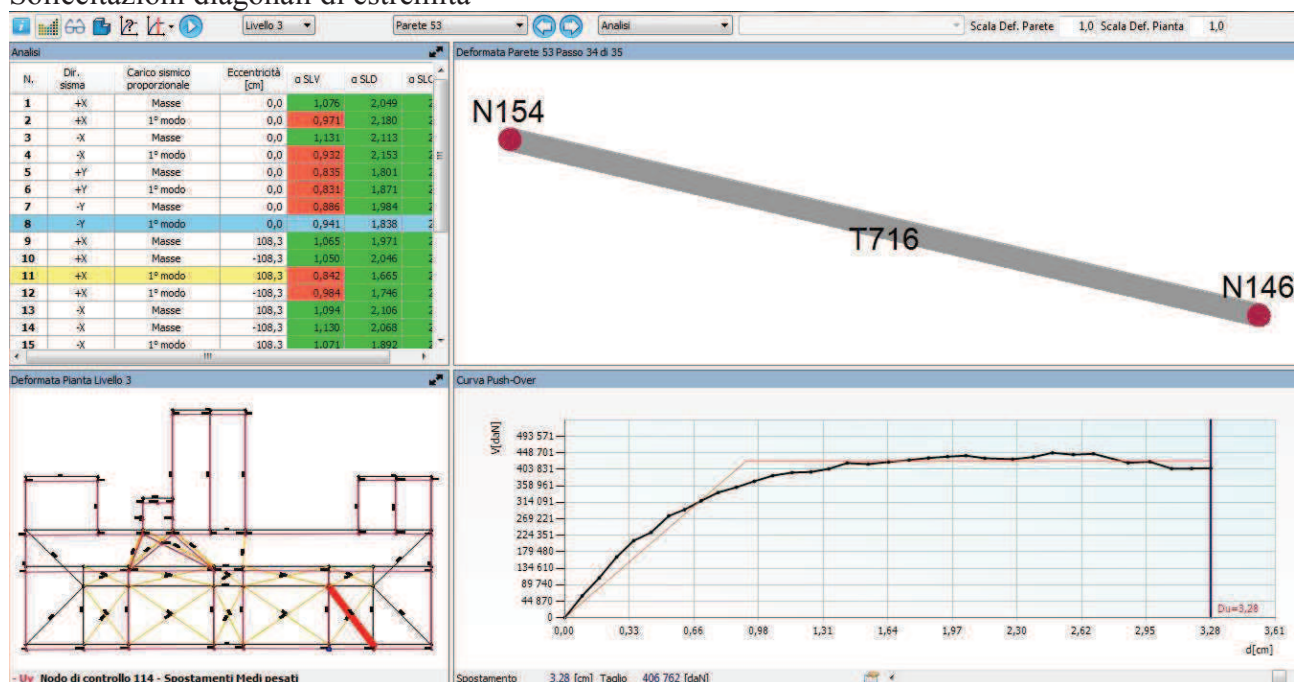
Le sollecitazioni sono contenute e di conseguenza sono ampiamente verificati i collegamenti



