



BS ingegneria S.r.l.

Via Roma 130-132 – 30030 Pianiga [VE]. T. (+39)041.5195480 F. (+39)041.5199098
P. IVA 04095420271 info@bs-eng.net info@pec.bs-eng.net



INDICE

Indice delle figure	4
1. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO	6
1.1. Introduzione	6
1.2. Descrizione generale degli interventi	6
1.3. Generalità sui criteri di progettazione strutturale.....	8
2. RELAZIONE SUI MATERIALI DA IMPIEGARSI NELLA COSTRUZIONE	9
2.1. Cemento per calcestruzzo	9
2.2. Calcestruzzo per opere in cemento armato	10
2.3. Acciaio per cemento armato	11
2.4. Acciaio per carpenteria.....	11
2.5. Resine epossidiche.....	12
2.6. Barre Filettate	13
3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	15
3.1. Generali	15
3.2. Norme sul calcestruzzo.....	15
3.3. Norme specialistiche sull'acciaio	15
3.4. Strutture in zona sismica	16
3.5. Strutture in legno.....	16
3.6. Opere di fondazione - Terreni	17
3.7. Strutture speciali	18
3.8. Eurocodici	18
3.8.1. EUROCODICE 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture.....	18
3.8.2. EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo	19
3.8.3. EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di acciaio.....	19

3.8.4.	EUROCODICE 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo	20
3.8.5.	EUROCODICE 5 - Progettazione delle strutture di legno	20
3.8.6.	EUROCODICE 6 - Progettazione delle strutture di muratura.....	21
3.8.7.	EUROCODICE 7 - Progettazione geotecnica.....	21
3.8.8.	EUROCODICE 8 -Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture	21
3.8.9.	EUROCODICE 9 - Progettazione delle strutture di alluminio	22
4.	RELAZIONE DI CALCOLO.....	23
4.1.	Modalità di calcolo adottate.....	23
4.2.	Codici di calcolo	23
4.2.1.	SismiCad 12.11.....	23
4.2.2.	BeamCad 19.8.....	24
4.3.	Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali utilizzati	25
4.3.1.	Calcestruzzo	25
4.3.2.	Acciaio d'armo	26
4.3.3.	Acciaio strutturale da carpenteria	27
5.	analisi dei carichi.....	31
5.1.	Azioni permanenti	31
5.2.	Azioni variabili da traffico	31
5.2.1.	Schema 1.....	31
5.2.2.	Schema 5.....	31
5.3.	Azioni sismiche	32
5.4.	Azione del vento	37
5.5.	Azione della neve.....	39
6.	VERIFICHE FONDAZIONI.....	40
6.1.	Sollecitazioni	40

6.1.1.	Sollecitazioni sui pali.....	40
6.1.2.	Sollecitazioni su pile e palle	41
6.2.	Verifica pile di fondazione (P1).....	41
6.3.	Verifica spalle dell'impalcato (SP1).....	43
6.4.	Micropali pile di fondazione (P1 e P2).....	45
6.4.1.	Verifica micropalo.....	45
6.5.	Micropali spalle (SP1 e SP2).....	47
6.5.1.	Verifica micropalo.....	48
7.	VERIFICHE IMPALCATO	50
7.1.	Travi a sezione mista acciaio-cls	50
7.2.	Travi passerella in acciaio	62
7.3.	Colonne HEB260	64
8.	VERIFICHE NODI.....	68
8.1.	Collegamento HEB500-HEB500	68
8.2.	Collegamento HEA300-HEA300.....	71
8.3.	Collegamento colonna HEB260 con trave HEB500.....	75
8.4.	Collegamento tra profili HEB500 come mensole.....	76

Indice delle figure

FIGURA 1 - SEZIONE TRASVERSALE DELL'INTERVENTO DI ALLARGAMENTO.....	6
FIGURA 2 - PROSPETTO DEL ALLARGAMENTO DELLA CARREGGIATA	7
FIGURA 3 - PROSPETTO DELLA PASSERELLA RIPOSIZIONATA	7
FIGURA 4 – PIANTA DEL SISTEMA FONDAZIONALE	7
FIGURA 5 – PIANTA DEGLI IMPALCATI	7
FIGURA 6 - ESTRATTO DA UNI197-1:2011.....	9



FIGURA 7 - ESTRATTO UNI11104:2004	10
FIGURA 8 - SCHEMA DI CARICO 1 POSIZIONE 1	40
FIGURA 9 - INVILUPPO SOLLECITAZIONI SLU-SLV.....	40
FIGURA 10 - INVILUPPO SOLLECITAZIONI SLE RARA	40
FIGURA 11 - INVILUPPO COMBINAZIONI SLU-SLV IN Mxx	41
FIGURA 12 - INVILUPPO COMBINAZIONI SLU-SLV IN Myy	41
FIGURA 13 - INVILUPPO COMBINAZIONI SLE RARA E QUASI PERMANENTE IN Mxx.....	41
FIGURA 14 - INVILUPPO COMBINAZIONI SLE RARA E QUASI PERMANENTE IN Myy.....	41
FIGURA 15 - PIANTA PALI DELLE PILE DI FONDAZIONE.....	45
FIGURA 16 - SEZIONE PILA DI FONDAZIONE.....	45
FIGURA 17 -PIANTA PALI DELLE SPALLE DI FONDAZIONE	48
FIGURA 18 - SEZIONE PALI DELLE SPALLE DI FONDAZIONE	48
FIGURA 19-COLLEGAMENTO TRAVE HEB500.....	68
FIGURA 20-COLLEGAMENTO HEA300.....	71
FIGURA 21-8.3. COLLEGAMENTO COLONNA HEB260 CON TRAVE HEB500.....	75
FIGURA 22-8.4. COLLEGAMENTO TRA PROFILI HEB500 COME MENSOLE.....	76

1. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO

1.1. Introduzione

Il presente elaborato è parte integrante del progetto di ampliamento del Ponte sul fiume Taglio in Comune di Mira in Via Nazionale.

La presente relazione illustra le scelte metodologie, materiche, strutturali, normative e di calcolo che hanno portato al dimensionamento e alla determinazione del progetto definitivo strutturale.

1.2. Descrizione generale degli interventi

Il progetto prevede l'allargamento dell'attuale ponte in muratura sul fiume taglio in modo da ottenere la possibilità di inserire una corsia di preselezione. L'allargamento efficace ai fini stradali è pari a 1.60m oltre allo spazio per l'installazione del guard rail.

L'intervento comporterà anche lo spostamento dell'attuale passerella pedonale che verrà traslata di circa 2.60m.

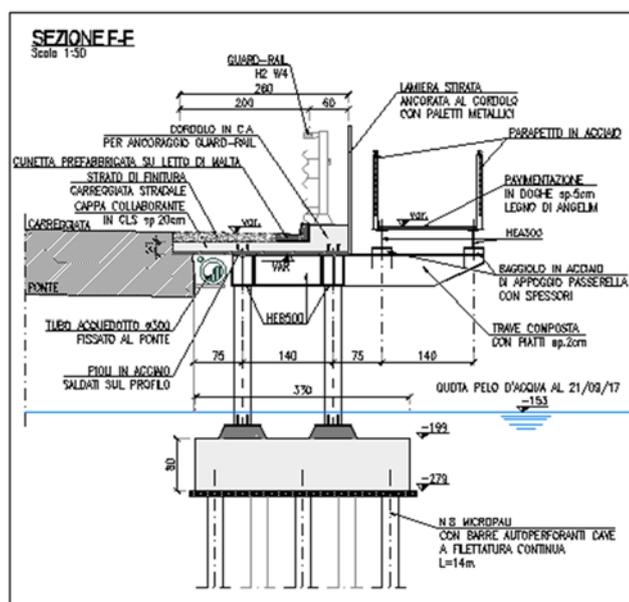


Figura 1 - Sezione trasversale dell'intervento di allargamento

Dal punto di vista strutturale l'intervento prevede l'installazione di una struttura mista in acciaio e calcestruzzo resa collaborante tramite pioli Nelson. Lo schema statico è quello di un cavalletto iperstatico che riprende le attuali forme della passerella.

La passerella sarà poi riposizionata a fianco del ponte allargato nelle medesime condizioni di vincolo.

Dal punto di vista fondazionale si interverrà con una zattera di fondazione in alveo, retta su micropali eseguiti con barre autopercoranti con iniezione di betoncino in avanzamento.

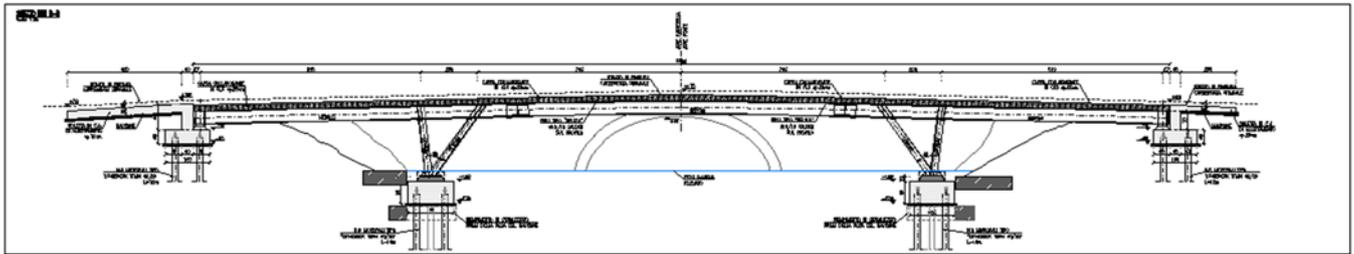


Figura 2 - Prospetto del allargamento della carreggiata

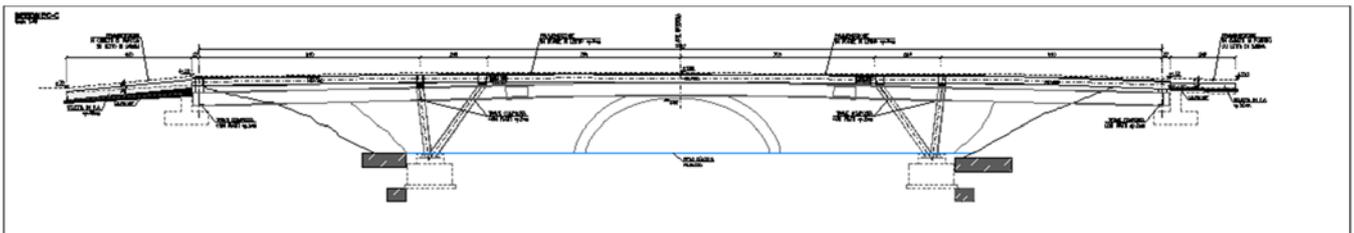


Figura 3 - Prospetto della passerella riposizionata

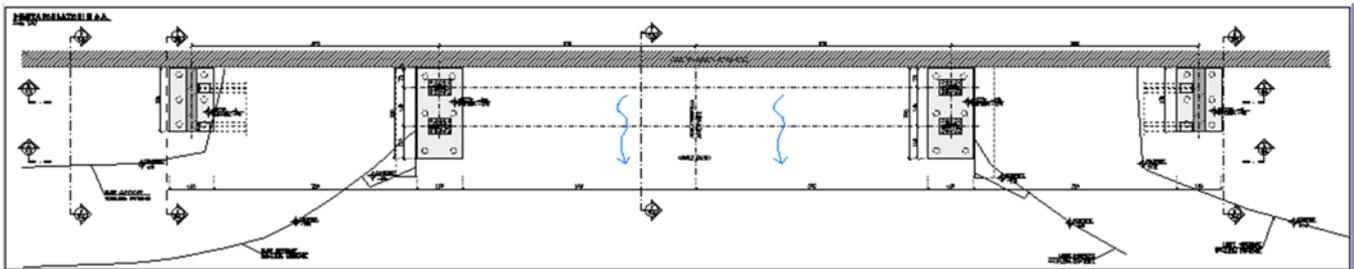


Figura 4 - Pianta del sistema fondazionale

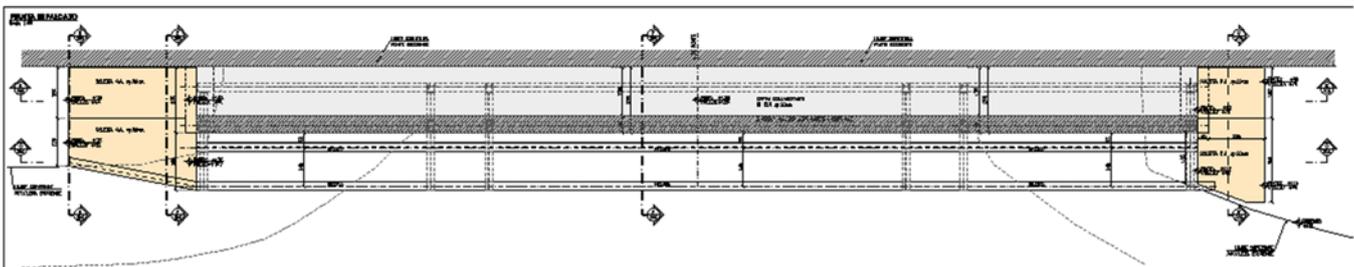


Figura 5 - Pianta degli impalcati



1.3. Generalità sui criteri di progettazione strutturale

Il territorio di Venezia è classificato sismico in zona 4 dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni del 2008, applicativo della L.64/74 e successive varianti e integrazioni (Circolare Applicativa 2 Febbraio 2009 n°617). La struttura sarà calcolata per una Vita Nominale pari a 100 anni in classe d'uso IV, ossia per un periodo di riferimento pari $V_R=200$ anni. La struttura si inquadra dal punto di vista normativo tra le opere infrastrutturali strategiche ai sensi dell'ALLEGATO A (D.G.R. 28 novembre 2003, n. 3645) al punto 5. (*Strade e relative opere d'arte, di competenza regionale, considerate "strategiche" nei piani di emergenza provinciali e comunali*).

2. RELAZIONE SUI MATERIALI DA IMPIEGARSI NELLA COSTRUZIONE

2.1. Cemento per calcestruzzo

- Tipo Portland 325 – 425;

Tipi principali	Denominazione dei 27 prodotti (tipi di cemento comune)		Composizione (percentuale in massa) ^{a)}										Costituenti secondari	
			Costituenti principali											
			Clinker	Loppa di altoforno	Fumi di silice	Pozzolana		Ceneri volanti		Scisto calcinato	Calcare			
K	S	D ^{b)}	naturale P	naturale calcinata Q	silicea V	calce W	T	L	LL					
CEM I	Cemento portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
CEM II	Cemento portland alla loppa	CEM I/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM I/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM I/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	Cemento portland alla pozzolana	CEM I/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM I/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0,6
	Cemento portland alle ceneri volanti	CEM I/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0,6
		CEM I/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0,6
		CEM I/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0,6
		CEM I/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0,6
	Cemento portland allo scisto calcinato	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0,6
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0,6
	Cemento portland al calcare	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0,6
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0,6
		CEM I/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0,6
		CEM I/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0,6
	Cemento portland composito ^{c)}	CEM II/A-M	80-94	6-20										0,6
CEM II/B-M		65-79	21-35										0,6	
CEM III	Cemento d'altoforno	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
CEM IV	Cemento pozzolanico ^{c)}	CEM IV/A	65-89	-	11-35					-	-	-	0,6	
		CEM IV/B	45-64	-	36-55					-	-	-	0,6	
CEM V	Cemento composito ^{c)}	CEM V/A	40-64	18-30	-	18-30			-	-	-	-	0,6	
		CEM V/B	20-38	31-50	-	31-50			-	-	-	-	0,6	

a) I valori del prospetto si riferiscono alla somma dei costituenti principali e secondari.
b) La proporzione di fumi di silice è limitata al 10%.
c) Nei cementi portland composti CEM II/A-M e CEM II/B-M, nei cementi pozzolanici CEM IV/A e CEM IV/B e nei cementi composti CEM V/A e CEM V/B i costituenti principali diversi dal clinker devono essere dichiarati nella denominazione del cemento (vedere esempio in 8).

Figura 6 - Estratto da UNI197-1:2011

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3			
Massimo rapporto <i>a/c</i>	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ²⁾					
Altri requisiti													Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾		

¹⁾ Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Figura 7 - Estratto UNI11104:2004

2.2. Calcestruzzo per opere in cemento armato

- Classe C25/30 per strutture di fondazione
- Classe C35/45 per betoncino per micropali
- Classe C25/30 per solette
- Cemento: tipo Portland 325 - 425;
- Sabbia lavata: 0.35 mc/mc cls
- Ghiaietto lavato: 0.15 mc/mc cls
- Ghiaia vagliata: 0.75 mc/mc cls
- Acqua per avere un impasto a consistenza fluida.
- Classe di esposizione del calcestruzzo XC1 per le strutture di fondazione e XF2 per le solette come indicato in UNI-ENV 206 e classe di consistenza S2-S4 come da UNI 9858.

prospetto 4.1 Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte ad atmosfera salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

2.3. Acciaio per cemento armato

Ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento. Qualificato secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. del 14/01/2008 e controllato con le modalità riportate al § 11.3.2.11 del D.M. del 14/01/2008.

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y,nom} = 450\text{MPa}$.
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{t,nom} = 540\text{MPa}$.
- Coefficiente parziale di sicurezza del materiale: $\gamma_s = 1.15$.

2.4. Acciaio per carpenteria

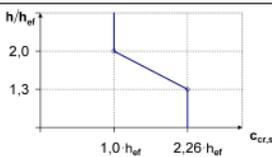
Acciaio per carpenteria metallica tipo S275JO/JR (FE430B o C) se non diversamente specificato, certificato e conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1.

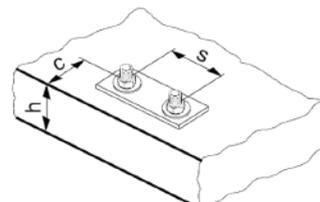
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 275\text{MPa}$.
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 410\text{MPa}$.
- Coefficiente parziale di sicurezza del materiale per la resistenza delle sezioni: $\gamma_{M0} = 1.05$.

2.5. Resine epossidiche

Tipo Hilti RE500 / HIT-HY 200-R (o equivalente) qualora si rendano necessari inghisaggi di riprese di armatura. La Resina ibrida in uretano metacrilato dovrà essere applicata conformemente alle schede tecniche del produttore e preventivamente sottoposta ad accettazione da parte della Direzione dei Lavori.

Particolari di posa

Dimensioni barra			Dati conformi a ETA-11/0493 e ETA-12/0084 del 2012-02-06								
			Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø28	Ø32
Diametro punta trapano	d_0	[mm]	12 (10) ^{a)}	14 (12) ^{a)}	16 (14) ^{a)}	18	20	25	32	35	40
Profondità foro e profondità di ancoraggio ^{b)}	$h_{ef,min}$	[mm]	60	60	70	75	80	90	100	112	128
	$h_{ef,max}$	[mm]	160	200	240	280	320	400	500	560	640
Spessore minimo del materiale base	h_{min}	[mm]	$h_{ef} + 30 \text{ mm}$ ($d_0 \leq 14 \text{ mm}$)			$h_{ef} + 2 d_0$ ($d_0 \geq 16 \text{ mm}$)					
Interasse minimo	s_{min}	[mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160
Distanza dal bordo minima	c_{min}	[mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160
Interasse critico per rottura dovuta a fessurazione del cls	$s_{cr,sp}$		$2 C_{cr,sp}$								
Distanza dal bordo critica per rottura dovuta a fessurazione del cls ^{c)}	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef}$ per $h / h_{ef} \geq 2,0$								
			$4,6 h_{ef} - 1,8 h$ per $2,0 > h / h_{ef} > 1,3$:								
			$2,26 h_{ef}$ per $h / h_{ef} \leq 1,3$:								
Interasse critico per rottura del cono di cls	$s_{cr,N}$		$2 C_{cr,N}$								
Distanza dal bordo critica per rottura del cono di cls ^{d)}	$c_{cr,N}$		$1,5 h_{ef}$								



2.6. Barre Filettate

Le viti sottoposte a prova devono avere, a temperatura ambiente, le caratteristiche meccaniche seguenti.