Risultati Parete 23

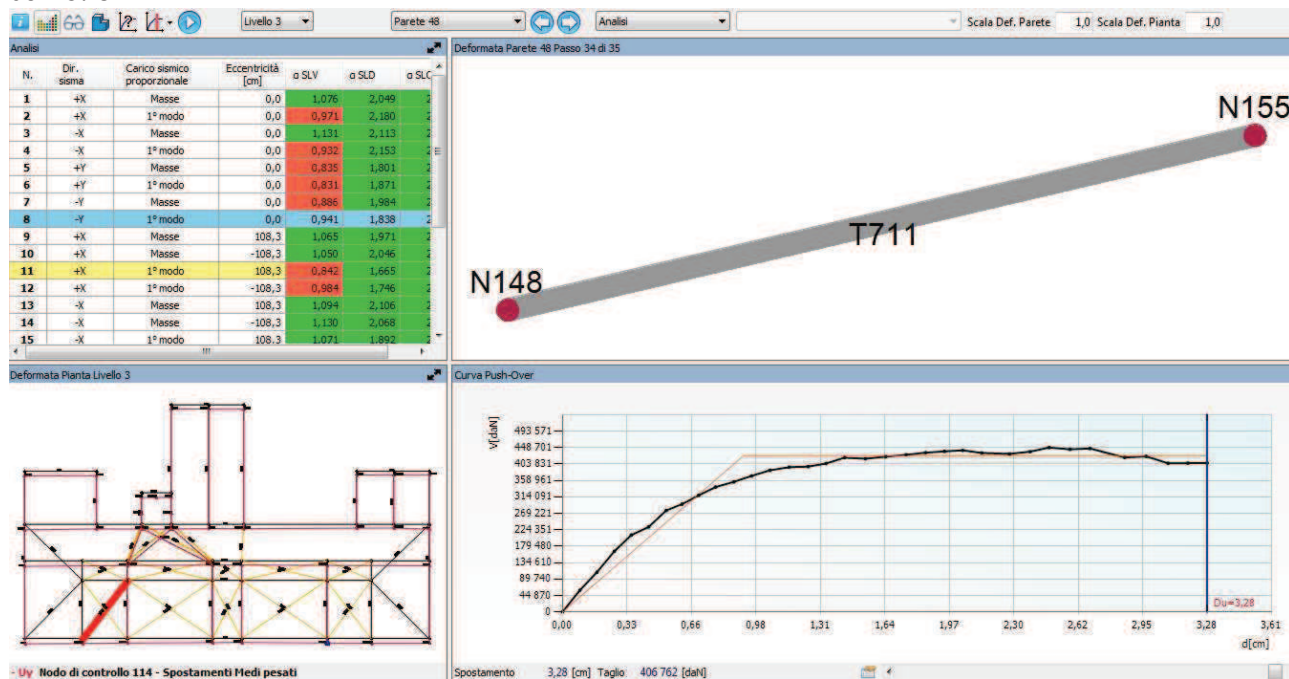
C	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
672	127	138	1 500	0	0	68	57
673	138	47	1 510	0	0	-57	53
674	128	139	1 062	0	0	76	68
675	139	48	1 184	0	0	-68	60

## Sollecitazioni diagonali di estremità



Risultati Parete 53							
C	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
716	154	146	4 581	0	0	22	29

comb. 8



Risultati Parete 48							
C	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
711	148	155	5 440	0	0	-25	-17

La verifica viene eseguita con la sollecitazione massima

$N_{max} = 5440 \text{ daN}$

$S_o = N_{max} \cdot \cos 53^\circ = 3283 \text{ daN}$

$S_v = N_{max} \cdot \sin 53^\circ = 4357 \text{ daN}$

Nodo superiore destro (vedi part. 5 sopra riportato)

Calcolo collegamento con muratura ad una testa

$V_s = 29,62 \cdot 2,0 \cdot 13 = 770 \text{ daN}$

$V_{s \text{ tot}} = 8 \cdot 770 = 6160 \text{ daN} > S_v = 4357 \text{ daN}$

Collegamento con trave in legno

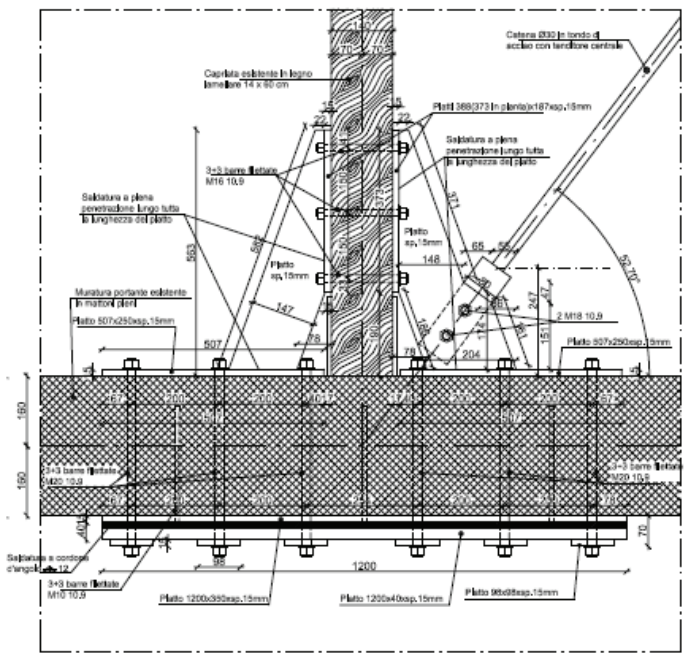
Con due file da 3 bulloni

	nef	2,5
n=num. Bul. per fila	a1	3
	a1	150
	n^0,9*rad4(a1/13d)	2,47694356

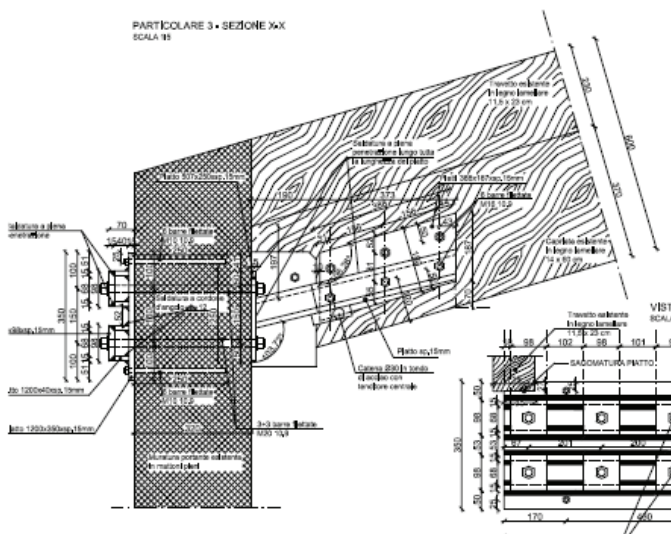
$$S_{max} = 2.5 * 13.73 * 2 = 68.65 \text{ kN} > S_o = 32.83 \text{ daN}$$

Nodo inferiore sinistro Part.3

PARTICOLARE 3 - VISTA IN PIANTA  
SCALA 1/5



PARTICOLARE 3 - SEZIONE X-X  
SCALA 1/5



Muratura a due teste

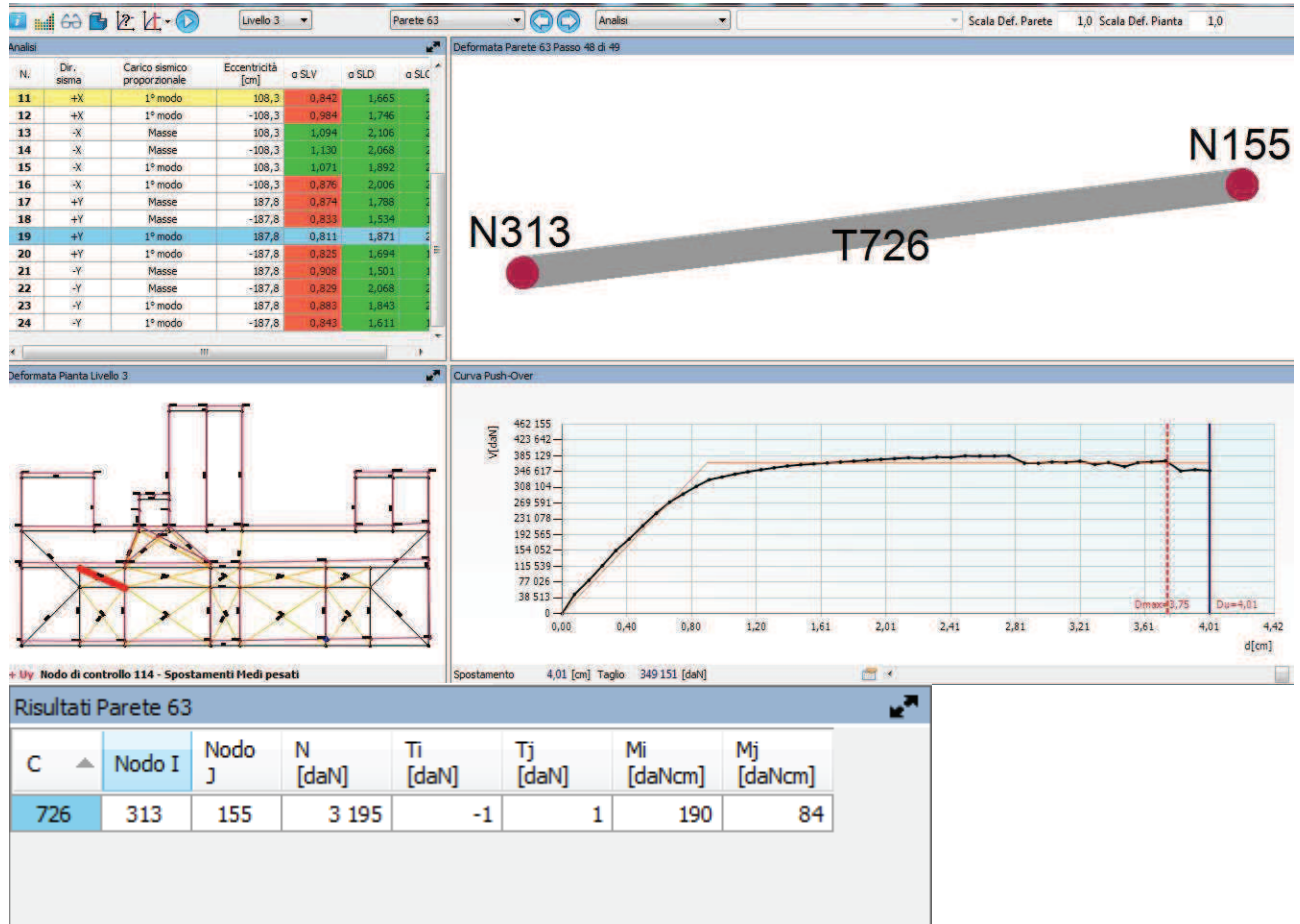
$$V_s = 26,66 * 2,0 * 28 = 1493 \text{ daN}$$