Numero d'ordine	Caratteristica		Classe di resistenza										
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾		9.8 ²⁾	10.9	12.9
									$d \leq 16\text{mm}^3$	$d > 16\text{mm}^3$			
5.1 e	Resistenza alla trazione R_m	nom.	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200
5.2	N/mm^2 ^{4), 5)}	min.	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
5.3	Durezza Vickers HV $F \geq 98\text{ N}$	min.	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220 ⁶⁾					250	320	335	360	380	435
5.4	Durezza Brinell HB $F = 30\text{ D}^2$	min.	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max.	209 ⁶⁾					238	304	318	342	361	414
5.5	Durezza Rockwell HR	HRB	52	67	71	79	82	89	—	—	—	—	—
		min. HRC	—	—	—	—	—	—	22	23	28	32	39
		HRB	95 ⁶⁾					99,5	—	—	—	—	—
		max. HRC	—					—	32	34	37	39	44
5.6	Durezza superficiale HV 0,3	max.	—					7)					
5.7	Limite di snervamento R_{el} ⁸⁾ (Carico unitario di snervamento) N/mm^2	nom.	180	240	320	300	400	480	—	—	—	—	—
		min.	190	240	340	300	420	480	—	—	—	—	—
5.8	Limite d'allungamento $R_{p0,2}$ ⁸⁾ (Carico unitario di scostamento dalla Proporzionalità) N/mm^2	nom.	—					—	640	640	720	900	1080
		min.	—					—	640	660	720	940	1100
5.9	Rapporto carico unitario di prova S_p	S_p / R_{el} oppure $S_p / R_{p0,2}$	0,94	0,94	0,91	0,93	0,9	0,92	0,91	0,91	0,9	0,88	0,88
		N/mm^2	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
5.10	Coppia di rottura, M_e Nm min.		—					consultare ISO 898-7					
5.11	Allungamento dopo rottura A in %	min.	25	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
5.12	Strizione, Z	% min.	—					52		48	48	44	
5.13	Resistenza alla trazione con appoggio a cuneo ⁹⁾		I valori minimi della resistenza alla trazione per viti intere (prigionieri esclusi) devono essere uguali ai valori minimi della resistenza alla trazione indicati in 5.2.										
5.14	Resilienza, KU in J	J min.	—		25	—		30	30	25	20	15	
5.15	Tenacità della testa		Nessuna frattura										
5.16	Altezza minima l_e nel filetto della zona non decarburata, E		—					$\frac{1}{2} H_t$		$\frac{2}{3} H_t$	$\frac{3}{4} H_t$		
	Profondità massima di decarburazione totale, G	mm	—					0,015					
5.17	Durezza dopo secondo rinvenimento		—					Diminuzione di durezza max. 20 HV					
5.18	Difetti superficiali		Conforme all' ISO 6157-1 o all' ISO 6157-3.										

¹⁾ Le viti di classe 8.8 con diametro nom. $d \leq 16\text{ mm}$ presentano un rischio di strappo della filettatura del dado nel caso d'un serraggio effettivo superiore al carico di prova. Per questo argomento si rimanda alla norma ISO 898-2.

²⁾ La classe di resistenza 9.8 si applica solamente ai diametri $d \leq 16\text{ mm}$.

³⁾ Per viti per carpenteria ad alta resistenza, il limite inferiore è M12.

⁴⁾ Le caratteristiche minime di resistenza alla trazione si applicano ai particolari con lunghezze nominale $l \geq 2,5\text{ d}$. Le durezze minime si applicano ai particolari con lunghezze nominale $l < 2,5\text{ d}$ e agli altri particolari che non possono essere provati a trazione (per.es. a causa della forma della testa).

⁵⁾ Per la prova di viti e prigionieri con gambo interno, dovranno essere applicati i carichi indicati nella tabella a pagina T.005 (ISO 898, parte 1).

⁶⁾ Il valore della durezza all'estremità della vite può essere al massimo di 250 HV, 238 HB o 99,5 HRB.

⁷⁾ La durezza superficiale non dovrà essere superiore di 30 punti Vickers alla durezza misurata a cuore del particolare, le due prove saranno effettuate con HV 0,3. Nella classe 10.9 tutti gli aumenti di durezza superficiale maggiori di 390 HV sono inaccettabili.

⁸⁾ Nel caso in cui non si possa determinare il limite di snervamento R_{el} , è ammessa la verifica del limite d'allungamento $R_{p0,2}$. Per le classi di resistenza 4.8, 5.8 e 6.8 i valori di R_{el} sono indicati ai soli fini di calcolo, ma non sono valori di collaudo.

⁹⁾ Il rapporto del limite di snervamento corrispondente alla designazione della classe di resistenza e la tensione minima sul limite di allungamento dello 0,2% $R_{p0,2}$ valgono per provette ricavate per asportazione di truciolo. Per le prove eseguite su viti intere questi valori variano in funzione del metodo di produzione e delle dimensioni.

Carichi di rottura minimi³⁾ – per filettatura metrica ISO a passo grosso

Filettatura ¹⁾	Sezione resistente nom. A_s mm ²	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di rottura minimo ($A_s \cdot R_m$) N									
M 3	5,03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M 3,5	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M 4	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M 5	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M 6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M 7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M 8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58,0	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ²⁾	75 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ²⁾	104 000	120 000	140 000
M16	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 ²⁾	141 000	163 000	192 000
M18	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	–	200 000	234 000
M20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	–	255 000	299 000
M22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	–	315 000	370 000
M24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	–	367 000	431 000
M27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	–	477 000	560 000
M30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	–	583 000	684 000
M33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	–	722 000	847 000
M36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	–	850 000	997 000
M39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	–	1 020 000	1 200 000

¹⁾ L'assenza d'indicazione del passo grosso nella designazione di una filettatura significa che si riferisce al passo grosso (ISO 261 e ISO 262).

²⁾ Per viti per carpenteria ad alta resistenza: 70 000, 95 500 e 130 000 N rispettivamente.

³⁾ Non corrispondono ai carichi di prova secondo ISO 898 parte 1.

Carichi di rottura minimi³⁾ – per filettatura metrica ISO a passo fine

Filettatura	Sezione resistente nom. A_s mm ²	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Carico di rottura minimo ($A_s \cdot R_m$) N									
M 8 x 1	39,2	12 900	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 x 1	64,5	21 300	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M10 x 1,25	61,2	20 200	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M12 x 1,25	92,1	30 400	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 400
M12 x 1,5	88,1	29 100	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 500
M14 x 1,5	125	41 200	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 x 1,5	167	55 100	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 x 1,5	216	71 300	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	–	225 000	264 000
M20 x 1,5	272	89 000	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	–	283 000	332 000
M22 x 1,5	333	110 000	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	–	346 000	406 000
M24 x 2	384	127 000	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	–	399 000	469 000
M27 x 2	496	164 000	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	–	516 000	605 000
M30 x 2	621	205 000	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	–	646 000	758 000
M33 x 2	761	251 000	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	622 000	–	791 000	928 000
M36 x 3	865	285 000	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	–	900 000	1 055 000
M39 x 3	1030	340 000	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	–	1 070 000	1 260 000

3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

3.1. Generali

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Legge 05/11/71 n°1086 | “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” |
| <input checked="" type="checkbox"/> D.M. 14/01/08 Testo Unico | “Norme tecniche per le costruzioni” |
| <input checked="" type="checkbox"/> Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici | Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni” |
| <input type="checkbox"/> UNI 9503:2007 | “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio”. |

3.2. Norme sul calcestruzzo

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> UNI-EN 206-1:2006 | Calcestruzzo: Prestazioni produzione e posa in opera e criteri di conformità. |
| <input checked="" type="checkbox"/> UNI 11104:2004 | Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> UNI EN 197-1:2011 | Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni |

3.3. Norme specialistiche sull'acciaio

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> CNR-UNI 10011 | Costruzioni in acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione |
| <input type="checkbox"/> CNR-UNI 10021 | Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, il collaudo e la manutenzione. |
| <input type="checkbox"/> CNR-UNI 10022 | Profilati formati a freddo: Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni. |
| <input type="checkbox"/> CNR-UNI 10016/2000 | Travi composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni. |

3.4. Strutture in zona sismica

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Legge 02/02/74 n° 64 | “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” |
| <input type="checkbox"/> Circolare 18/07/1986 n. 1032 - Ministero dei Beni Culturali ed Ambientali | “Interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zone sismiche: Raccomandazioni” |
| <input type="checkbox"/> Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali - Comitato Nazionale per la prevenzione del patrimonio culturale dal rischio sismico - 29 ottobre 1996 | “Norme tecniche per la redazione di progetti di restauro relativi a beni architettonici di valore storico-artistico in zona sismica” |
| <input type="checkbox"/> Dipartimento della Protezione Civile e Ministero per i Beni Culturali e Paesaggistici 23 maggio 2005 | “Linee Guida per l’applicazione al patrimonio culturale della normativa tecnica di cui all O.P.C.M. 3274/03” |
| <input type="checkbox"/> Direttiva del 9 febbraio 2011, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 26 febbraio | «Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008» |

3.5. Strutture in legno

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> DIN 1052 Apr.1988/Ott.1996 | Normativa per il calcolo delle strutture in legno. |
| <input type="checkbox"/> UNI-EN 1912 | “Legno strutturale” – Classi di resistenza. Assegnazione alle categorie visuali e delle specie. |
| <input type="checkbox"/> UNI-EN 388 | “Legno strutturale” – Classi di resistenza |
| <input type="checkbox"/> UNI-EN 14081-1: 20011 | “Strutture di legno - Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali” |
| <input type="checkbox"/> Pr-EN15544 | “Legno strutturale con sezione rotonda” |
| <input type="checkbox"/> UNI EN 14080:2005 | Strutture di legno – Legno lamellare incollato – Requisiti. |
| <input type="checkbox"/> UNI EN 14081-1:2006 | Strutture di legno – Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza – Parte 1: Requisiti generali. |

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> UNI EN 14250:2005 | Strutture di legno – Requisiti di prodotto per elementi strutturali prefabbricati assemblati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata. |
| <input type="checkbox"/> UNI EN 14374:2005 | Strutture di legno – LVL – Requisiti. |

3.6. Opere di fondazione - Terreni

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> D.M. 11/03/88 | Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. |
| <input type="checkbox"/> circ. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483 | Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione |
| <input type="checkbox"/> EN 1536 | Pali trivellati (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input type="checkbox"/> EN 1537 | Tiranti di ancoraggio (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input type="checkbox"/> UNI EN 1538 | Diaframmi (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input type="checkbox"/> UNI EN 12063 | Palancolate (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input type="checkbox"/> EN 12699 | Pali infissi (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input type="checkbox"/> EN 12715 | Iniezioni (Norme comitato Cen/Tc 288 per il settore geotecnico) |
| <input checked="" type="checkbox"/> EN 12716 | Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Getti iniezione |
| <input type="checkbox"/> UNI CEN ISO/TS 17892 1-12 | Indagini e prove geotecniche-Prove di laboratorio sul terreno";(2005) |
| <input type="checkbox"/> UNI EN ISO 14688-1 | Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione (2003) |
| <input type="checkbox"/> UNI EN ISO 14688-2 | Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione (2004) |
| <input type="checkbox"/> UNI EN ISO 14689-1 | Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione (2004) |

UNI EN ISO 14789-1

Norme da applicare agli ammassi rocciosi

3.7. Strutture speciali

 D.M. 18/12/75

“Norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.”

 D.M. 04/05/90

“Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.”

 Decreto Ministeriale 3 dicembre 1987 (D.M. 3-12-1987) (in Suppl. ordinario alla Gazz. Uff. n. 106, del 7 maggio).

Norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture prefabbricate

 UNI 10949

“Tende, strutture tessili temporaneamente e/o itineranti.” Progettazione, costruzione, montaggio e manutenzione

3.8. Eurocodici

Verranno utilizzati gli euro codici come supporto per le procedure di calcolo non esplicitamente normate nelle Norme Tecniche 2008.

3.8.1. EUROCODICE 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture

UNI ENV 1991-1	Parte 1: Basi di calcolo
UNI ENV 1991-2-1	Parte 2-1: Azioni sulle strutture - Massa volumica, pesi propri e carichi imposti
UNI ENV 1991-2-2	Parte 2-2: Azioni sulle strutture - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
UNI ENV 1991-2-3	Parte 2-3: Azioni sulle strutture - Carichi da neve
UNI ENV 1991-2-4	Parte 2-4: Azioni sulle strutture - Azioni del vento
UNI ENV 1991-2-5	Parte 2-5: Azioni sulle strutture - Azioni termiche
UNI ENV 1991-2-6	Parte 2-6: Azioni sulle strutture - Azioni durante la costruzione

UNI ENV 1991-2-7	Parte 2-7: Azioni sulle strutture - Azioni eccezionali dovute ad impatti ed esplosioni
UNI ENV 1991-3	Parte 3: Carichi da traffico sui ponti
UNI ENV 1991-4	Parte 4: Azioni su silos e serbatoi
UNI ENV 1991-5	Parte 5: Azioni indotte da gru e altre macchine

3.8.2. EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo

UNI ENV 1992-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1992-1-2	Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza all'incendio
UNI ENV 1992-1-3	Parte 1-3: Regole generali. Elementi e strutture prefabbricate di calcestruzzo
UNI ENV 1992-1-4	Parte 1-4: Regole generali - Calcestruzzo a struttura chiusa realizzato con aggregati leggeri
UNI ENV 1992-1-5	Parte 1-5: Regole generali. Strutture con cavi non aderenti e cavi di compressione esterna
UNI ENV 1992-1-6	Parte 1-6: Regole generali - Strutture di calcestruzzo non armato
UNI ENV 1992-2	Parte 2: Ponti di calcestruzzo
UNI ENV 1992-3	Parte 3: Fondazioni di calcestruzzo
UNI ENV 1992-4	Parte 4: Strutture di contenimento liquidi

3.8.3. EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture di acciaio

UNI ENV 1993-1-1/A1	Parte 1-1: Regole generali - Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1993-1-2	Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza all'incendio
UNI ENV 1993-1-3	Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo

UNI ENV 1993-1-4	Parte 1-4: Regole generali - Criteri supplementari per acciai inossidabili
UNI ENV 1993-1-5	Parte 1-5: Regole generali - Regole supplementari per lastre ortotrope in assenza di carichi trasversali
UNI ENV 1993-1-6	Parte 1-6: Regole generali - Regole supplementari per le strutture a guscio
UNI ENV 1993-1-7	Parte 1-7: Regole generali - Regole supplementari per lastre ortotrope caricate al di fuori del loro piano
UNI ENV 1993-2	Parte 2: Ponti di acciaio
UNI ENV 1993-3-1	Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere -Torri e pali
UNI ENV 1993-3-2	Parte 3-2: Torri, pali e ciminiere - Ciminiere
UNI ENV 1993-4-1	Parte 4-1: Silos, contenitori e condotte - Silos
UNI ENV 1993-4-2	Parte 4-2: Silos, contenitori e condotte - Serbatoi
UNI ENV 1993-4-3	Parte 4-3: Silos, contenitori e condotte - Condotte
UNI ENV 1993-5	Parte 5: Pali e palancole
UNI ENV 1993-6	Parte 6: Strutture per apparecchi di sollevamento

3.8.4. EUROCODICE 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

UNI ENV 1994-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1994-1-2	Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza agli incendi

3.8.5. EUROCODICE 5 - Progettazione delle strutture di legno

UNI ENV 1995-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1995-2	Parte 2: Ponti

3.8.6. EUROCODICE 6 - Progettazione delle strutture di muratura

UNI ENV 1996-1-1	Parte 1-1: Regole generali per gli edifici - Regole per la muratura armata e non armata
UNI ENV 1996-1-2	Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza all'incendio
UNI ENV 1996-1-3	Parte 1-3: Regole generali per gli edifici - Regole particolari per i carichi laterali
UNI ENV 1996-2	Parte 2: Progettazione, selezione dei materiali ed esecuzione di murature
UNI ENV 1996-3	Parte 3: Metodi di calcolo semplificato e regole semplici per strutture di muratura

3.8.7. EUROCODICE 7 - Progettazione geotecnica

UNI ENV 1997-1	Parte 1: Regole generali
UNI ENV 1997-2	Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio
UNI ENV 1997-3	Parte 2: Progettazione assistita con prove in sito

3.8.8. EUROCODICE 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

UNI ENV 1998-1-1	Parte 1-1: Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture
UNI ENV 1998-1-2	Parte 1-2: Regole generali per gli edifici
UNI ENV 1998-1-3	Parte 1-3: Regole generali - Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi
UNI ENV 1998-1-4	Parte 1-4: Regole generali - Rafforzamento e riparazione degli edifici
UNI ENV 1998-2	Parte 2: Ponti
UNI ENV 1998-3	Parte 3: Torri, pali e camini
UNI ENV 1998-4	Parte 4: Silos, serbatoi e tubazioni
UNI ENV 1998-5	Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici



3.8.9. EUROCODICE 9 - Progettazione delle strutture di alluminio

UNI ENV 1999-1-1	Parte 1-1: Regole generali - Regole generali e regole per gli edifici
UNI ENV 1999-1-2	Parte 1-2: Regole generali - Progettazione della resistenza
	all'incendio
UNI ENV 1999-2	Parte 2: Strutture sottoposte a fatica

4. RELAZIONE DI CALCOLO

4.1. Modalità di calcolo adottate

La presente relazione strutturale di calcolo illustra il progetto nei suoi aspetti generali con l'obiettivo di dare il dimensionamento di tutti gli elementi strutturali fatto salvo per gli aspetti di dettaglio. Essa comprende solo una parte dei calcoli strutturali: le verifiche non riportate sono state condotte analogamente a quelle descritte e risultano disponibili nelle minute di studio.

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici o elastoplastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale.

4.2. Codici di calcolo

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

4.2.1. SismiCad 12.11

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti di Concrete di Padova. Esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi- dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Codesto software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi in Italia con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità.

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale elastoplastico fornito con il pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un preprocessore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input ai solutori; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output. Il modulo Verifica Sezioni consente di effettuare la verifica di sezioni in cemento



armato, di forma generica, soggette a pressoflessione deviata facendo uso del metodo agli stati limite ultimi o alle tensioni ammissibili secondo le direttive imposte dall'attuale normativa. Il programma viene utilizzato per lo studio delle sezioni in c.a.; gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

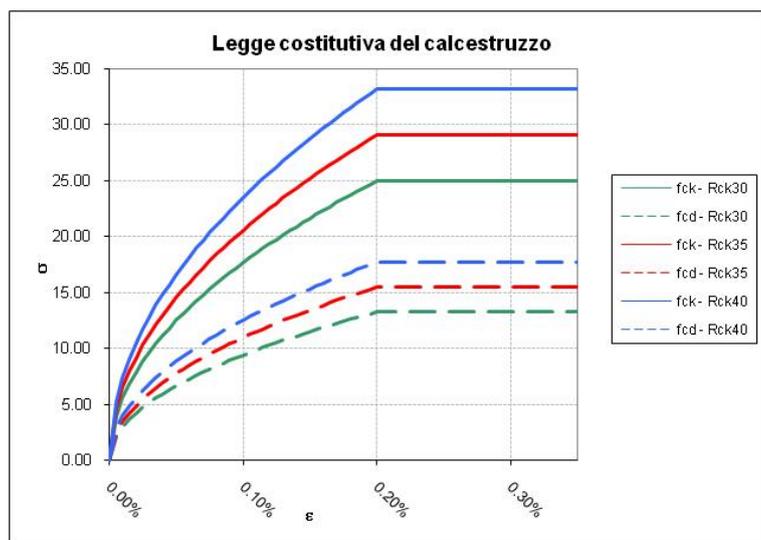
4.2.2. BeamCad 19.8

Il programma è dedicato al calcolo di alcune tipologie strutturali in c.a., acciaio o legno di più frequente impiego nel campo della progettazione edile. Più precisamente, il programma consente di analizzare strutture piane i cui schemi statici siano riconducibili a quelli di trave continua in elevazione e in fondazione, telai parziali e travi su suolo elastico alla Winkler con costante di sottofondo diversa per compressione e trazione. Per le travate continue in elevazione e per i telai parziali è ammessa l'inclinazione della linea d'asse. Per le travate continue in elevazione in c.a. e per i telai parziali ad estradosso costante in c.a. è ammessa la presenza di sezioni di altezza variabile linearmente. Sono ammessi, inoltre, appoggi cedevoli elasticamente. All'interno del programma è contenuta una procedura che dai risultati dell'analisi delle sottostrutture costituenti un telaio piano consente il progetto e la verifica (a solo sforzo normale) dei pilastri in c.a. ad esso appartenenti.