$$V_s \text{ tot} = 6 \cdot 1493 = 8958 \text{ daN} > S_o = 3283 \text{ daN}$$

Trave in legno

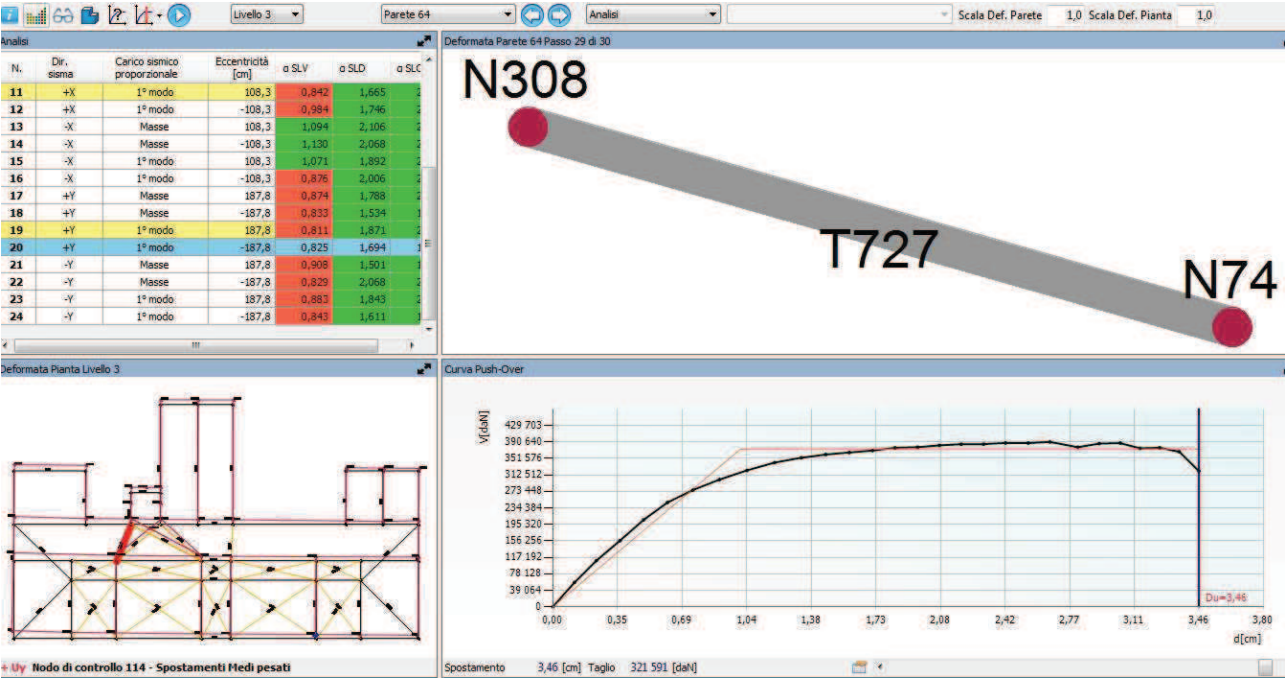
$$S_{\text{max}} = 2.5 \cdot 13.73 \cdot 2 = 68.65 \text{ kN} > S_v = 43.87 \text{ daN}$$

Diagonali di estremità campata di luce minore  
comb. 19



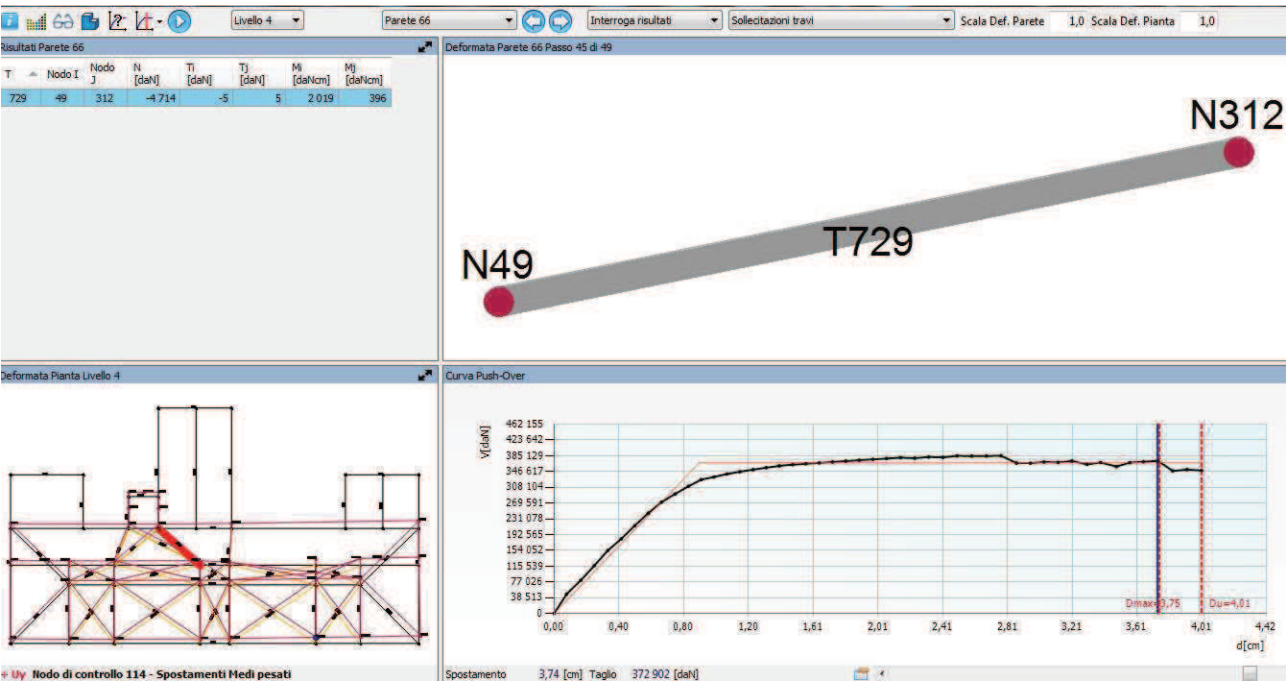
Sollecitazione contenuta e pertanto il collegamento è ampiamente verificato