4.3. Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali utilizzati

4.3.1. Calcestruzzo

Si utilizza calcestruzzo come specificato nei tabulati di calcolo e negli elaborati esecutivi con una legge costitutiva tipo parabola-rettangolo così come previsto dalla normativa italiana per le strutture di fondazione e le strutture in elevazione.



C	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C28/35	C32/40	C35/45	C40/50
R_{ck}	15	20	25	30	35	40	45	50
f_{ck}	12.45	16.60	20.75	24.90	29.05	33.20	37.35	41.50
γ_{c in opera}	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
γ_{c in prefabb.}	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
f_{cd}	8.30	11.07	13.83	16.60	19.37	22.13	24.90	27.67
α_{fcd}	7.06	9.41	11.76	14.11	16.46	18.81	21.17	23.52
0.8*α_{fcd}	5.64	7.53	9.41	11.29	13.17	15.05	16.93	18.81
E_{cm}	85206	25491	28500	31220	33722	36050	38237	40305
f_{ctk}	1.61	1.95	2.27	2.56	2.83	3.10	3.35	3.60

f_{cm}	20.45	24.60	28.75	32.90	37.05	41.20	45.35	49.50
E_{cm}	27267	28821	30200	31447	32588	33643	34625	35547

Dove:

- $f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}$ resistenza a compressione
- $f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$ con $\gamma_c=1.5$ per le strutture gettate in opera e 1.4 per le strutture prefabbricate
- αf_{cd} con $\alpha = 0.85$ resistenza di progetto a compressione tenuto conto dei fenomeni lenti sul calcestruzzo;

La resistenza a trazione assiale del calcestruzzo viene definita come $f_{ctk}=0.3f_{ck}^{2/3}$ e $f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_c$

Il modulo elastico si definisce come $E_c=22000[f_{cm}/10]^{0.3}$ dove $f_{cm}=f_{ck}+8$

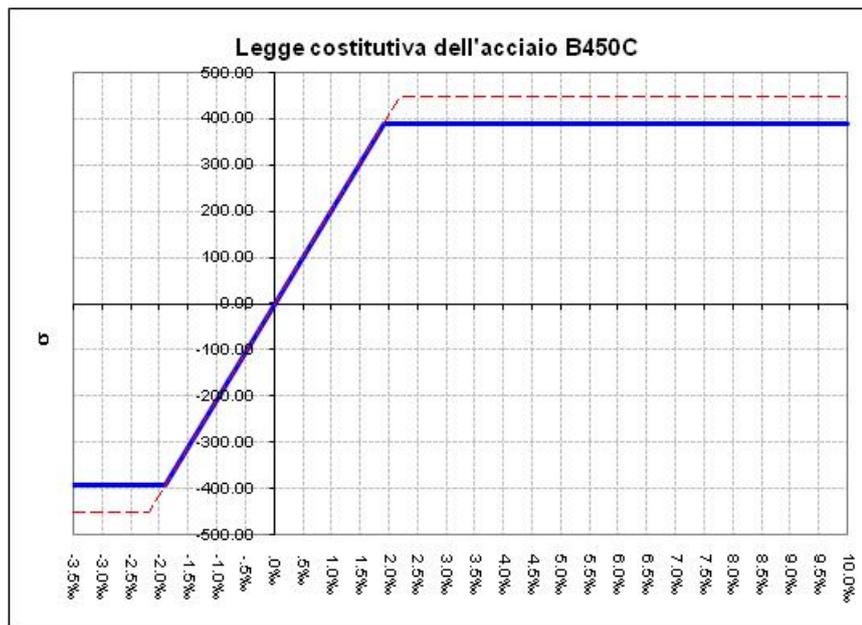
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C28/35	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
R_{ck}	15	20	25	30	37	28	45	50	55	60
f_{ck}	12	16	20	25	30	35	35	40	45	50

Tabella di equivalenza secondo Eurocodice 2

4.3.2. Acciaio d'armo

Si utilizza acciaio B450C e si utilizza una legge costitutiva elastico perfettamente plastico

TIPO	B450C	
Allung. A_s	14%	
E_s	206000	MPa
f_{tk}	450	MPa
f_{yk}	450	MPa
f_{yd}	391.30	MPa
ϵ_{yd}	1.90‰	

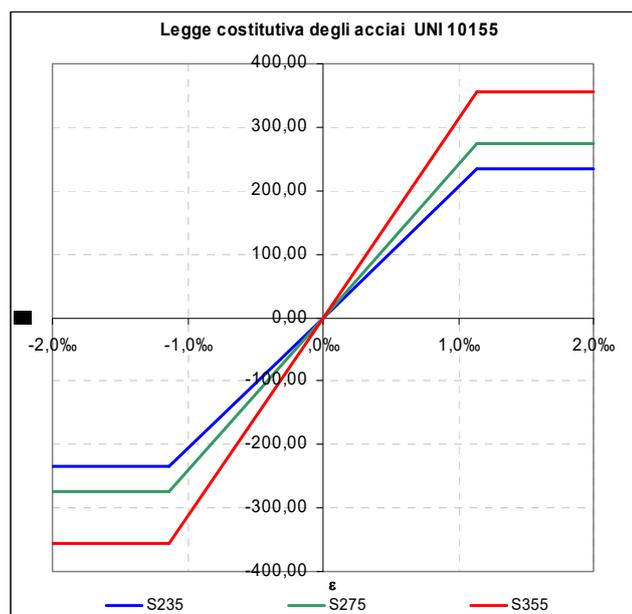


Dove:

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ con $\gamma_s = 1.15$ resistenza di progetto
- $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$

4.3.3. Acciaio strutturale da carpenteria

Si utilizza acciaio UNI EN 10155-S275JR/JO (FE430B) qualora sia necessario



TIPO	S235	S275	S355

E_a	206000	206000	206000
$f_{tk,a,min}$	340	410	490
$f_{tk,a,max}$	470	560	630
$f_{yk,a}$	235	275	355
$\epsilon_{yd,a}$	1.14‰	1.33‰	1.72‰
η_a	1.10	1.10	1.10
$f_{yd,a}$	213.6	250.0	322.7

Tabella di utilizzo degli acciai strutturali			
	S235	S275	S355
Travi principali	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strutture complementari	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bulloneria					
Impiego	Tipo bull.	Classe	Norma rif.	f_y [daN/cm ²]	Fori
Giunti, coprigiunti, piastre di base	M20	8.8	UNI 5738	9000	???
Collegamenti secondari	M16	8.8	UNI 5738	9000	???

ACCIAI DA COSTRUZIONE AD USO GENERALE					
EN 10025-2:2004	EN 10025:1990 + A1:1993	EN 10025:1990	DIN 17 100	NFA35-501	UNI 7070
S235JR	S235JR	Fe 360 B	St 37-2	E 24-2	Fe 360 B
	S235JRG1	Fe 360 BFU	USt 37-2		
	S235JRG2	Fe 360 BFN	RSt 37-2		
S235JO	S235JO	Fe 360 C	St 37-3 U	E 24-3	Fe 360 C
S235J2	S235J2G3	Fe 360 D1	St 37-3 N	E 24-4	Fe 360 D
	S235J2G4	Fe 360 D2			
S275JR	S275JR	Fe 430 B	St 44-2	E 28-2	Fe 430 B
S275JO	S275JO	Fe 430 C	St 44-3 U	E 28-3	Fe 430 C
S275J2	S275J2G3	Fe 430 D1	St 44-3 N	E 28-4	Fe 430 D
	S275J2G4	Fe 430 D2			
S355JR	S355JR	Fe 510 B		E 36-2	Fe 510 B
S355JO	S355JO	Fe 510 C	St 52-3 U	E 36-3	Fe 510 C
S355J2	S355J2G3	Fe 510 D1	St 52-3 N		Fe 510 D
	S355J2G4	Fe 510 D2			
S355K2	S355K2G3	Fe 510 DD1		E 36-4	
	S355K2G4	Fe 510 DD2			

ACCIAI RESISTENTI ALLA CORROSIONE ATMOSFERICA

EN 10025-5:2004	EN 10155:1993	EU 155-80	France
S235JOW	S235JOW	Fe 360 CKI	E24W 3
S355JOWP	S355JOWP	Fe 510 C 1 KI	E36 WA3

ACCIAI ALTORESISTENZIALI - HSLA

	EU149-2	SEW 092	NF A 36-231		UNI 8890-87
S315MC	Fe E 275-TM	QStE 260 TM		40F30	Fe E 275-TM
		QStE 300 TM	E 315 D	43F35	
S355MC	Fe E 355-TM	QStE 360 TM	E 355 D	46F40	Fe E 355-TM
S420MC	Fe E 420-TM	QStE 420 TM	E 420 D	(50F45)	Fe E 420-TM
S460MC		QStE 460 TM			
S500MC	Fe E 490-TM	QStE 500 TM			Fe E 490-TM
S550MC	(Fe E 560-TM)	QStE 550 TM	(E 560 D)	60F55	(Fe E 560-TM)
S600MC		QStE 600 TM			
S700MC		QStE 690 TM	(E 690 D)	75F70	

ACCIAI DOLCI STAMPAGGIO

	EU 111.77	Germania DIN 1614	NF A 36-301	BS 1449	UNI 5867
DD 11	FeP11	StW22	1C	HR3	FeP11
DD 12	FeP12	RRStW23			

5. ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi è stata condotta come da D.M. 14/01/2008 relativamente al paragrafo 5.1.3 per le azioni da traffico su ponti stradali e al paragrafo 3.2. per le azioni sismiche.

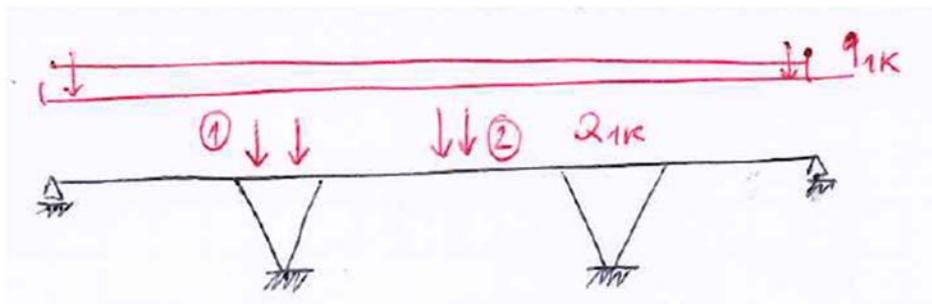
5.1. Azioni permanenti

5.2. Azioni variabili da traffico

Sono stati considerati gli schemi come da normativa (paragrafo 5.1.3).

5.2.1. Schema 1

I carichi concentrati sono stati valutati nelle due posizioni peggiori per i profili di acciaio:



Il carico in tandem consiste in due punti anziché in quattro poiché si considera metà carreggiata.

5.2.2. Schema 5

Carico uniformemente distribuito pari a 5kN/mq sulla carreggiata e 2.5kN/mq sulla passerella.

5.3. Azioni sismiche

D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Verifiche geotecniche Vento Neve

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri Statica non lineare (pushover)

Tipo di costruzione: 3

Vn: Default (100)

Classe d'uso: IV

Località: Venezia, Mira, Mira Taglio
 Latitudine ED50 45.4367° (45° 26' 12")
 Longitudine ED50 12.1358° (12° 8' 9")
 Altitudine s.l.m. 4,27 m

Zona sismica: Zona 4

Vr: Default (200)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(sec)
SLO	Default (81)	120	0.0488	2.499	0.309
SLD	Default (63)	201	0.0581	2.592	0.326
SLV	Default (10)	1898	0.1277	2.631	0.391
SLC	Default (5)	2475	0.1399	2.619	0.4

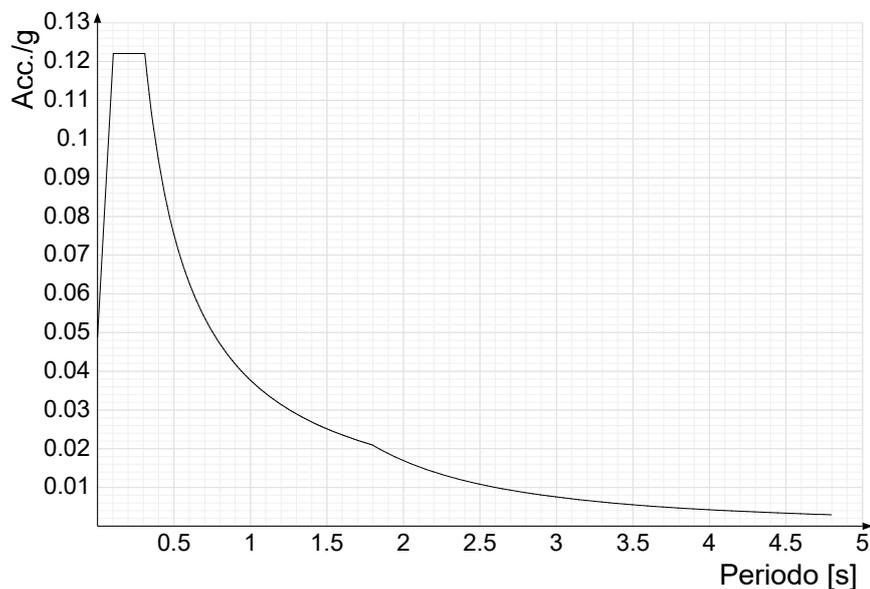
La struttura non viene classificata come "esistente" (vedi § 8) essendo presenti solo elementi strutturali con Livello di conoscenza = Nuovo.

OK Annulla

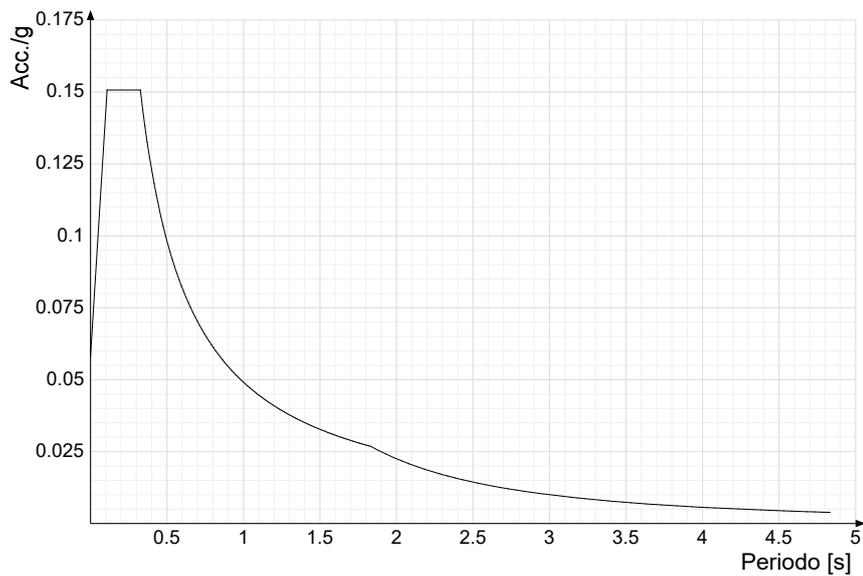
Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

Periodo: Periodo di vibrazione.

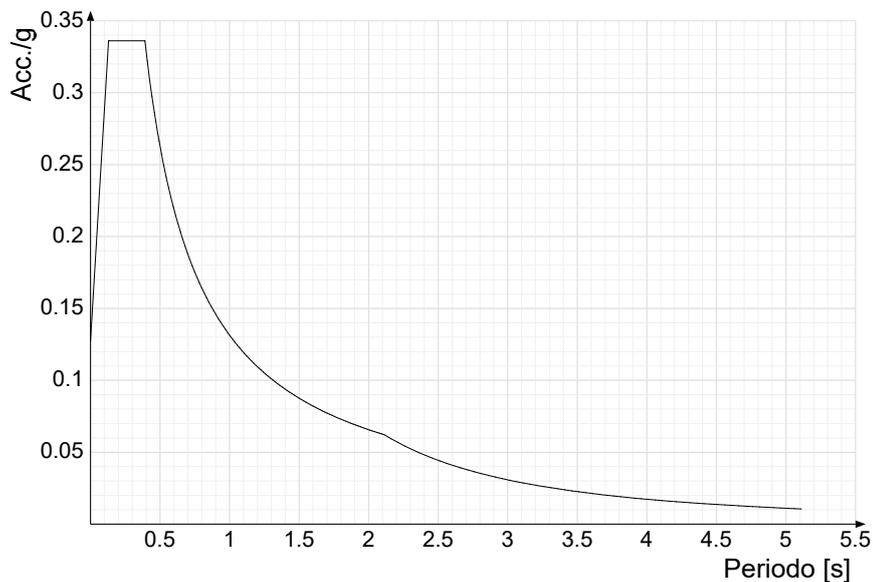
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



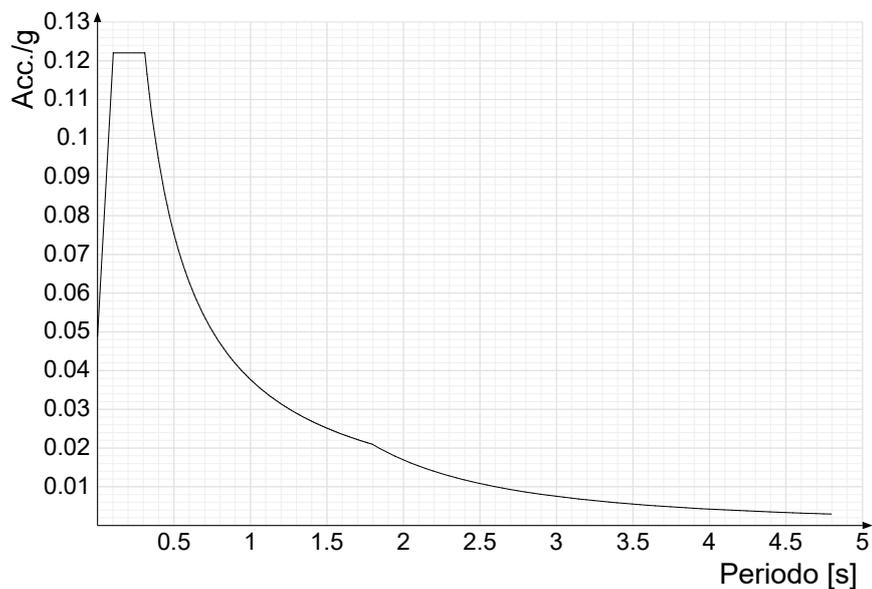
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



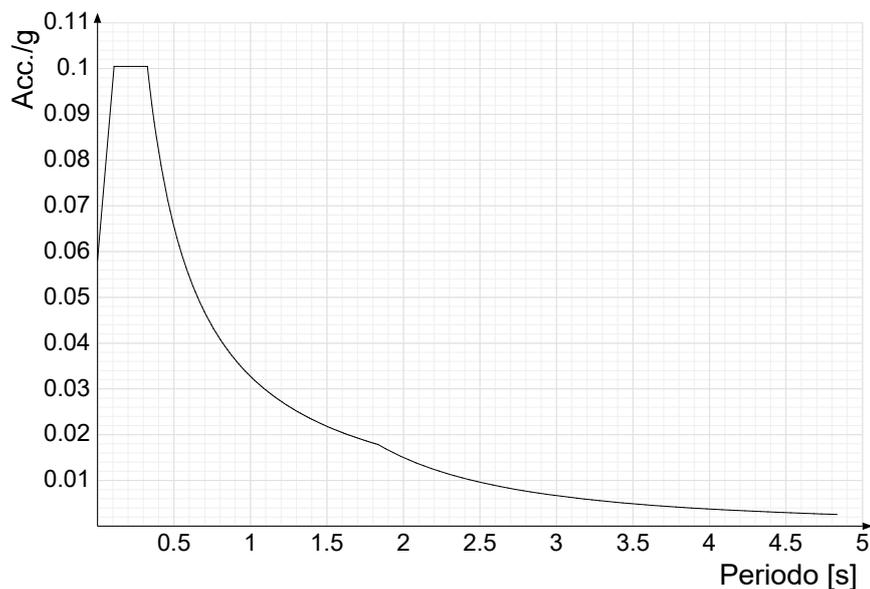
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