Collegamento IPE 240 part. 4 e 7  
comb.20



Risultati Parete 64

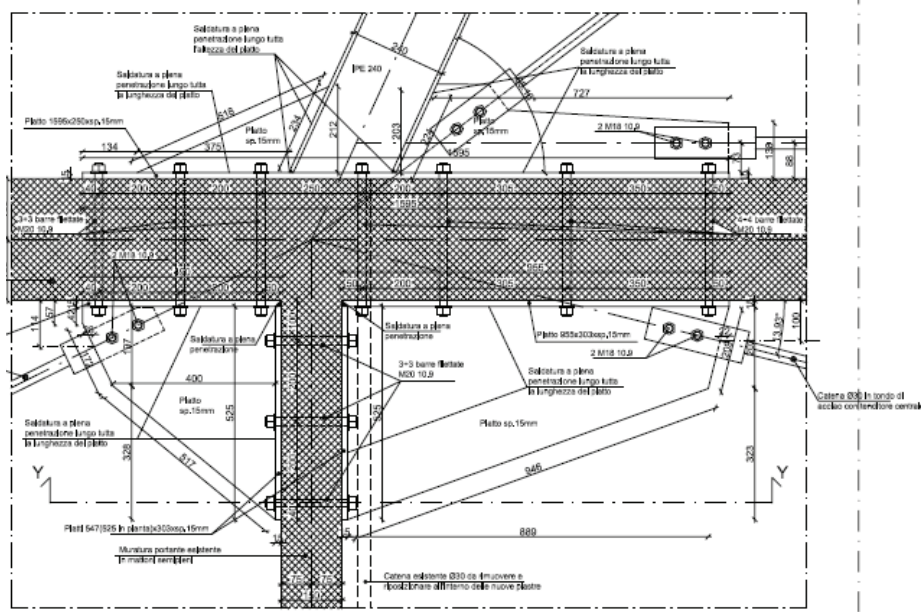
T	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
727	308	74	-7 684	9	-9	-1 382	-1 971



Risultati Parete 66							
T	Nodo I	Nodo J	N [daN]	Ti [daN]	Tj [daN]	Mi [daNcm]	Mj [daNcm]
729	49	312	-4 714	-5	5	2 019	396

## Part.4

2 PARTICOLARE 4 - VISTA IN PIANTA  
SCALA 1:5



Si esegue la verifica con lo sforzo massimo di 7684 daN

$$N_{\max} = 7684 \text{ daN}$$

$$S_o = N_{\max} \cdot \cos 65^\circ = 3225 \text{ daN}$$

$$S_v = N_{\max} \cdot \sin 65^\circ = 6930 \text{ daN}$$

Considerando  $S_v$  interamente assorbito, tramite le piastre di collegamento, dal muro nella direzione del lato corto

$$V_s = 29,62 \cdot 3,0 \cdot 13 = 1156 \text{ daN con bulloni/barre filettate M30}$$

$$V_s \text{ tot} = 6 \cdot 1156 = 6936 \text{ daN} > S_v = 6930 \text{ daN}$$

Muratura nella direzione del lato lungo

$$V_s = 26,66 \cdot 2,0 \cdot 28 = 1493 \text{ daN}$$

$$V_s \text{ tot} = 14 \cdot 1493 = 20902 \text{ daN} > S_o = 3225 \text{ daN}$$

calcolo bulloni ancoraggio tiranti  $d=30$  mm

Sforzo massimo trasmesso dal tirante:

$$S_{\max} = 3.14 \cdot 3^2 / 4 \cdot 0.80 \cdot 2750 / 1.05 = 148 \text{ kN}$$

Dove per la sezione del tirante si è considerata la parte filettata

Resistenza di progetto dei bulloni - EC3 (edizione 1992) #6.5.5.

Classe bullone: 8.8    diametro  $d$ : 18     $f_{yb}$ : 640     $f_{ub}$ : 800    N/mm<sup>2</sup>

☒ Sezione filettata  
☐ Sezione lorde

Area: 192.0 mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio (per piano di taglio):  $F_{v,Rd}$ : 73.73 kN

Resistenza a trazione:  $F_{t,Rd}$ : 110.6 kN

Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5.(5)