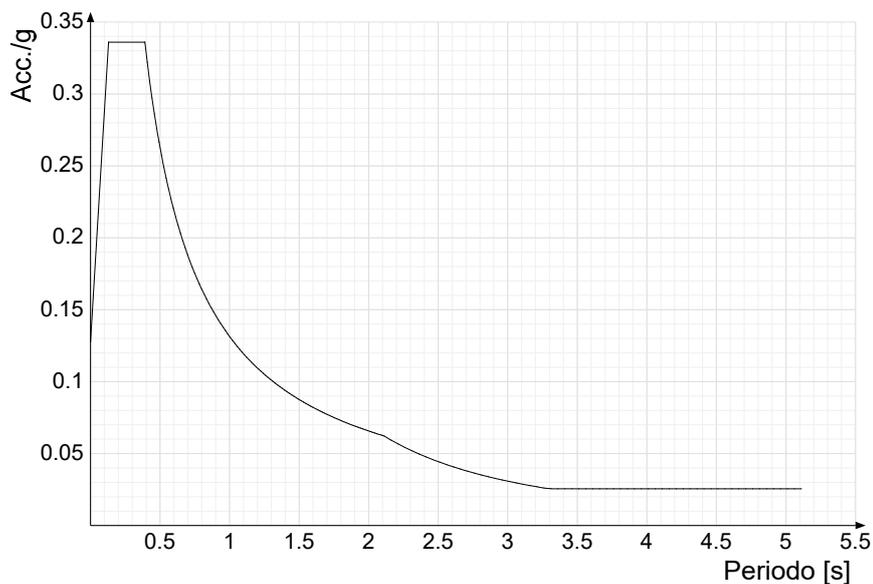
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4



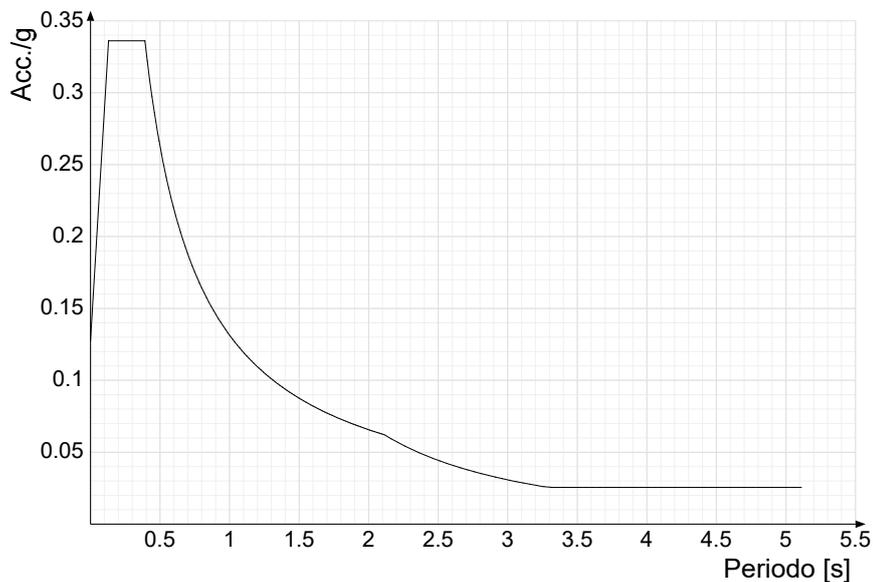
Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 7.3.7.1



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



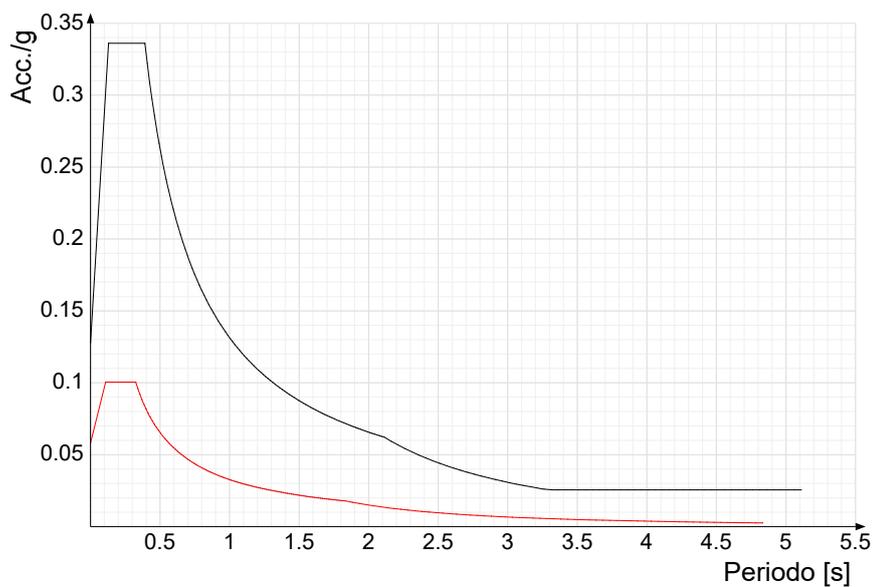
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 7.3.7.1 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).

Questo confronto tra spettri è valido anche per l'altra componente orizzontale, essendo coincidente.



5.4. Azione del vento

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
1	25	1000	0,01
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			10
T_R (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			25,000
α_R (T_R)			1,00073
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			25,018



$$p \text{ (pressione del vento [N/mq])} = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

c_d (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	391,20
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione
Classe di rugosità del terreno
B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa mare	costa 500m	costa 750m			
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	III	III	**

* Categoria II in zona 1,2,3,4
 Categoria III in zona 5

** Categoria III in zona 2,3,4,5
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa mare	costa 500m			
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	mare 1.5 km	costa 0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

* Categoria II in zona 8
 Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

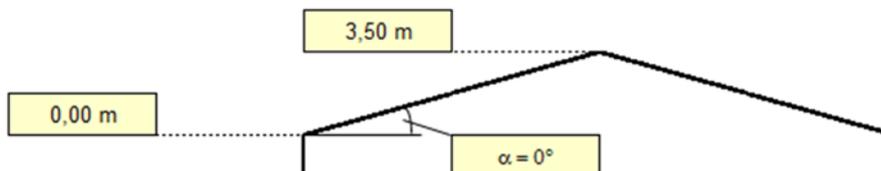
Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
1	B	10

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

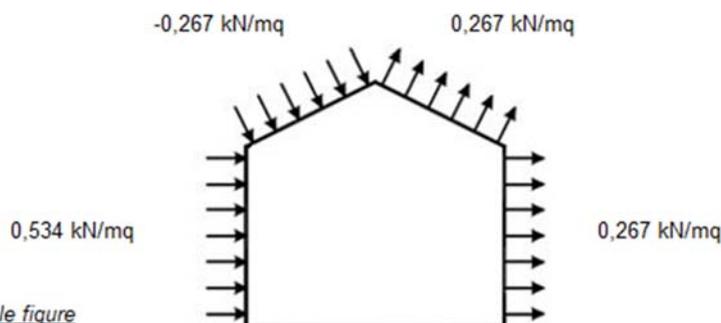
$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
III	0,2	0,1	5	1

z [m]	c _e
z ≤ 5	1,708
z = 0	1,708
z = 3,5	1,708


Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
(1)	0,534
(2)	-0,267
(3)	0,267
(4)	0,267


N.B. Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

5.5. Azione della neve

☉	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	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.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_s q_{sk} C_E C_t$$

μ_s (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

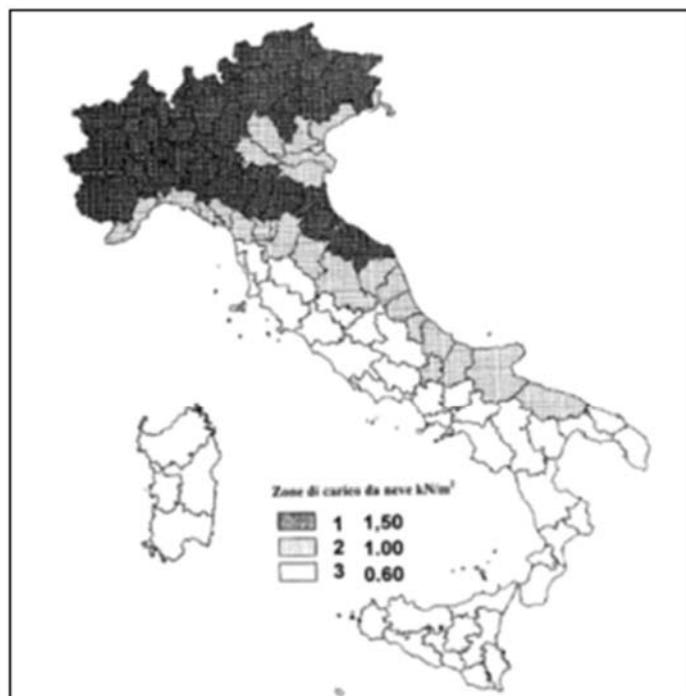
C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	10
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1,00

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 $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
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

Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	1,00
--	------

6. VERIFICHE FONDAZIONI

Si riportano di seguito le verifiche nei casi più gravosi; il tabulato esteso si può trovare nel documento S_01_Calcoli strutturali.

6.1. Sollecitazioni

Le sollecitazioni più gravose per i pali di fondazione sono dovute allo schema di carico 1 per le azioni variabili da traffico nel caso in cui il carico concentrato si è posizionato al centro della campata, ovvero nel caso 2:

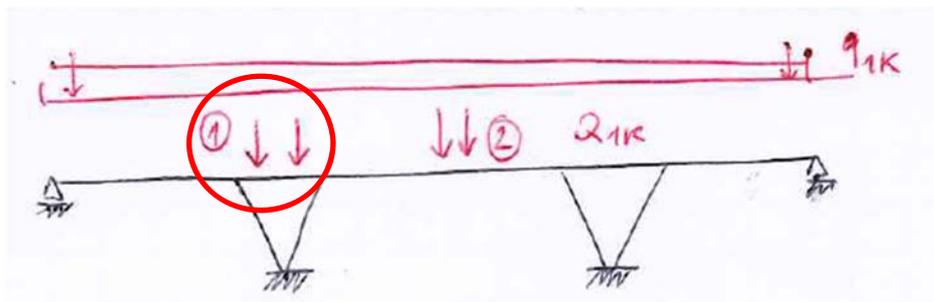


Figura 8 - Schema di carico 1 posizione 1

6.1.1. Sollecitazioni sui pali



Figura 9 - Involuppo sollecitazioni slu-slv



Figura 10 - Involuppo sollecitazioni SLE rara

6.1.2. Sollecitazioni su pile e palle

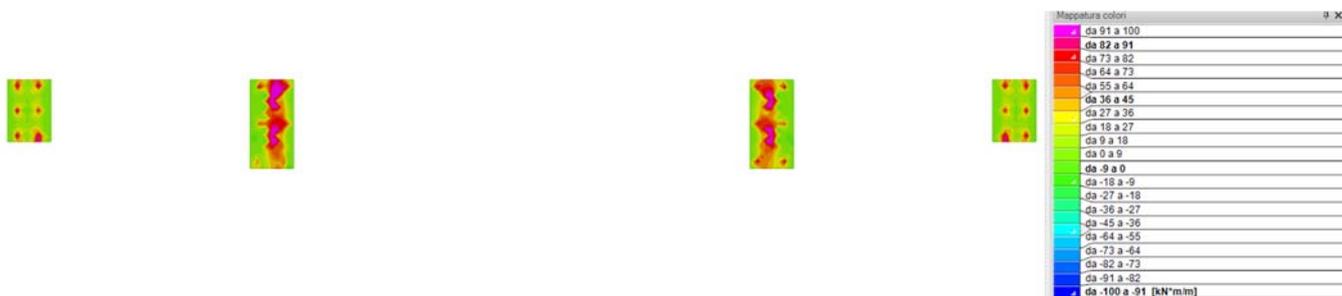


Figura 11 - Involuppo combinazioni SLU-SLV in Mxx



Figura 12 - Involuppo combinazioni SLU-SLV in Myy



Figura 13 - Involuppo combinazioni SLE rara e quasi permanente in Mxx

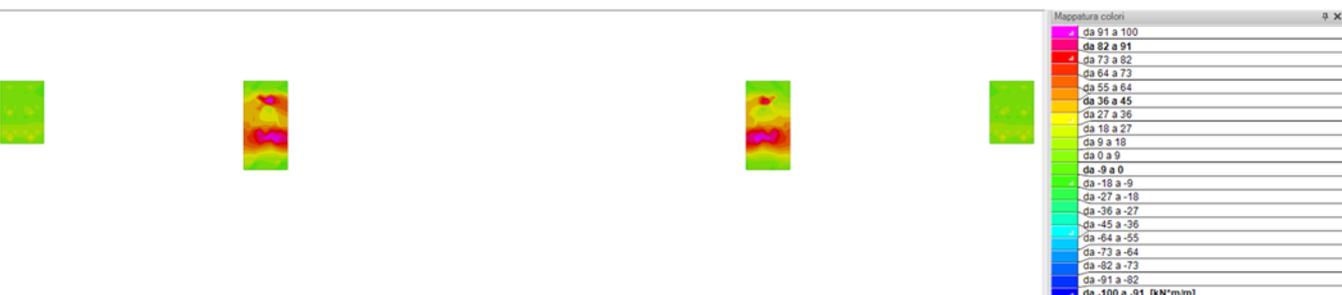


Figura 14 - Involuppo combinazioni SLE rara e quasi permanente in Myy

6.2. Verifica pile di fondazione (P1)

Verifiche condotte secondo D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000
 Calcestruzzo: C28/35 Rck 35000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (7.82; -3.27; 0), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
350	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLU Veicolari max	254.6773	0	374.1829	0	1.4692	Si
508	Y	0.909	0.7	0.001427	0.05	0.001427	0.05	SLU Variabili ponte	231.9261	0	347.3642	0	1.4977	Si
356	X	0.907	0.7	0.001425	0.07	0.001425	0.07	SLU Veicolari max	223.6927	0	338.6945	0	1.5141	Si
352	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLU Veicolari max	242.3179	0	374.1829	0	1.5442	Si
362	X	0.706	0.7	0.001109	0.07	0.001109	0.07	SLU Veicolari max	164.5963	0	263.4213	0	1.6004	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
508	Y	0.909	0.7	0.001427	0.05	0.001427	0.05	SLE RA schema 1	145.7413	0	-1710	17430	15	Si
352	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA schema 5	148.7391	0	-1613	17430	15	Si
356	X	0.907	0.7	0.001425	0.07	0.001425	0.07	SLE QP pesi	99.2803	0	-1187	13073	15	Si
350	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP pesi	109.2939	0	-1185	13073	15	Si
352	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE QP pesi	108.898	0	-1181	13073	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
508	Y	0.909	0.7	0.001427	0.05	0.001427	0.05	SLE RA schema 1	145.7413	0	21986	360000	15	Si
352	X	1	0.7	0.001571	0.07	0.001571	0.07	SLE RA schema 5	148.7391	0	19354	360000	15	Si
493	Y	1	0.7	0.001571	0.05	0.001571	0.05	SLE RA schema 1	140.4368	0	19253	360000	15	Si
475	Y	1	0.7	0.001571	0.05	0.001571	0.05	SLE RA schema 1	135.6584	0	18598	360000	15	Si
526	Y	0.704	0.7	0.001106	0.05	0.001106	0.05	SLE RA schema 1	91.4544	0	17800	360000	15	Si

Significato dei simboli utilizzati:

Nodo: indice del nodo di verifica

Dir.: direzione della sezione di verifica

B: base della sezione rettangolare di verifica [m]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica [m]

A. sup.: area barre armatura superiori [m²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione [m]

A. inf.: area barre armatura inferiori [m²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione [m]

Comb.: combinazione di verifica

M: momento flettente [kN*m]

N: sforzo normale [kN]

Mu: momento flettente ultimo [kN*m]

Nu: sforzo normale ultimo [kN]

c.s.: coefficiente di sicurezza

Verifica: stato di verifica

σ_c : tensione nel calcestruzzo [kN/m²]

σ_{lim} : tensione limite [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione

σ_f : tensione nell'acciaio d'armatura [kN/m²]

6.3. Verifica spalle dell'impalcato (SP1)

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C28/35 Rck 35000

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1.13; -2.3; 2), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
574	Y	0.5	0.7	0.000283	0.046	0.000283	0.046	SLV5	40.4141	0	71.9034	0	1.7792	Si
570	Y	0.5	0.7	0.000283	0.046	0.000283	0.046	SLV2	32.9552	0	71.9034	0	2.1819	Si
604	X	0.9	0.7	0.000549	0.058	0.000549	0.058	SLV9	64.7939	0	142.6299	0	2.2013	Si
603	X	0.8	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLV5	55.0463	0	121.8065	0	2.2128	Si
603	X	0.8	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLU Vent o CC	54.6224	0	121.8065	0	2.23	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
574	Y	0.5	0.7	0.000283	0.046	0.000283	0.046	SLE QP pesi	11.4510	0	-266	13073	15	Si
774	X	0.85	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLE RA schem a 1	23.2065	0	-318	17430	15	Si
775	X	0.97	0.7	0.000549	0.058	0.000549	0.058	SLE RA schem a 1	26.0984	0	-314	17430	15	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
603	X	0.85	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLE RA schem a 1	21.7596	0	-298	17430	15	S i
682	X	0.5	0.7	0.000283	0.058	0.000283	0.058	SLE RA schem a 1	12.5356	0	-292	17430	15	S i

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
774	X	0.85	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLE RA schem a 1	23.2065	0	3982	360000	15	S i
775	X	0.97	0.7	0.000549	0.058	0.000549	0.058	SLE RA schem a 1	26.0984	0	3924	360000	15	S i
603	X	0.85	0.7	0.000481	0.058	0.000481	0.058	SLE RA schem a 1	21.7596	0	3734	360000	15	S i
682	X	0.5	0.7	0.000283	0.058	0.000283	0.058	SLE RA schem a 1	12.5356	0	3657	360000	15	S i
606	X	0.5	0.7	0.000283	0.058	0.000283	0.058	SLE RA schem a 1	12.489	0	3643	360000	15	S i

Significato dei simboli utilizzati:

Nodo: indice del nodo di verifica

Dir.: direzione della sezione di verifica

B: base della sezione rettangolare di verifica [m]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica [m]

A. sup.: area barre armatura superiori [m²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione [m]

A. inf.: area barre armatura inferiori [m²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione [m]

Comb.: combinazione di verifica

M: momento flettente [kN*m]

N: sforzo normale [kN]

Mu: momento flettente ultimo [kN*m]

Nu: sforzo normale ultimo [kN]

c.s.: coefficiente di sicurezza

Verifica: stato di verifica

σ_c : tensione nel calcestruzzo [kN/m²]

σ_{lim} : tensione limite [kN/m²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione

σ_f : tensione nell'acciaio d'armatura [kN/m²]

6.4. Micropali pile di fondazione (P1 e P2)

Si utilizzano micropali iniettati ad alta pressione con barre autoperforanti cave a filettatura continua, diametro esterno 73mm e interno 56mm, in acciaio S355 con forza di snervamento – allungamento al 0.2% 830 kN (resistenza caratteristica 695kN). Il betoncino iniettato ad alta pressione deve avere resistenza caratteristica $f_{ck}=35$ N/mm² a 28 giorni.

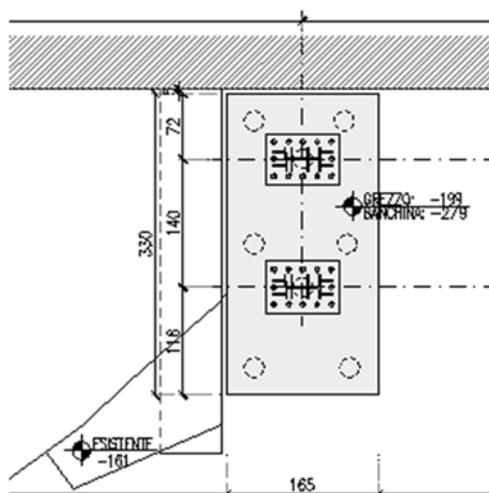


Figura 15 - Pianta pali delle pile di fondazione

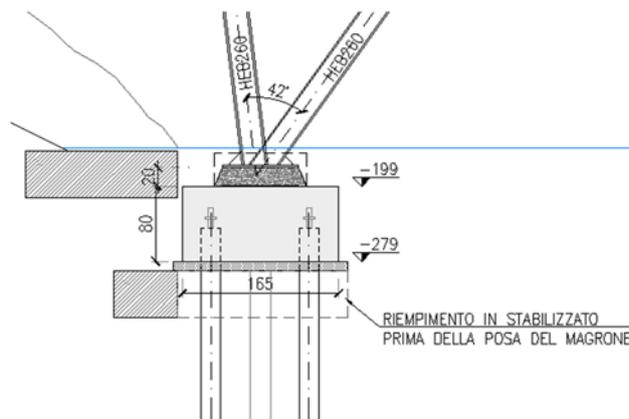


Figura 16 - Sezione pile di fondazione

6.4.1. Verifica micropalo

Micropalo

Descrizione	D250
Iniezione	
Pressione limite di iniezione	400,00 kN/m ²
Diametro di perforazione	0,22 m
Alfa	1,20
Diametro bulbo	0,25 m
Lunghezza bulbo	14,00 m
Lunghezza fusto	0,50 m
Calcestruzzo tipo	3
Acciaio tipo	1

SISMA

Accelerazione sismica	0,049
Coefficiente di intensità sismico [Kh]	0,0098
Coefficiente di intensità sismico [Kv]	0,0049

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

C

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,32	2,52	0,23
S.L.D.	75,0	0,39	2,53	0,27
S.L.V.	712,0	0,84	2,66	0,36
S.L.C.	1462,0	1,07	2,66	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,48	0,2	0,0098	0,0049
S.L.D.	0,585	0,2	0,0119	0,006
S.L.V.	1,26	0,2	0,0257	0,0128
S.L.C.	1,605	0,24	0,0393	0,0196

Archivio materiali
Conglomerati

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fed [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11,33	1,01	2,21
2	C25/30	30	31475	25	14,16	1,14	2,56
3	C28/35	35	32308	28	15,86	1,26	2,76
4	C40/50	50	35220	40	22,66	1,63	3,5

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	200000	450	391,3	450	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto.. Vs: Velocità onde di taglio.

CPT 02

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m ³]	Peso Unità di volume Saturo [kN/m ³]	c [kN/m ²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m ²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	2,30	18,00	20,00	56,00	0,00	No	0,40	0,00	0	
2	2,00	19,00	21,00	0,00	38,00	No	1,00	0,00	0	
3	1,30	19,00	21,00	0,00	34,00	No	1,00	0,00	0	
4	3,00	18,00	20,00	48,00	0,00	No	0,46	0,00	0	
5	0,70	19,00	21,00	0,00	35,00	No	1,00	0,00	0	
6	1,50	19,00	21,00	0,00	38,00	No	1,00	0,00	0	
7	1,00	19,00	21,00	0,00	40,00	No	1,00	0,00	0	
8	5,00	18,00	20,00	95,00	0,00	No	0,26	0,00	0	

CPT 01

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m³]	Peso Unità di volume Saturo [kN/m³]	c [kN/m²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	1,50	18,00	20,00	48,00	0,00	No	0,46	0,00	0	
2	2,50	19,00	21,00	0,00	37,00	No	1,00	0,00	0	
3	1,90	18,00	20,00	60,00	0,00	No	0,38	0,00	0	
4	2,90	18,00	20,00	30,00	0,00	No	0,66	0,00	0	
5	3,10	19,00	21,00	0,00	38,00	No	1,00	0,00	0	
6	5,00	18,00	20,00	75,00	0,00	No	0,31	0,00	0	

Carico limite

Stratigrafia	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/[kN/m²]	Peso palo [kN]	Carico limite punta [kN]	Carico limite [kN]	Attrito negativo [kN]	Carico limite orizzontale [kN]
A1+M1+R3	0,00	0,00	--	22,68	0,00	595,25	--	--
A1+M1+R3	0,00	0,00	--	22,68	0,00	595,25	--	--

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione: A1+M1+R3

Numero verticali di indagine 2

Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1,65

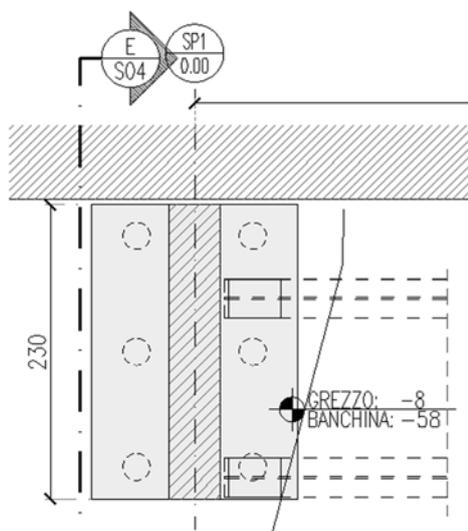
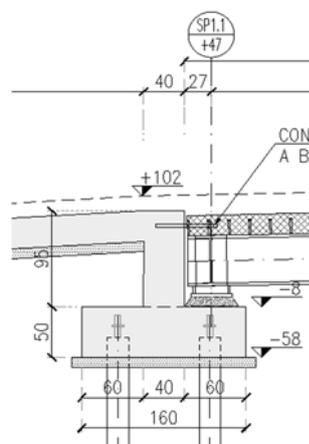
Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1,55

	Rc, Min [kN]	Rc, Media [kN]	Rc, Max [kN]
Verticale	595,25	595,25	595,25

 Coefficiente parziale resistenza caratteristica R3
 Resistenza di progetto 302,97 kN

6.5. Micropali spalle (SP1 e SP2)

Si utilizzano micropali iniettati ad alta pressione con barre autoperforanti cave a filettatura continua, diametro esterno 73mm e interno 56mm, in acciaio S355 con forza di snervamento – allungamento al 0.2% 830 kN (resistenza caratteristica 695kN). Il betoncino iniettato ad alta pressione deve avere resistenza caratteristica $f_{ck}=35$ N/mmq a 28 giorni.


Figura 17 -Pianta pali delle spalle di fondazione

Figura 18 - Sezione pali delle spalle di fondazione

6.5.1.Verifica micropalo

Micropalo

Descrizione	D250
Iniezione	
Pressione limite di iniezione	400,00 kN/m ²
Diametro di perforazione	0,22 m
Alfa	1,20
Diametro bulbo	0,26 m
Lunghezza bulbo	12,00 m
Lunghezza fusto	0,50 m
Calcestruzzo tipo	3
Acciaio tipo	1

SISMA

Accelerazione sismica	0,049
Coefficiente di intensità sismico [Kh]	0,0098
Coefficiente di intensità sismico [Kv]	0,0049

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,32	2,52	0,23
S.L.D.	75,0	0,39	2,53	0,27
S.L.V.	712,0	0,84	2,66	0,36
S.L.C.	1462,0	1,07	2,66	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,48	0,2	0,0098	0,0049
S.L.D.	0,585	0,2	0,0119	0,006
S.L.V.	1,26	0,2	0,0257	0,0128
S.L.C.	1,605	0,24	0,0393	0,0196

Archivio materiali
Conglomerati

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fed [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29960	20	11,33	1,01	2,21
2	C25/30	30	31475	25	14,16	1,14	2,56
3	C28/35	35	32308	28	15,86	1,26	2,76
4	C40/50	50	35220	40	22,66	1,63	3,5

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	200000	450	391,3	450	391,3	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	200000	450	391,3	540	450	.05	.04	1	0,5
3	S235H	210000	235	204,35	360	204,35	0,05	0,04	1	0,5
4	S275H	210000	275	239,13	430	239,13	0,05	0,04	1	0,5
5	S355H	210000	355	308,7	510	308,7	0,05	0,04	1	0,5

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto.. Vs: Velocità onde di taglio.

CPT 02

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m ³]	Peso Unità di volume Saturo [kN/m ³]	c [kN/m ²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m ²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	0,40	18,00	20,00	0,01	38,00	No	1,00	0,00	0	
2	3,00	19,00	21,00	55,00	0,00	No	0,41	0,00	0	
3	2,00	18,00	20,00	0,01	38,00	No	1,00	0,00	0	
4	3,00	19,00	21,00	50,00	0,00	No	0,45	0,00	0	
5	3,00	18,00	20,00	0,01	35,00	No	1,00	0,00	0	
6	4,00	19,00	21,00	95,00	0,00	No	0,26	0,00	0	
7	2,00	18,00	20,00	0,01	38,00	No	1,00	0,00	0	

CPT 01

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m ³]	Peso Unità di volume Saturo [kN/m ³]	c [kN/m ²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m ²]	Vs [m/s]	Descrizione litologica
1	2,00	19,00	21,00	0,00	35,00	No	1,00	0,00	0	

2	0,80	18,00	20,00	50,00	0,00	No	0,45	0,00	0
3	2,00	19,00	21,00	0,01	37,00	No	1,00	0,00	0
4	2,00	18,00	20,00	60,00	0,00	No	0,38	0,00	0
5	1,00	18,00	20,00	30,00	0,00	No	0,66	0,00	0
6	2,00	18,00	20,00	50,00	0,00	No	0,45	0,00	0
7	3,00	19,00	21,00	0,01	38,00	No	1,00	0,00	0
8	2,00	18,00	20,00	80,00	0,00	No	0,29	0,00	0

Carico limite

Stratigrafia	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/[kN/m²]	Peso palo [kN]	Carico limite punta [kN]	Carico limite [kN]	Attrito negativo [kN]	Carico limite orizzontale [kN]
A1+M1+R3	0,00	0,00	--	19,52	0,00	510,13	--	--
A1+M1+R3	0,00	0,00	--	19,52	0,00	510,13	--	--

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI

 Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione: **A1+M1+R3**

 Numero verticali di indagine **2**
 Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) **1,65**
 Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) **1,55**

	Rc, Min [kN]	Rc, Media [kN]	Rc, Max [kN]
Base	--	--	--
Verticale	510,13	510,13	510,13

 Coefficiente parziale resistenza caratteristica **R3**
 Resistenza di progetto **259,61 kN**

7. VERIFICHE IMPALCATO

7.1. Travi a sezione mista acciaio-cl

Criteri di calcolo delle sollecitazioni e di verifica.

Il comportamento di questa tipologia di trave viene schematizzato con un modello a trave continua su più appoggi, deformabile sia a flessione che a taglio.

La struttura viene analizzata sia in fase iniziale che in fase finale a fenomeni lenti esauriti.

L'effetto del ritiro e della viscosità vengono valutati sulla base di condizioni di equilibrio e congruenza. Vengono valutate le sollecitazioni che riportano la sezione alla congruenza, per poi applicarle, cambiate di segno, a tutta la sezione, per il ripristino dell'equilibrio. Le tensioni così ricavate vengono sovrapposte a quelle dovute al peso proprio ed ai carichi esterni applicati.

 La viscosità della soletta in c.a. viene presa in conto utilizzando per la fase finale un modulo elastico longitudinale del calcestruzzo $E_{c^*} = E_c / (1 + \eta)$ ove η è il valore finale del coefficiente di viscosità.

La trave in acciaio può non essere puntellata durante il getto. In questo caso l'intero peso proprio viene affidato alla sola trave in acciaio.

Sulla sezione mista acciaio-calcestruzzo gravano i carichi permanenti aggiunti ed i carichi variabili.

Il solutore analizza tutte le possibili alternanze dei carichi variabili e le verifiche vengono condotte utilizzando gli involuipi di sollecitazioni e spostamenti.

Le verifiche delle tensioni e dei dispositivi di collegamento vengono eseguite in accordo alla CNR 10016, oppure all'Eurocodice 4. Nel caso di tensioni ammissibili, le tensioni dei materiali vengono confrontate con quelle ammissibili,

mentre per i connettori viene confrontato il taglio da assorbire con la resistenza a taglio di calcolo valutata secondo la CNR 10016, opportunamente ridotto di un fattore 1.5. La verifica delle connessioni è completata dalla verifica a taglio della soletta. La resistenza a taglio in assenza di armature trasversali è assunta corrispondente ad una tensione $\text{ved} = 0.4 \cdot \text{fctd}$. Per la modalità di valutazione della efficacia della armatura trasversale nel caso di connettori a pioli si fa riferimento a EC4 figura 6.15. Nel caso di connettori diversi dai pioli vengono considerate efficaci tutte le armature trasversali. Le verifiche delle bielle di calcestruzzo sono condotte secondo EC2 6.2.4 o secondo NTC08 C4.3.4.3.5.

Il calcolo delle sollecitazioni e delle tensioni viene condotto nell'ipotesi di comportamento lineare dei materiali.

Simboli usati nella verifica delle sezioni in c.a metodo DM 14-01-08

x	distanza da sinistra della sezione di verifica
Asup	area di acciaio efficace superiore
cs	distanza tra baricentro delle armature superiori e bordo della sezione
Ainf	area di acciaio efficace inferiore
ci	distanza tra baricentro delle armature inferiori e bordo della sezione
Mela	momento flettente derivante dal calcolo elastico lineare
MEd	momento di calcolo (a seguito di traslazione ed eventuale redistribuzione)
MRd	momento ultimo
x/d	rapporto tra altezza dell'asse neutro ed altezza utile
Ast	area di staffatura (cmq/cm)
Afp+	area di staffatura equivalente per taglio positivo fornita dai sagomati
Afp-	area di staffatura equivalente per taglio negativo fornita dai sagomati
VRcd	taglio che produce la rottura delle bielle compresse di calcestruzzo
Vod	taglio di verifica della sezione (per travi con sezione di altezza variabile in campata)
VEd	taglio di calcolo (comprende l'effetto della variabilità della sezione)
VEd.rid	taglio di calcolo ridotto secondo EC2 6.2.3 (5) o secondo EC2 6.2.2 (6) o secondo EC2 6.2.1 (8)
VRd	resistenza a taglio della sezione priva di armatura a taglio
VRsd	resistenza a taglio della sezione prodotta dalla armatura a taglio
Mese.R	momento di esercizio in condizione rara
sc.R	tensione di compressione nel calcestruzzo in condizione rara
sf.R	tensione di trazione nell'acciaio in condizione rara
Mese.QP	momento di esercizio in condizione quasi permanente
sc.Qp	tensione di compressione nel calcestruzzo in condizione quasi permanente
srmi	intervallo tra le fessure al lembo inferiore
wkiR	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo inferiore in condizione rara
wkiF	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo inferiore in condizione frequente
wkiQP	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo inferiore in condizione quasi permanente
srms	intervallo tra le fessure al lembo superiore
wksR	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo superiore in condizione rara
wksF	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo superiore in condizione frequente
wksQP	ampiezza caratteristica delle fessure al lembo superiore in condizione quasi permanente
fg.R	freccia con calcestruzzo interamente reagente in condizione rara
ff.R	freccia con calcestruzzo fessurato in condizione rara
fg.QP	freccia con calcestruzzo interamente reagente in condizione quasi permanente
ff.Qp	freccia con calcestruzzo fessurato in condizione quasi permanente
f.QPcreep	freccia con calcestruzzo fessurato in condizione quasi permanente a viscosità esaurita
f.max	cedimento massimo (per suolo elastico positivo se di abbassamento)
teta	inclinazione delle bielle compresse del traliccio rispetto all'asse della trave (rad)
st.max	pressione massima sul terreno (per suolo elastico positiva se di pressione)
f.min	cedimento minimo (per suolo elastico positivo se di abbassamento)
st.min	pressione minima sul terreno (per suolo elastico positiva se di pressione)

Simboli generali usati per le travi in acciaio

Jx	=momento d'inerzia secondo l'asse x baricentrico (orizzontale) del profilo
Wx	=modulo di resistenza elastico secondo l'asse x baricentrico (orizzontale) del profilo
Wplx	=modulo di resistenza plastico secondo l'asse x baricentrico (orizzontale) del profilo
At	=area di taglio del profilo
gamma	=peso specifico
E	=modulo di elasticità assiale
ni	=coefficiente di Poisson
X	=ascissa lungo l'asse della trave

Simboli usati nella verifica delle sezioni in acciaio metodo DM 2008

Gamma M0 = coefficiente di sicurezza del materiale per resistenza
Gamma M1 = coefficiente di sicurezza del materiale per svergolamento
Fy sp<=40mm = tensione di snervamento per spessore minore od uguale di 40 mm
Fy sp>40mm = tensione di snervamento per spessore maggiore di 40 mm
Fy eff = tensione di snervamento efficace del materiale del profilo tale da modificare il parametro epsilon=(235/fy)0.5 in modo da riportare i rapporti lunghezza spessore dei piatti costituenti la sezione nei limiti della classe 3
MEd = momento flettente di calcolo (resistenza)
Mc,Rd = momento flettente resistente (resistenza)
Classe = classe della sezione (resistenza)
Ro = rapporto di taglio
VEd = taglio di calcolo
Vc,Rd = taglio resistente
MEd.sv = momento flettente di calcolo (svergolamento)
Mb,Rd.sv = momento flettente resistente (svergolamento)
Classe.sv = classe della sezione (svergolamento)
Chi = parametro per verifica a svergolamento
Lambda.ad = snellezza adimensionale per verifica a svergolamento
f qp = freccia (combinazione quasi-permanente)
L/f qp= rapporto luce/freccia (combinazione quasi-permanente)
f ra = freccia (combinazione rara)
L/f ra= rapporto luce/freccia (combinazione rara)
f fr = freccia (combinazione frequente)
L/f fr= rapporto luce/freccia (combinazione frequente)

Simboli generali usati per le travi miste in acciaio-cls

ID = Identificativo numerico univoco
Nome = Nome attribuito alla sezione mista acciaio calcestruzzo
Profilo = Nome del profilo impiegato nella sezione mista
Ap = Area del profilo metallico
Jx,p = Inerzia del profilo metallico
Wp = Momento resistente del profilo metallico
Wpl,p = Momento resistente plastico del profilo metallico
At,p = Area a taglio del profilo metallico
Bs = Larghezza della soletta
Ss = Spessore della soletta
Bas = Spessore dell'anima della soletta
Has = Altezza dell'anima della soletta
Sva = Dimensione dello svaso d'anima della soletta
np = Numero di profili metallici a sostegno della soletta

Simboli usati nella verifica delle sezioni miste in acciaio-cls

A = Campo di connettori in prossimità dell'appoggio sinistro
B = Campo di connettori nella zona centrale della campata
C = Campo di connettori in prossimità dell'appoggio destro
Passo = Passo dei connettori
X = Ascissa in cm misurata dal bordo sinistro della travatura
T soletta = Taglio resistente della soletta in c.a. nel funzionamento trasversale
T+ = Taglio da assorbire positivo
Tr+ connessione = Taglio resistente positivo del connettore
T- = Taglio da assorbire negativo
Tr- connessione = Taglio resistente negativo del connettore
cls = Riferito alla soletta in calcestruzzo
f.qp = Freccia in combinazione quasi permanente
f.ra = Freccia in combinazione rara
f.fr = Freccia in combinazione frequente
S.cls,max = Tensione massima sulla soletta di calcestruzzo
S.arm.,max = Tensione massima sulle barri di armatura
S.prof.,n,max = Tensione normale massima sul profilo metallico
S.prof.,id,max = Tensione ideale massima sul profilo metallico



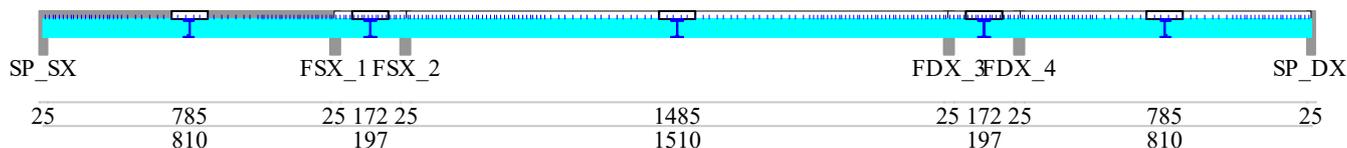
Trave continua mista acciaio-calcestruzzo, valori in daN cm.

Metodo di calcolo: stati limite EC4. Analisi lineare elastica, connessione a totale ripristino di resistenza.