$F_{v,Sd}$ : 0     $F_{t,Sd}$ : 0 kN

$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0 + 0 = 0$  OK

**Rifollamento**

Acciaio: S275 (Fe430)     $f_u$ : 430    N/mm<sup>2</sup>

spessore  $t$ : 12 mm

diametro foro  $d_o$ : 20 mm

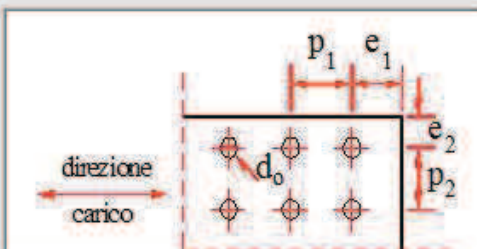
distanze bordo  $e_1$ : 50     $e_2$ : 30

passo  $p_1$ : 70     $p_2$ : 60

$\alpha$ : 0.833

Resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$ : 154.8 kN

Osservazioni



The diagram illustrates a bolted connection with three bolts in two rows. The top row has a pitch  $p_1$  and an edge distance  $e_1$ . The bottom row has a pitch  $p_2$  and an edge distance  $e_2$ . The hole diameter is  $d_o$ . A horizontal arrow labeled 'direzione carico' indicates the direction of the applied load.

$$2 \cdot 73.73 = 147.46 = S_{\max}$$

calcolo saldatura di unione tirante piastra

Acciaio: S275 (Fe430)  $f_u$ : 430 N/mm<sup>2</sup> Coeff. di correlazione  $\beta_w$ : 0.85

**Resistenza di progetto a taglio**

$$f_{vw,d} = \frac{F_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}} = 233,7 \text{ N/mm}^2$$

eseguendo 2 cordoni d'angolo con altezza di gola pari a 8 mm e lunghezza 60 mm, si ha una resistenza pari a:  $233.7 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 2 = 224352 \text{ N} = 224,35 \text{ kN}$

calcolo bulloni ancoraggio tiranti  $d=40 \text{ mm}$  (struttura di collegamento con ascensore)

Sforzo massimo trasmesso dal tirante:

$$S_{max} = 3.14 \cdot 4^2 / 4 \cdot 0.80 \cdot 2750 / 1.05 = 263 \text{ kN}$$

Dove per la sezione del tirante si è considerata la parte filettata

Classe bullone: 8.8 diametro  $d$ : 24  $f_{yb}$ : 640  $f_{ub}$ : 800 N/mm<sup>2</sup>

☒ Sezione filettata ☐ Sezione lorde Area: 353,0 mm<sup>2</sup>

Resistenza a taglio (per piano di taglio)  $F_{v,Rd}$ : 135,6 kN

Resistenza a trazione  $F_{t,Rd}$ : 203,3 kN

Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5.(5)

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0 + 0 = 0$$

**Rifollamento**

Acciaio: S275 (Fe430)  $f_u$ : 430 N/mm<sup>2</sup>

spessore  $t$ : 15 mm

diametro foro  $d_o$ : 28 mm

distanze bordo  $e_1$ : 80  $e_2$ : 39

passo  $p_1$ : 90  $p_2$ : 78

$\alpha$ : 0.904

Resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd}$ : 279,8 kN

Osservazioni

Diagramma: A schematic diagram of a bolted connection showing a plate of thickness  $t$  with two rows of bolts. The first row has spacing  $p_1$  and edge distance  $e_1$ . The second row has spacing  $p_2$  and edge distance  $e_2$ . The hole diameter is  $d_o$ . A horizontal arrow indicates the 'direzione carico' (load direction).

$$2 \cdot 135.6 = 271.2 > S_{max}$$

## VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONE SULL'ELABORAZIONE

Si è eseguito l'analisi dei valori delle sollecitazioni e dei diagrammi delle deformazioni, dalla quale è risultato che questi sono compatibili con gli effetti derivanti dalle azioni sismiche e quindi corretti.

I risultati che si ottengono dagli interventi di progetto risultano compatibili con le attese.

La schematizzazione della struttura dell'edificio, si ritiene che sia in grado di rappresentare la risposta sismica dell'edificio.

In considerazione dell'analisi statica non lineare eseguita, **si può ritenere valido e quindi accettabile e validabile il relativo calcolo.**

Nella relazione EL VS06/B sono riportati i calcoli manuali dei solai della struttura esistente.