Trave in acciaio autoportante

Peso proprio valutato automaticamente

Geometria



Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo Rck=300

Coefficiente di viscosità del cls a tempo iniziale 1.5

Coefficiente di viscosità del cls a tempo infinito 3

Deformazione da ritiro del cls -0.0004

FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE PROPRIETA' DEI MATERIALI

Gamma s (fattore di sicurezza parziale dell'acciaio da armatura) 1.15

Gamma c (fattore di sicurezza parziale del calcestruzzo) 1.50

Gamma A (fattore di sicurezza parziale dell'acciaio da carpenteria) 1.05

Gamma v (fattore di sicurezza parziale delle connessioni) 1.25

FATTORI DI SICUREZZA PARZIALI PER LE AZIONI

Gamma G1 inf. (pesi struttura, effetto favorevole) 1.00

Gamma G1 sup. (pesi struttura, effetto sfavorevole) 1.30

Gamma G2 inf. (permanenti portati, effetto favorevole) 0.00

Gamma G2 sup. (permanenti portati, effetto sfavorevole) 1.50

Gamma Q inf. (azioni variabili, effetto favorevole) 0.00

Gamma Q sup. (azioni variabili, effetto sfavorevole) 1.50

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI VARIABILI PER STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Combinazioni rare 1.00

Combinazioni frequenti 0.50

Combinazioni quasi permanenti 0.30

GEOMETRIA DELLE SEZIONI INIZIALI

Sezioni

ID	Nome Profilo	Ap	Jx,p	W,p	Wpl,p	At,p	Bs	Ss	Bas	Has	Sva np
1	0x0-HEB500 HEB500	239	107357	4294	4823	64	100.0	20.0	0.0	0.0	0.0 1

DATI GENERALI

Dati della connessione:

Connessione a pioli saldati

Ø19-h=180 mm n° pioli per fila = 2

Resistenza a rottura dell'acciaio del piolo fyk=4300

Armatura della soletta:

rete superiore: Ø8/20 copriferro 5

rete inferiore: Ø8/20 copriferro 5

longitudinali anima: 4Ø16 copriferro 5

trasversali anima: Ø12/20

Tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio fyk=4500

DISTRIBUZIONE DELLE CONNESSIONI



	Campata	A Passo	B Passo	C Passo
campata n. 1	202	10	406	20
campata n. 2	49	10	99	10
campata n. 3	378	10	754	20
campata n. 4	49	10	99	10
campata n. 5	202	10	406	20

GEOMETRIA DELLE CAMPATE

	luce	sezione	altezza finale	Y asse
campata n. 1	810.0	1	70.0	0.00
campata n. 2	197.0	1	70.0	0.00
campata n. 3	1510.0	1	70.0	0.00
campata n. 4	197.0	1	70.0	0.00
campata n. 5	810.0	1	70.0	0.00

CARATTERISTICHE DEGLI APPOGGI

appoggio n.	nome	ampiezza	coeff. elastico	verticale
1	SP_SX	25.0	0.0000E+00	diretto
2	FSX_1	25.0	0.0000E+00	diretto
3	FSX_2	25.0	0.0000E+00	diretto
4	FDX_3	25.0	0.0000E+00	diretto
5	FDX_4	25.0	0.0000E+00	diretto
6	SP_DX	25.0	0.0000E+00	diretto

CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DEI PROFILI

	gamma	E	ni	Fy sp<=40mm	Fy sp>40mm
S355	0.0078500	2060000	0.300	3550.0	3350.0

AZIONI CARATTERISTICHE APPLICATE ALLA TRAVE

CAMPATA n.	peso della trave	carico uniforme	permanente struttura	permanente portato	variabile
1	6.87				
		2.00		0.00	20.00

CAMPATA n.	peso della trave	carico uniforme	permanente struttura	permanente portato	variabile
2	6.87				
		2.00		0.00	20.00

CAMPATA n.	peso della trave	carico uniforme	permanente struttura	permanente portato	variabile
3	6.87				
		2.00		0.00	20.00

CAMPATA n.	peso della trave	carico uniforme	permanente struttura	permanente portato	variabile
4	6.87				
		2.00		0.00	20.00

CAMPATA n.	peso della trave	carico uniforme	permanente struttura	permanente portato	variabile
5	6.87				
		2.00		0.00	20.00

Carichi del peso proprio

CAMPATA n. 1	peso della trave	6.87
CAMPATA n. 2	peso della trave	6.87
CAMPATA n. 3	peso della trave	6.87
CAMPATA n. 4	peso della trave	6.87
CAMPATA n. 5	peso della trave	6.87

Verifica a taglio delle connessioni

Campata	X Campo	Tr soletta	T+	Tr+ connettori	T-	Tr- connettori
---------	---------	------------	----	----------------	----	----------------



campata n. 1	5.0	A	3934	1654	14769	0	14769
campata n. 1	15.0	A	3934	1605	14769	0	14769
campata n. 1	25.0	A	3934	1556	14769	0	14769
campata n. 1	35.0	A	3934	1508	14769	0	14769
campata n. 1	45.0	A	3934	1459	14769	0	14769
campata n. 1	55.0	A	3934	1410	14769	0	14769
campata n. 1	65.0	A	3934	1361	14769	0	14769
campata n. 1	75.0	A	3934	1313	14769	0	14769
campata n. 1	85.0	A	3934	1264	14769	0	14769
campata n. 1	95.0	A	3934	1215	14769	0	14769
campata n. 1	105.0	A	3934	1166	14769	0	14769
campata n. 1	115.0	A	3934	1118	14769	0	14769
campata n. 1	125.0	A	3934	1069	14769	0	14769
campata n. 1	135.0	A	3934	1020	14769	0	14769
campata n. 1	145.0	A	3934	971	14769	0	14769
campata n. 1	155.0	A	3934	923	14769	0	14769
campata n. 1	165.0	A	3934	874	14769	0	14769
campata n. 1	175.0	A	3934	825	14769	0	14769
campata n. 1	185.0	A	3934	777	14769	0	14769
campata n. 1	195.0	A	3934	728	14769	0	14769
campata n. 1	205.0	A	3934	679	14769	0	14769
campata n. 1	215.0	A	5901	927	14769	0	14769
campata n. 1	235.0	B	7868	1166	14769	0	14769
campata n. 1	255.0	B	7868	953	14769	0	14769
campata n. 1	275.0	B	7868	740	14769	0	14769
campata n. 1	295.0	B	7868	527	14769	0	14769
campata n. 1	315.0	B	7868	320	14769	0	14769
campata n. 1	335.0	B	7868	220	14769	-126	14769
campata n. 1	355.0	B	7868	207	14769	-340	14769
campata n. 1	375.0	B	7868	194	14769	-553	14769
campata n. 1	395.0	B	7868	181	14769	-766	14769
campata n. 1	415.0	B	7868	168	14769	-980	14769
campata n. 1	435.0	B	7868	155	14769	-1193	14769
campata n. 1	455.0	B	7868	142	14769	-1406	14769
campata n. 1	475.0	B	7868	129	14769	-1619	14769
campata n. 1	495.0	B	7868	115	14769	-1833	14769
campata n. 1	515.0	B	7868	102	14769	-2046	14769
campata n. 1	535.0	B	7868	89	14769	-2259	14769
campata n. 1	555.0	B	7868	76	14769	-2473	14769
campata n. 1	575.0	B	7868	63	14769	-2686	14769
campata n. 1	595.0	C	5901	37	14769	-2054	14769
campata n. 1	605.0	C	3934	21	14769	-1433	14769
campata n. 1	615.0	C	3934	18	14769	-1484	14769
campata n. 1	625.0	C	3934	14	14769	-1534	14769
campata n. 1	635.0	C	3934	11	14769	-1585	14769
campata n. 1	645.0	C	3934	8	14769	-1636	14769
campata n. 1	655.0	C	3934	5	14769	-1687	14769
campata n. 1	665.0	C	3934	2	14769	-1738	14769
campata n. 1	675.0	C	3934	0	14769	-1789	14769
campata n. 1	685.0	C	3934	0	14769	-1839	14769
campata n. 1	695.0	C	3934	0	14769	-1890	14769
campata n. 1	705.0	C	3934	0	14769	-1941	14769
campata n. 1	715.0	C	3934	0	14769	-1992	14769
campata n. 1	725.0	C	3934	0	14769	-2043	14769
campata n. 1	735.0	C	3934	0	14769	-2094	14769
campata n. 1	745.0	C	3934	0	14769	-2144	14769
campata n. 1	755.0	C	3934	0	14769	-2195	14769
campata n. 1	765.0	C	3934	0	14769	-2246	14769
campata n. 1	775.0	C	3934	0	14769	-2297	14769
campata n. 1	785.0	C	3934	0	14769	-2348	14769
campata n. 1	795.0	C	3934	0	14769	-2399	14769
campata n. 1	805.0	C	3934	0	14769	0	14769
campata n. 2	813.5	A	3344	1537	14769	-3715	14769 ***
campata n. 2	823.5	A	3934	1766	14769	-4373	14769 ***
campata n. 2	833.5	A	3934	1721	14769	-4376	14769 ***
campata n. 2	843.5	A	3934	1675	14769	-4379	14769 ***
campata n. 2	853.5	A	3934	1630	14769	-4382	14769 ***
campata n. 2	863.5	A	3934	1584	14769	-4385	14769 ***
campata n. 2	873.5	B	3934	1567	14769	-4466	14769 ***
campata n. 2	883.5	B	3934	1520	14769	-4469	14769 ***
campata n. 2	893.5	B	3934	1474	14769	-4472	14769 ***
campata n. 2	903.5	B	3934	1428	14769	-4475	14769 ***



campata n. 2	913.5	B	3934	1399	14769	-4495	14769	***
campata n. 2	923.5	B	3934	1395	14769	-4540	14769	***
campata n. 2	933.5	B	3934	1392	14769	-4586	14769	***
campata n. 2	943.5	B	3934	1389	14769	-4632	14769	***
campata n. 2	953.5	C	3934	1386	14769	-4679	14769	***
campata n. 2	963.5	C	3934	1383	14769	-4725	14769	***
campata n. 2	973.5	C	3934	1381	14769	-4771	14769	***
campata n. 2	983.5	C	3934	1378	14769	-4817	14769	***
campata n. 2	993.5	C	3934	1375	14769	-4864	14769	***
campata n. 2	1003.5	C	3344	1166	14769	-4170	14769	***
campata n. 3	1012.0	A	3934	3911	14769	0	14769	
campata n. 3	1022.0	A	3934	3859	14769	0	14769	
campata n. 3	1032.0	A	3934	3807	14769	0	14769	
campata n. 3	1042.0	A	3934	3755	14769	0	14769	
campata n. 3	1052.0	A	3934	3704	14769	0	14769	
campata n. 3	1062.0	A	3934	3652	14769	0	14769	
campata n. 3	1072.0	A	3934	3600	14769	0	14769	
campata n. 3	1082.0	A	3934	3548	14769	0	14769	
campata n. 3	1092.0	A	3934	3496	14769	0	14769	
campata n. 3	1102.0	A	3934	3445	14769	0	14769	
campata n. 3	1112.0	A	3934	3393	14769	0	14769	
campata n. 3	1122.0	A	3934	3341	14769	0	14769	
campata n. 3	1132.0	A	3934	3289	14769	0	14769	
campata n. 3	1142.0	A	3934	3237	14769	0	14769	
campata n. 3	1152.0	A	3934	3186	14769	0	14769	
campata n. 3	1162.0	A	3934	3134	14769	0	14769	
campata n. 3	1172.0	A	3934	3082	14769	0	14769	
campata n. 3	1182.0	A	3934	3030	14769	0	14769	
campata n. 3	1192.0	A	3934	2978	14769	0	14769	
campata n. 3	1202.0	A	3934	2927	14769	0	14769	
campata n. 3	1212.0	A	3934	2875	14769	0	14769	
campata n. 3	1222.0	A	3934	2823	14769	0	14769	
campata n. 3	1232.0	A	3934	2771	14769	0	14769	
campata n. 3	1242.0	A	3934	2719	14769	0	14769	
campata n. 3	1252.0	A	3934	2667	14769	0	14769	
campata n. 3	1262.0	A	3934	2616	14769	0	14769	
campata n. 3	1272.0	A	3934	2564	14769	0	14769	
campata n. 3	1282.0	A	3934	2512	14769	0	14769	
campata n. 3	1292.0	A	3934	2460	14769	0	14769	
campata n. 3	1302.0	A	3934	2408	14769	0	14769	
campata n. 3	1312.0	A	3934	2357	14769	0	14769	
campata n. 3	1322.0	A	3934	2305	14769	0	14769	
campata n. 3	1332.0	A	3934	2253	14769	0	14769	
campata n. 3	1342.0	A	3934	2201	14769	0	14769	
campata n. 3	1352.0	A	3934	2149	14769	0	14769	
campata n. 3	1362.0	A	3934	2098	14769	0	14769	
campata n. 3	1372.0	A	3934	2046	14769	0	14769	
campata n. 3	1382.0	A	3934	1994	14769	0	14769	
campata n. 3	1392.0	A	5901	2894	14769	0	14769	
campata n. 3	1412.0	B	7868	3785	14769	0	14769	
campata n. 3	1432.0	B	7868	3572	14769	0	14769	
campata n. 3	1452.0	B	7868	3358	14769	0	14769	
campata n. 3	1472.0	B	7868	3145	14769	0	14769	
campata n. 3	1492.0	B	7868	2932	14769	0	14769	
campata n. 3	1512.0	B	7868	2718	14769	0	14769	
campata n. 3	1532.0	B	7868	2505	14769	0	14769	
campata n. 3	1552.0	B	7868	2292	14769	0	14769	
campata n. 3	1572.0	B	7868	2078	14769	0	14769	
campata n. 3	1592.0	B	7868	1865	14769	0	14769	
campata n. 3	1612.0	B	7868	1652	14769	0	14769	
campata n. 3	1632.0	B	7868	1438	14769	0	14769	
campata n. 3	1652.0	B	7868	1225	14769	0	14769	
campata n. 3	1672.0	B	7868	1012	14769	0	14769	
campata n. 3	1692.0	B	7868	798	14769	-6	14769	
campata n. 3	1712.0	B	7868	585	14769	-19	14769	
campata n. 3	1732.0	B	7868	372	14769	-32	14769	
campata n. 3	1752.0	B	7868	158	14769	-45	14769	
campata n. 3	1772.0	B	7868	45	14769	-158	14769	
campata n. 3	1792.0	B	7868	32	14769	-372	14769	
campata n. 3	1812.0	B	7868	19	14769	-585	14769	
campata n. 3	1832.0	B	7868	6	14769	-798	14769	
campata n. 3	1852.0	B	7868	0	14769	-1012	14769	



campata n. 3 1872.0	B	7868	0	14769	-1225	14769
campata n. 3 1892.0	B	7868	0	14769	-1438	14769
campata n. 3 1912.0	B	7868	0	14769	-1652	14769
campata n. 3 1932.0	B	7868	0	14769	-1865	14769
campata n. 3 1952.0	B	7868	0	14769	-2078	14769
campata n. 3 1972.0	B	7868	0	14769	-2292	14769
campata n. 3 1992.0	B	7868	0	14769	-2505	14769
campata n. 3 2012.0	B	7868	0	14769	-2718	14769
campata n. 3 2032.0	B	7868	0	14769	-2932	14769
campata n. 3 2052.0	B	7868	0	14769	-3145	14769
campata n. 3 2072.0	B	7868	0	14769	-3358	14769
campata n. 3 2092.0	B	7868	0	14769	-3572	14769
campata n. 3 2112.0	B	7868	0	14769	-3785	14769
campata n. 3 2132.0	C	5901	0	14769	-2894	14769
campata n. 3 2142.0	C	3934	0	14769	-1994	14769
campata n. 3 2152.0	C	3934	0	14769	-2046	14769
campata n. 3 2162.0	C	3934	0	14769	-2098	14769
campata n. 3 2172.0	C	3934	0	14769	-2149	14769
campata n. 3 2182.0	C	3934	0	14769	-2201	14769
campata n. 3 2192.0	C	3934	0	14769	-2253	14769
campata n. 3 2202.0	C	3934	0	14769	-2305	14769
campata n. 3 2212.0	C	3934	0	14769	-2357	14769
campata n. 3 2222.0	C	3934	0	14769	-2408	14769
campata n. 3 2232.0	C	3934	0	14769	-2460	14769
campata n. 3 2242.0	C	3934	0	14769	-2512	14769
campata n. 3 2252.0	C	3934	0	14769	-2564	14769
campata n. 3 2262.0	C	3934	0	14769	-2616	14769
campata n. 3 2272.0	C	3934	0	14769	-2667	14769
campata n. 3 2282.0	C	3934	0	14769	-2719	14769
campata n. 3 2292.0	C	3934	0	14769	-2771	14769
campata n. 3 2302.0	C	3934	0	14769	-2823	14769
campata n. 3 2312.0	C	3934	0	14769	-2875	14769
campata n. 3 2322.0	C	3934	0	14769	-2927	14769
campata n. 3 2332.0	C	3934	0	14769	-2978	14769
campata n. 3 2342.0	C	3934	0	14769	-3030	14769
campata n. 3 2352.0	C	3934	0	14769	-3082	14769
campata n. 3 2362.0	C	3934	0	14769	-3134	14769
campata n. 3 2372.0	C	3934	0	14769	-3186	14769
campata n. 3 2382.0	C	3934	0	14769	-3237	14769
campata n. 3 2392.0	C	3934	0	14769	-3289	14769
campata n. 3 2402.0	C	3934	0	14769	-3341	14769
campata n. 3 2412.0	C	3934	0	14769	-3393	14769
campata n. 3 2422.0	C	3934	0	14769	-3445	14769
campata n. 3 2432.0	C	3934	0	14769	-3496	14769
campata n. 3 2442.0	C	3934	0	14769	-3548	14769
campata n. 3 2452.0	C	3934	0	14769	-3600	14769
campata n. 3 2462.0	C	3934	0	14769	-3652	14769
campata n. 3 2472.0	C	3934	0	14769	-3704	14769
campata n. 3 2482.0	C	3934	0	14769	-3755	14769
campata n. 3 2492.0	C	3934	0	14769	-3807	14769
campata n. 3 2502.0	C	3934	0	14769	-3859	14769
campata n. 3 2512.0	C	3934	0	14769	-3911	14769
campata n. 4 2520.5	A	3344	4170	14769	-1166	14769 ***
campata n. 4 2530.5	A	3934	4864	14769	-1375	14769 ***
campata n. 4 2540.5	A	3934	4817	14769	-1378	14769 ***
campata n. 4 2550.5	A	3934	4771	14769	-1381	14769 ***
campata n. 4 2560.5	A	3934	4725	14769	-1383	14769 ***
campata n. 4 2570.5	A	3934	4679	14769	-1386	14769 ***
campata n. 4 2580.5	B	3934	4632	14769	-1389	14769 ***
campata n. 4 2590.5	B	3934	4586	14769	-1392	14769 ***
campata n. 4 2600.5	B	3934	4540	14769	-1395	14769 ***
campata n. 4 2610.5	B	3934	4495	14769	-1399	14769 ***
campata n. 4 2620.5	B	3934	4475	14769	-1428	14769 ***
campata n. 4 2630.5	B	3934	4472	14769	-1474	14769 ***
campata n. 4 2640.5	B	3934	4469	14769	-1520	14769 ***
campata n. 4 2650.5	B	3934	4466	14769	-1567	14769 ***
campata n. 4 2660.5	C	3934	4385	14769	-1584	14769 ***
campata n. 4 2670.5	C	3934	4382	14769	-1630	14769 ***
campata n. 4 2680.5	C	3934	4379	14769	-1675	14769 ***
campata n. 4 2690.5	C	3934	4376	14769	-1721	14769 ***
campata n. 4 2700.5	C	3934	4373	14769	-1766	14769 ***
campata n. 4 2710.5	C	3344	3715	14769	-1537	14769 ***



campata n. 5 2719.0	A	3934	2449	14769	0	14769
campata n. 5 2729.0	A	3934	2399	14769	0	14769
campata n. 5 2739.0	A	3934	2348	14769	0	14769
campata n. 5 2749.0	A	3934	2297	14769	0	14769
campata n. 5 2759.0	A	3934	2246	14769	0	14769
campata n. 5 2769.0	A	3934	2195	14769	0	14769
campata n. 5 2779.0	A	3934	2144	14769	0	14769
campata n. 5 2789.0	A	3934	2094	14769	0	14769
campata n. 5 2799.0	A	3934	2043	14769	0	14769
campata n. 5 2809.0	A	3934	1992	14769	0	14769
campata n. 5 2819.0	A	3934	1941	14769	0	14769
campata n. 5 2829.0	A	3934	1890	14769	0	14769
campata n. 5 2839.0	A	3934	1839	14769	0	14769
campata n. 5 2849.0	A	3934	1789	14769	0	14769
campata n. 5 2859.0	A	3934	1738	14769	-2	14769
campata n. 5 2869.0	A	3934	1687	14769	-5	14769
campata n. 5 2879.0	A	3934	1636	14769	-8	14769
campata n. 5 2889.0	A	3934	1585	14769	-11	14769
campata n. 5 2899.0	A	3934	1534	14769	-14	14769
campata n. 5 2909.0	A	3934	1484	14769	-18	14769
campata n. 5 2919.0	A	3934	1433	14769	-21	14769
campata n. 5 2929.0	A	5901	2054	14769	-37	14769
campata n. 5 2949.0	B	7868	2686	14769	-63	14769
campata n. 5 2969.0	B	7868	2473	14769	-76	14769
campata n. 5 2989.0	B	7868	2259	14769	-89	14769
campata n. 5 3009.0	B	7868	2046	14769	-102	14769
campata n. 5 3029.0	B	7868	1833	14769	-115	14769
campata n. 5 3049.0	B	7868	1619	14769	-129	14769
campata n. 5 3069.0	B	7868	1406	14769	-142	14769
campata n. 5 3089.0	B	7868	1193	14769	-155	14769
campata n. 5 3109.0	B	7868	980	14769	-168	14769
campata n. 5 3129.0	B	7868	766	14769	-181	14769
campata n. 5 3149.0	B	7868	553	14769	-194	14769
campata n. 5 3169.0	B	7868	340	14769	-207	14769
campata n. 5 3189.0	B	7868	126	14769	-220	14769
campata n. 5 3209.0	B	7868	0	14769	-320	14769
campata n. 5 3229.0	B	7868	0	14769	-527	14769
campata n. 5 3249.0	B	7868	0	14769	-740	14769
campata n. 5 3269.0	B	7868	0	14769	-953	14769
campata n. 5 3289.0	B	7868	0	14769	-1166	14769
campata n. 5 3309.0	C	5901	0	14769	-927	14769
campata n. 5 3319.0	C	3934	0	14769	-679	14769
campata n. 5 3329.0	C	3934	0	14769	-728	14769
campata n. 5 3339.0	C	3934	0	14769	-777	14769
campata n. 5 3349.0	C	3934	0	14769	-825	14769
campata n. 5 3359.0	C	3934	0	14769	-874	14769
campata n. 5 3369.0	C	3934	0	14769	-923	14769
campata n. 5 3379.0	C	3934	0	14769	-971	14769
campata n. 5 3389.0	C	3934	0	14769	-1020	14769
campata n. 5 3399.0	C	3934	0	14769	-1069	14769
campata n. 5 3409.0	C	3934	0	14769	-1118	14769
campata n. 5 3419.0	C	3934	0	14769	-1166	14769
campata n. 5 3429.0	C	3934	0	14769	-1215	14769
campata n. 5 3439.0	C	3934	0	14769	-1264	14769
campata n. 5 3449.0	C	3934	0	14769	-1313	14769
campata n. 5 3459.0	C	3934	0	14769	-1361	14769
campata n. 5 3469.0	C	3934	0	14769	-1410	14769
campata n. 5 3479.0	C	3934	0	14769	-1459	14769
campata n. 5 3489.0	C	3934	0	14769	-1508	14769
campata n. 5 3499.0	C	3934	0	14769	-1556	14769
campata n. 5 3509.0	C	3934	0	14769	-1605	14769
campata n. 5 3519.0	C	3934	0	14769	-1654	14769

Verifica delle tensioni complessive a tempo iniziale daN/cm²

campata n. 1	X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
	0	0.0	0.0	0.0	384.59	222.04
	54	-9.3	-50.4	127.3	326.31	187.20
	108	-15.6	-83.9	230.6	272.76	152.36
	162	-19.7	-105.3	311.1	311.11	117.52
	216	-22.4	-118.9	370.1	370.11	82.67
	270	-24.8	-131.6	409.7	409.72	47.83



324	-26.0	-137.5	428.2	428.16	13.47
378	-25.8	-136.7	425.4	425.44	32.58
432	-24.4	-129.1	401.6	401.55	67.43
486	-21.6	-114.7	356.5	356.50	102.27
540	-17.6	-93.5	290.3	290.28	137.11
594	-12.4	-65.5	202.9	304.61	171.95
648	-6.3	-33.4	97.9	359.53	206.79
702	-6.6	221.6	-156.5	419.65	241.64
756	-6.8	470.1	-362.8	479.80	276.48
810	-7.0	762.7	-599.5	599.53	311.32

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-26.04	351	762.72	810	-599.53	311.32	810	599.53	810

campata n. 2

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
810	-9.2	774.1	-602.2	970.27	559.99
823	-0.6	717.1	-580.2	973.81	562.22
836	0.0	764.7	-625.7	977.68	564.45
849	0.0	860.4	-702.7	981.55	566.68
863	0.0	956.3	-780.0	985.42	568.92
876	0.0	1052.2	-857.8	989.29	571.15
889	0.0	1148.3	-936.0	993.16	573.38
902	0.0	1244.6	-1014.7	1014.71	575.61
915	0.0	1340.9	-1093.8	1093.82	580.35
928	0.0	1437.4	-1173.4	1173.37	588.82
941	0.0	1534.0	-1253.4	1253.36	597.30
954	0.0	1630.7	-1333.8	1333.78	605.77
968	0.0	1727.5	-1414.7	1414.65	614.25
981	0.0	1824.5	-1496.0	1495.95	622.72
994	0.0	1921.8	-1577.9	1577.88	631.19
1007	0.0	2078.0	-1698.0	1698.01	639.67

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-9.22	810	2078.02	1007	-1698.01	639.67	1007	1698.01	1007

campata n. 3

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
1007	0.0	2017.9	-1683.7	1683.73	489.60
1108	0.0	1207.9	-1004.9	1004.92	424.65
1208	-0.6	512.8	-422.6	623.06	359.70
1309	-4.6	-24.7	72.9	511.05	294.74
1410	-22.1	-117.3	364.4	414.13	229.79
1510	-35.4	-187.4	583.5	583.50	164.84
1611	-44.3	-234.5	730.6	730.61	99.89
1712	-48.7	-258.1	804.2	804.17	34.93
1812	-48.7	-258.1	804.2	804.17	34.93
1913	-44.3	-234.5	730.6	730.61	99.89
2014	-35.4	-187.4	583.5	583.50	164.84
2114	-22.1	-117.3	364.4	414.13	229.79
2215	-4.6	-24.7	72.9	511.05	294.74
2316	-0.6	512.8	-422.6	623.06	359.70
2416	0.0	1207.9	-1004.9	1004.92	424.65
2517	0.0	2017.9	-1683.7	1683.73	489.60

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-49.27	1762	2017.87	2517	-1683.73	489.60	2517	1683.73	2517

campata n. 4

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
2517	0.0	2078.0	-1698.0	1698.01	639.67
2530	0.0	1921.8	-1577.9	1577.88	631.19
2543	0.0	1824.5	-1496.0	1495.95	622.72
2556	0.0	1727.5	-1414.7	1414.65	614.25
2570	0.0	1630.7	-1333.8	1333.78	605.77
2583	0.0	1534.0	-1253.4	1253.36	597.30
2596	0.0	1437.4	-1173.4	1173.37	588.82
2609	0.0	1340.9	-1093.8	1093.82	580.35
2622	0.0	1244.6	-1014.7	1014.71	575.61
2635	0.0	1148.3	-936.0	993.16	573.38
2648	0.0	1052.2	-857.8	989.29	571.15
2661	0.0	956.3	-780.0	985.42	568.92



2675	0.0	860.4	-702.7	981.55	566.68
2688	0.0	764.7	-625.7	977.68	564.45
2701	-0.6	717.1	-580.2	973.81	562.22
2714	-9.2	774.1	-602.2	970.27	559.99

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-9.22	2714	2078.02	2517	-1698.01	639.67	2517	1698.01	2517

campata n. 5

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
2714	-7.0	762.7	-599.5	599.53	311.32
2768	-6.8	470.1	-362.8	479.80	276.48
2822	-6.6	221.6	-156.5	419.65	241.64
2876	-6.3	-33.4	97.9	359.53	206.79
2930	-12.4	-65.5	202.9	304.61	171.95
2984	-17.6	-93.5	290.3	290.28	137.11
3038	-21.6	-114.7	356.5	356.50	102.27
3092	-24.4	-129.1	401.6	401.55	67.43
3146	-25.8	-136.7	425.4	425.44	32.58
3200	-26.0	-137.5	428.2	428.16	13.47
3254	-24.8	-131.6	409.7	409.72	47.83
3308	-22.4	-118.9	370.1	370.11	82.67
3362	-19.7	-105.3	311.1	311.11	117.52
3416	-15.6	-83.9	230.6	272.76	152.36
3470	-9.3	-50.4	127.3	326.31	187.20
3524	0.0	0.0	0.0	384.59	222.04

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-26.04	3173	762.72	2714	-599.53	311.32	2714	599.53	2714

Verifica delle tensioni compressive a viscosità esaurita daN/cm^2

campata n. 1

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
0	0.0	-469.8	-339.7	401.99	222.04
54	0.0	-556.9	-420.3	420.27	187.20
108	-0.7	-618.3	-479.3	479.33	152.36
162	-6.4	-666.2	-525.7	525.70	117.52
216	-9.9	-694.3	-554.8	554.79	82.67
270	-12.2	-708.1	-570.3	570.29	47.83
324	-13.3	-714.5	-577.5	577.47	13.47
378	-13.2	-713.6	-576.3	576.32	32.58
432	-11.8	-705.4	-566.8	566.84	67.43
486	-9.1	-689.7	-549.0	549.03	102.27
540	-5.2	-666.7	-522.9	522.90	137.11
594	-0.1	-636.4	-488.4	488.45	171.95
648	0.0	-593.9	-441.4	441.41	206.79
702	0.0	-577.7	-392.3	441.13	241.64
756	0.0	-562.3	-337.9	498.53	276.48
810	0.0	-548.3	-485.4	556.12	311.32

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-13.38	351	-715.01	351	-577.93	15.16	351	577.93	351

campata n. 2

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
810	0.0	-465.1	-508.5	975.96	559.99
823	0.0	-420.7	-485.7	979.86	562.22
836	0.0	-390.1	-530.5	983.84	564.45
849	0.0	436.2	-606.6	987.86	566.68
863	0.0	529.5	-683.4	991.86	568.92
876	0.0	625.5	-761.2	995.78	571.15
889	0.0	721.5	-839.4	999.70	573.38
902	0.0	817.8	-918.1	1003.62	575.61
915	0.0	914.1	-997.2	1011.86	580.35
928	0.0	1010.6	-1076.8	1076.76	588.82
941	0.0	1107.2	-1156.8	1156.75	597.30
954	0.0	1203.9	-1237.2	1237.18	605.77
968	0.0	1300.7	-1318.0	1318.04	614.25
981	0.0	1397.7	-1399.3	1399.35	622.72
994	0.0	1495.0	-1481.3	1481.27	631.19
1007	0.0	1651.2	-1601.4	1601.40	639.67



Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
0.00	0	1651.23	1007	-1601.40	639.67	1007	1601.40	1007

campata n. 3

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
1007	0.0	1487.0	-1565.6	1565.55	489.60
1108	0.0	666.1	-884.6	884.58	424.65
1208	0.0	-555.1	-314.1	639.95	359.70
1309	0.0	-588.2	-434.2	529.82	294.74
1410	-9.6	-692.5	-552.0	551.97	229.79
1510	-22.4	-768.5	712.5	712.47	164.84
1611	-31.1	-819.7	860.6	860.63	99.89
1712	-35.4	-845.2	934.7	934.71	34.93
1812	-35.4	-845.2	934.7	934.71	34.93
1913	-31.1	-819.7	860.6	860.63	99.89
2014	-22.4	-768.5	712.5	712.47	164.84
2114	-9.6	-692.5	-552.0	551.97	229.79
2215	0.0	-588.2	-434.2	529.82	294.74
2316	0.0	-555.1	-314.1	639.95	359.70
2416	0.0	666.1	-884.6	884.58	424.65
2517	0.0	1487.0	-1565.6	1565.55	489.60

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-35.97	1762	1486.96	2517	-1565.55	489.60	2517	1565.55	2517

campata n. 4

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
2517	0.0	1651.2	-1601.4	1601.40	639.67
2530	0.0	1495.0	-1481.3	1481.27	631.19
2543	0.0	1397.7	-1399.3	1399.35	622.72
2556	0.0	1300.7	-1318.0	1318.04	614.25
2570	0.0	1203.9	-1237.2	1237.18	605.77
2583	0.0	1107.2	-1156.8	1156.75	597.30
2596	0.0	1010.6	-1076.8	1076.76	588.82
2609	0.0	914.1	-997.2	1011.86	580.35
2622	0.0	817.8	-918.1	1003.62	575.61
2635	0.0	721.5	-839.4	999.70	573.38
2648	0.0	625.5	-761.2	995.78	571.15
2661	0.0	529.5	-683.4	991.86	568.92
2675	0.0	436.2	-606.6	987.86	566.68
2688	0.0	-390.1	-530.5	983.84	564.45
2701	0.0	-420.7	-485.7	979.86	562.22
2714	0.0	-465.1	-508.5	975.96	559.99

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
0.00	0	1651.23	2517	-1601.40	639.67	2517	1601.40	2517

campata n. 5

X	S.cls	S.arm.	S.prof.,n	S.prof.,id	Tau.prof.
2714	0.0	-548.3	-485.4	556.12	311.32
2768	0.0	-562.3	-337.9	498.53	276.48
2822	0.0	-577.7	-392.3	441.13	241.64
2876	0.0	-593.9	-441.4	441.41	206.79
2930	-0.1	-636.4	-488.4	488.45	171.95
2984	-5.2	-666.7	-522.9	522.90	137.11
3038	-9.1	-689.7	-549.0	549.03	102.27
3092	-11.8	-705.4	-566.8	566.84	67.43
3146	-13.2	-713.6	-576.3	576.32	32.58
3200	-13.3	-714.5	-577.5	577.47	13.47
3254	-12.2	-708.1	-570.3	570.29	47.83
3308	-9.9	-694.3	-554.8	554.79	82.67
3362	-6.4	-666.2	-525.7	525.70	117.52
3416	-0.7	-618.3	-479.3	479.33	152.36
3470	0.0	-556.9	-420.3	420.27	187.20
3524	0.0	-469.8	-339.7	401.99	222.04

Valori massimi in campata

S.cls,max	X	S.arm.,max	X	S.prof.,n,max	Tau.prof.	X	S.prof.,id,max	X
-13.38	3173	-715.01	3173	-577.93	15.16	3173	577.93	3173

Frecce complessive a tempo iniziale (cm)

campata	f.qp	X	f.ra	X	f.fr	X
campata n. 1	0.163	378	0.253	378	0.189	378
campata	f.qp	X	f.ra	X	f.fr	X
campata n. 2	0.018	915	0.018	915	0.018	915
campata	f.qp	X	f.ra	X	f.fr	X
campata n. 3	0.847	1762	1.348	1762	0.990	1762
campata	f.qp	X	f.ra	X	f.fr	X
campata n. 4	0.018	2609	0.018	2609	0.018	2609
campata	f.qp	X	f.ra	X	f.fr	X
campata n. 5	0.163	3146	0.253	3146	0.189	3146

7.2. Travi passerella in acciaio

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 35.7

Nodo iniziale: 924 Nodo finale: 937

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEB300	0	0.014922	0.0002518734	0.0000856327	0.1299	0.0758	0.00167916	0.00057088	0.00187045	0.00087037

Note iniziali

Verifiche di resistenza SLE (§ 7.3.7.1) omesse in quanto garantite da uno spettro SLD sempre minore di quello SLV.

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
26.325	SLU Vento CC	0.1	1	-390.952	3908.265		1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
35.567	SLU Vento CC	0.059	-107.739	1820.648	0.01204	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
25.27	SLU Veicoli max	0.085	-60.98	719.38	0.004757	Considerata	1	Si

Verifica a flessione semplice X §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
0.133	SLU Veicoli max	0.004	1	-1.9882	489.88067	1	0	0	Si

Verifica a flessione semplice Y §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
0	SLU Veicoli max	0.002	1	-0.52317	227.9531	1	0	0	Si

Verifica a flessione deviata §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
25.27	SLU Veicoli ri max	0.246	1	115.5078	489.8807	2.3985	227.9531	1	1			0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
10.43	SLU Veicoli ri max	0.239	1	-31.717	3908.265	1	113.0901	489.8807	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
0	SLU Vento CC	0.08	1	-104.239	3908.265	1	-12.2262	227.9531	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
10.43	SLU Vento CC	0.358	1	-390.95	3908.265	1	46.3286	489.8807	37.2283	227.9531	1		1				0	0	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Freccie lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
25.551	SLE RA pesi	-0.00326	35.7	10000	250	Totale	Si
10.149	SLE RA schema 1	-0.00352	35.7	10000	250	Totale	Si
25.551	SLE RA schema 4	-0.00326	35.7	10000	250	Totale	Si
25.551	SLE RA schema 5	-0.00316	35.7	10000	250	Totale	Si
10.219	SLE RA schema 1	-0.00359	35.7	9938.3	350	Variabile	Si
25.551	SLE RA pesi	-0.00333	35.7	10000	350	Variabile	Si
25.551	SLE RA schema 4	-0.00333	35.7	10000	350	Variabile	Si
25.551	SLE RA schema 5	-0.00322	35.7	10000	350	Variabile	Si

Freccie lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
17.85	SLE RA schema 5	-0.02259	35.7	1580.7	250	Totale	Si
17.85	SLE RA schema 1	-0.01751	35.7	2038.8	250	Totale	Si
17.85	SLE RA pesi	-0.01635	35.7	2184	250	Totale	Si
17.85	SLE RA schema 4	-0.01635	35.7	2184	250	Totale	Si
17.85	SLE RA schema 5	-0.00667	35.7	5354.9	350	Variabile	Si
8.39	SLE RA pesi	-0.00051	35.7	10000	350	Variabile	Si
16.861	SLE RA schema 1	-0.00161	35.7	10000	350	Variabile	Si
8.39	SLE RA schema 4	-0.00051	35.7	10000	350	Variabile	Si

Significato dei simboli utilizzati:
Sezione: sezione in acciaio

Rotazione: rotazione della sezione [deg]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

ix: raggio di inerzia relativo all'asse x. [m]

iy: raggio di inerzia relativo all'asse y. [m]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

Wplx: modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [m³]

Wply: modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [m³]

X: distanza dal nodo iniziale. [m]

Comb.: combinazione di verifica.

Sfrutt.: rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

Classe: classe della sezione.

NEd: sollecitazione assiale. [kN]

Nc,Rd: resistenza assiale a compressione ridotta per taglio. [kN]

Nt,Rd: resistenza assiale a trazione ridotta per taglio. [kN]

Riduzione da taglio: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

px: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

py: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

Verifica: stato di verifica

VEd: sollecitazione di taglio. [kN]

Vc,Rd: resistenza a taglio. [kN]

Av: area resistenza a taglio. [m²]

Interazione taglio-torsione: indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione

Riduzione torsione: coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.

Mx,Ed: sollecitazione flettente attorno x-x. [kN*m]

Mx,Rd: resistenza a flessione attorno x-x ridotta per taglio. [kN*m]

Rid. Mx,Rd da VEd: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.

My,Ed: sollecitazione flettente attorno y-y. [kN*m]

My,Rd: resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [kN*m]

Rid. My,Rd da VEd: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

α: esponente α per flessione deviata.

β: esponente β per flessione deviata.

NRd: resistenza assiale ridotta per taglio. [kN]

Rid. NRd da VEd: rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

Mx,Rd: resistenza a flessione attorno x-x ridotta [kN*m]

Rid. Mx,Rd da NEd: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno x-x.

My,Rd: resistenza a flessione attorno y-y ridotta [kN*m]

Rid. My,Rd da NEd: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno y-y.

Ascissa freccia: ascissa della massima freccia. [m]

Combinazione: combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.

Freccia: massima freccia. [m]

Luce: luce di verifica. [m]

L/f: rapporto luce su freccia.

L/f,min: minimo rapporto luce su freccia consentito.

Tipo: freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.

7.3. Colonne HEB260

Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 275000

Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 3.504

Nodo iniziale: 110 Nodo finale: 1097

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEB260	0	0.011856	0.0001493198	0.000051348	0.1122	0.0658	0.00114861	0.00039498	0.00128412	0.00060241

Note iniziali

Verifiche di resistenza SLE (§ 7.3.7.1) omesse in quanto garantite da uno spettro SLD sempre minore di quello SLV.

Verifiche di resistenza

Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU Veicolari max	0.249	1	-772.957	3105.155		1	0	0	Si

Verifica a taglio X §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
1.635	SLU Vento CC	0.015	21.835	1451.378	0.009606	Considerata	1	Si

Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
3.504	SLU Variabili ponte	0.034	-19.301	570.223	0.003771	Considerata	1	Si

Verifica a torsione §4.2.4.1.2 NTC08

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	τ_{Rd}	Verifica
3.387	SLU Variabili passerella	0.002	0.01913	8.67482	Considerata				Si

Verifica a presso/tenso flessione retta X §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
1.168	SLU Variabili passerella	0.226	1	-660.001	3105.155	1	4.3783	336.316	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione retta Y §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
0.701	SLU Vento CC	0.257	1	-367.369	3105.155	1	-21.9529	157.7733	1		0	0	Si

Verifica a presso/tenso flessione deviata §4.2.4.1.2 NTC08

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	ρ_x	ρ_y	Verifica
3.504	SLU Veicoli max	0.479	1	-769.187	3105.155	1	48.8481	336.316	13.6413	157.7733	1		1				0	0	Si

Verifiche ad instabilità

Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

Dati per instabilità attorno a x

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_x/m	Vincolo a entrambi estremi	λ_x/m	λ_{Ver}
1	Si	0					
			1-2	1	Si	31.2	Si, (<200)
2	Si	3.504					

Dati per instabilità attorno a y

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	β_y/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λ_y/n	λ_{Ver}
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	53.2	Si, (<200)
2	Si	3.504							

Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC08

X	Comb.	Sfrutt.	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ_x	χ_y	kxx	kxy	kyy	χ_{LT}	Verifica	
0	SLU Veicoli max	0.505	1	-772.957	3260.413	48.84813	353.13184	13.64132	165.66201	0.942	0.777	0.484	0.293	0.909	0.489	0.925	Si

Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2 [4.2.28] NTC08

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica	
1.2		0.225	0.01	55.46	Si

Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Frecce lungo X

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
2.569	SLE RA schema 5	-0.00052	3.504	6775.1	250	Totale	Si
2.686	SLE RA pesi	-0.00041	3.504	8567.1	250	Totale	Si
2.686	SLE RA schema 4	-0.00041	3.504	8567.1	250	Totale	Si
2.686	SLE RA schema 1	-0.00038	3.504	9150.3	250	Totale	Si
0.818	SLE RA pesi	0.00027	3.504	10000	350	Variabile	Si
0.818	SLE RA schema 1	0.00028	3.504	10000	350	Variabile	Si
0.818	SLE RA schema 4	0.00027	3.504	10000	350	Variabile	Si
2.686	SLE RA schema 5	-0.00032	3.504	10000	350	Variabile	Si

Freccie lungo Y

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
2.219	SLE RA schema 1	0.00048	3.504	7315.4	250	Totale	Si
2.219	SLE RA schema 5	0.00041	3.504	8572.4	250	Totale	Si
2.219	SLE RA pesi	0.00039	3.504	8895.8	250	Totale	Si
2.219	SLE RA schema 4	0.00039	3.504	8895.8	250	Totale	Si
0.934	SLE RA pesi	0.00001	3.504	10000	350	Variabile	Si
2.102	SLE RA schema 1	0.00009	3.504	10000	350	Variabile	Si
0.934	SLE RA schema 4	0.00001	3.504	10000	350	Variabile	Si
1.285	SLE RA schema 5	0.00002	3.504	10000	350	Variabile	Si

8. VERIFICHE NODI

8.1. Collegamento HEB500-HEB500

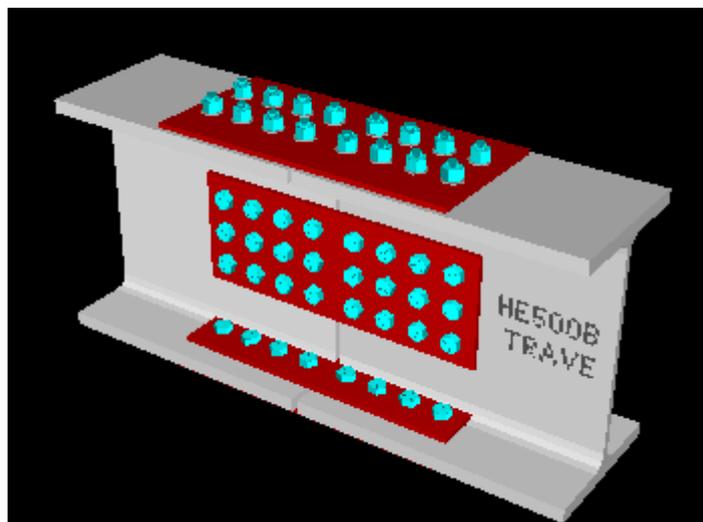


Figura 19-Collegamento trave HEB500

Connection: Travecarrabile
 Type: Bolted Splice
 Country: Europe
 Units: SI metric
 Design code: EC3

.gammaM0	1,000
.gammaM1	1,000
.gammaM2	1,250
.gammaM3	1,250
.gammaM3ser	1,100
.gammaM7	1,100

Member: Mark=trave Section=HE500B Grade=S275
 h = 500 mm Root rad. = 27 mm fyf = 275 N/mm2
 b = 300 mm Area = 2,3900E+04 fyw = 275 N/mm2
 tf = 28,0 mm Wel = 4287000 fu = 430 N/mm2
 tw = 14,5 mm Wpl = 4815000

.Section moment resistance	1324,1 kN.m	Note 1
.Section shear resistance	1431,8 kN	Note 2
.Section tension resistance	6572,5 kN	EC3 1-1
(6.6)		
.Section compression resistance	6572,5 kN	EC3 1-1
(6.10)		

Gap between ends = 10

Flanges: 600x280x10 splice plates (ext.) Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
 600x120x10 splice plates (int.) Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
 Bolts: 8 x M20 8.8A/N ea. flange in 2 lines and 4 rows each side.
 90 across gap, 70 pitch, 90 gauge.

Web: 2 x 230x600x10 splice plates Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
 Bolts: 24 x M20 8.8A/N in 3 rows and 4 col(s). each side,
 90 across gap, 70 between columns, 70 pitch.

BILL OF MATERIALS

Plates:



2 no. - 600x280x10 Grade=S275	26,4 kg
4 no. - 600x120x10 Grade=S275	22,6 kg
2 no. - 230x600x10 Grade=S275	21,7 kg
Total mass of plates	70,7 kg
Bolts:	
32 no. - M20 8.8A/N x 90 long	16,6 kg
24 no. - M20 8.8A/N x 70 long	11,2 kg
Total mass of bolts	27,8 kg

MINIMUM ACTION CHECK

(Minima are based on section capacity, not member capacity.)

Specified minimum design actions:

Bending	50% of Mc.Rd(1324,1)	=	662,1 kN.m
Shear	0% of Vc.Rd(1431,8)	=	0,0 kN
			40,0 kN

Tension 0% of Nt.Rd(6572,5) = 0,0 kN

Compression 0% of Nc.Rd(6572,5) = 0,0 kN

NOTE: Input design actions are not automatically increased if they are less than the specified minimum actions. Minimum actions may be set in any load case. This check warns if any design action is less than the specified minimum for all load cases.

WARNING: Design bending moment is less than specified minimum.

INPUT DESIGN ACTIONS

Moment, MEd	200,0 kN.m
Shear, VEd	78,0 kN
Axial, NEd	276,0 kN (tens.)

Using SCI/BCSA P207 model...

SECTION ANALYSIS RESULT

Simplified analysis:	NEdf = 561,7t	NEdf = 285,7c
	NEdw = 0,0	NEdw = 0,0
	MEdw = 0,00	
Elastic analysis:	NEdf = 482,8t	NEdf = 281,1c
	NEdw = 74,3t	NEdw = 0,0
	MEdw = 19,7	
Plastic analysis:	NEdf = 467,5t	NEdf = 273,2c
	NEdw = 81,7t	NEdw = 0,0
	MEdw = 25,2	

NOTE: Simplified analysis results used.

FLANGE AND WEB DERIVED DESIGN ACTIONS

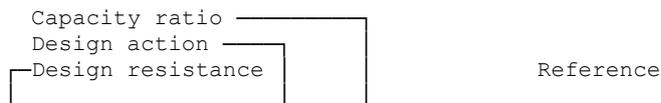
Flange forces:

Total flange forces	NEdf = 561,7t	NEdf = 285,7c
Outer plate forces	NEd1 = 302,5t	NEd1 = 153,9c
Inner plate forces	NEd2 = 259,3t	NEd2 = 131,9c

Web forces:

Axial	NEdw = 0,0	NEdw = 0,0
Shear	VEdw = 78,0	
Eccentricity moment	MEdw = 11,7	
Total moment	MEdw = 11,7	

DESIGN RESISTANCE CHECKS



Section Bending/Axial:

Splice half-length	255 mm
Moment increment due to shear	19,9 kN.m
Moment at outer bolt row	219,9 kN.m
Flange tension at outer bolt row	504,3 kN

Manual p.56



Flange comp. at outer bolt row	310,1 kN							
Flange tension yield resistance	2310,0	≥	NEdft =	504,3	4,58	Pass	Manual p.55	
Flange tension rupture resistance	2219,2	≥	NEdft =	504,3	4,40	Pass		
Flange compression resistance	2310,0	≥	NEdfc =	310,1	7,45	Pass		

CHECK 1 - Flange Bolts:

Single bolt shear resistance	94,1 kN						EC3 1-8 T3.4
Joint length	210 mm						
Joint length factor	1,00						EC3 1-8

(3.5)

Effective bolt shear resistance	94,1 kN						
For flange...							
Tens. flange bolt bearing	2335,0	≥	NEdft =	561,7	4,16	Pass	EC3 1-8 T3.4
Comp. flange bolt bearing	2335,0	≥	NEdfc =	285,7	8,17	Pass	EC3 1-8 T3.4
Outer flange plate...							
Tens. plate bolt shear resistance	752,6	≥	NEdft =	302,5	2,49	Pass	
Comp. plate bolt shear resistance	752,6	≥	NEdfc =	153,9	4,89	Pass	
Tens. plate bolt bearing	938,2	≥	NEdft =	302,5	3,10	Pass	EC3 1-8 T3.4
Comp. plate bolt bearing	938,2	≥	NEdfc =	153,9	6,10	Pass	EC3 1-8 T3.4
Inner flange plates...							
Tens. plate bolt shear resistance	752,6	≥	NEdft =	259,3	2,90	Pass	
Comp. plate bolt shear resistance	752,6	≥	NEdfc =	131,9	5,71	Pass	
Tens. plate bolt bearing	938,2	≥	NEdft =	259,3	3,62	Pass	EC3 1-8 T3.4
Comp. plate bolt bearing	938,2	≥	NEdfc =	131,9	7,11	Pass	EC3 1-8 T3.4

CHECK 2 - Flange Plates:

Outer flange plate...							
Flange plate tension yield	770,0	≥	NEft =	302,5	2,55	Pass	EC3 1-1
(6.6)							
Flange plate tension rupture	730,7	≥	NEft =	302,5	2,42	Pass	EC3 1-1
(6.7)							
Flange plate compression yield	770,0	≥	NEfc =	153,9	5,00	Pass	EC3 1-1
(6.10)							
Unsupported plate buckling	749,9	≥	NEdfc =	153,9	4,87	Pass	EC3 1-1
(6.47)							
Inner flange plates...							
Flange plate tension yield	660,0	≥	NEft =	259,3	2,55	Pass	EC3 1-1
(6.6)							
Flange plate tension rupture	606,8	≥	NEft =	259,3	2,34	Pass	EC3 1-1
(6.7)							
Flange plate compression yield	660,0	≥	NEfc =	131,9	5,00	Pass	EC3 1-1
(6.10)							
Unsupported plate buckling	642,7	≥	NEdfc =	131,9	4,87	Pass	EC3 1-1
(6.47)							

CHECK 3 - Web Bolts (right-hand bolt group):

Single bolt shear resistance	94,1 kN						EC3 1-8 T3.4
--	---------	--	--	--	--	--	--------------

CRITICAL BOLT CHECK FOR WEB

Using elastic bolt group analysis...

Resultants in cartesian axis directions:

(These equilibrate bolt group actions.)

Horiz. resultant	0,0 kN
Vert. resultant	-78,0 kN
Moment resultant	-11,7 kN.m
(1,1) is top left	(Row,Col.)

Bolt shear (double shear)	(1,4)	188,2	≥	VEdres=	18,9	9,98	Pass	
Bolt bearing	(1,4)	249,4	≥	VEdres=	18,9	13,2	Pass	
Bolt group ext. tearing (left)	(3,1)	151,2	≥	VEdh =	7,3	20,8	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (vert.)	(1,4)	202,2	≥	VEdv =	17,4	11,6	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (horiz.)	(1,1)	202,2	≥	VEdh =	7,3	27,8	Pass	EC3 1-8 T3.4

CRITICAL BOLT CHECK FOR WEB PLATE

Using elastic bolt group analysis...

Resultants in cartesian axis directions:

(These are statically equivalent to bolt group actions.)

Horiz. resultant	0,0 kN
Vert. resultant	78,0 kN

Moment resultant	11,7 kN.m							
(1,1) is top left (Row,Col.)								
Bolt bearing	(1,4)	344,0	≥	VE _{dres} =	18,9	18,2	Pass	
Bolt group ext. tearing (btm.)	(3,1)	234,5	≥	VE _d =	4,4	53,3	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group ext. tearing (top)	(1,4)	234,5	≥	VE _d =	17,4	13,5	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group ext. tearing (right)	(3,4)	234,5	≥	VE _{dh} =	7,3	32,3	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (vert.)	(2,4)	278,8	≥	VE _d =	17,4	16,0	Pass	EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (horiz.)	(1,2)	278,8	≥	VE _{dh} =	7,3	38,4	Pass	EC3 1-8 T3.4
CHECK 4 - Web Plates:								
Web plates shear yield resistance		730,3	≥	VE _d =	78,0	9,36	Pass	EC3 1-1
(6.18)								
Web plates shear rupture resistance		651,4	≥	VE _d =	78,0	8,35	Pass	Ref.57 p.6
Flexural yield resistance		72,7	≥	ME _d w =	11,7	6,22	Pass	EC3 1-1
(6.13)								
Flexural rupture resistance		69,0	≥	ME _d w =	11,7	5,89	Pass	SCM13 II.A-
19								
Flexural resistance reduced for shear		72,7	≥	ME _d w =	11,7	6,22	Pass	EC3 1-1
6.2.8								

NOTES:

1. Flexural yield capacity ignoring section slenderness.
2. Shear yield capacity ignoring slenderness.

CRITICAL LIMIT STATE Flange plate tension rupture
 UTILIZATION RATIO 43%

CAPACITY RATIO 2,341 Pass

8.2. Collegamento HEA300-HEA300

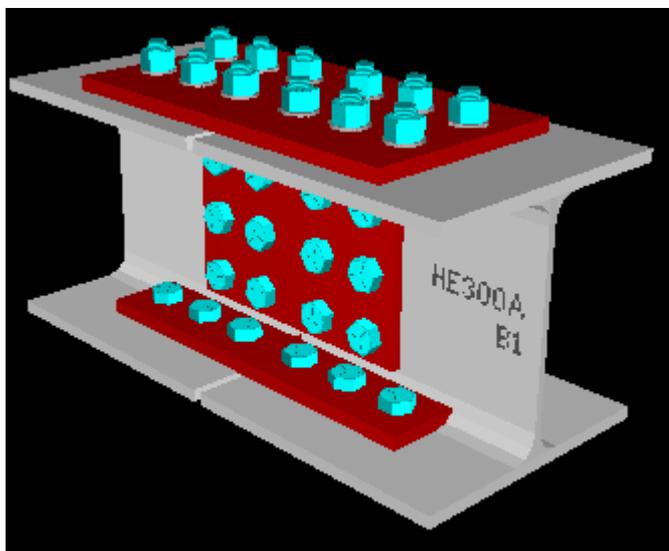


Figura 20-Collegamento HEA300

Connection: Travepasserella
 Type: Bolted Splice
 Country: Europe
 Units: SI metric
 Design code: EC3

.gammaM0	1,000
.gammaM1	1,000
.gammaM2	1,250
.gammaM3	1,250
.gammaM3ser	1,100



.gammaM7 1,100

Member: Mark=B1 Section=HE300A Grade=S275

h = 290 mm Root rad. = 27 mm fyf = 275 N/mm2
b = 300 mm Area = 1,1300E+04 fyw = 275 N/mm2
tf = 14,0 mm Wel = 1260000 fu = 430 N/mm2
tw = 8,5 mm Wpl = 1383000

.Section moment resistance . . . 380,3 kN.m Note 1
.Section shear resistance 599,4 kN Note 2
.Section tension resistance . . . 3107,5 kN EC3 1-1
(6.6)
.Section compression resistance . 3107,5 kN EC3 1-1
(6.10)

Gap between ends = 10

Flanges: 450x240x16 splice plates (ext.) Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
450x90x16 splice plates (int.) Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
Bolts: 6 x M20 8.8A/N ea. flange in 2 lines and 3 rows each side.
90 across gap, 70 pitch, 90 gauge.

Web: 2 x 200x300x10 splice plates Gr./fy/fu=S275/27/430MPa
Bolts: 12 x M20 8.8A/N in 3 rows and 2 col(s). each side,
90 across gap, 70 between columns, 70 pitch.

BILL OF MATERIALS

Plates:

2 no. - 450x240x16 Grade=S275 27,1 kg
4 no. - 450x90x16 Grade=S275 20,3 kg
2 no. - 200x300x10 Grade=S275 9,4 kg
Total mass of plates 56,9 kg

Bolts:

24 no. - M20 8.8A/N x 80 long 11,8 kg
12 no. - M20 8.8A/N x 70 long 5,6 kg
Total mass of bolts 17,5 kg

MINIMUM ACTION CHECK

(Minima are based on section capacity, not member capacity.)

Specified minimum design actions:

Bending 50% of Mc.Rd(380,3) = 190,2 kN.m
Shear 0% of Vc.Rd(599,4) = 0,0 kN
40,0 kN
Tension 0% of Nt.Rd(3107,5) = 0,0 kN
Compression 0% of Nc.Rd(3107,5) = 0,0 kN

NOTE: Input design actions are not automatically increased if they are less than the specified minimum actions. Minimum actions may be set in any load case. This check warns if any design action is less than the specified minimum for all load cases.

WARNING: Design bending moment is less than specified minimum.

INPUT DESIGN ACTIONS

Moment, MEd 60,0 kN.m
Shear, VEd 50,0 kN
Axial, NEd 217,0 kN (tens.)

Using SCI/BCSA P207 model...

SECTION ANALYSIS RESULT

Simplified analysis: NEdf = 325,9t NEdf = 108,9c
NEdw = 0,0 NEdw = 0,0
MEdw = 0,00

Elastic analysis: NEdf = 289,3t NEdf = 115,1c
NEdw = 42,8t NEdw = 0,0
MEdw = 4,19

Plastic analysis: NEdf = 271,6t NEdf = 109,6c
NEdw = 55,0t NEdw = 0,0

MEdw = 7,41

NOTE: Simplified analysis results used.

FLANGE AND WEB DERIVED DESIGN ACTIONS

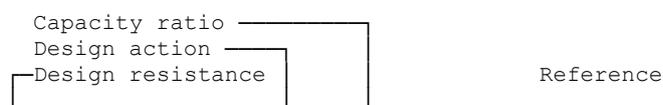
Flange forces:

Total flange forces	NEdf = 325,9t	NEdf = 108,9c
Outer plate forces	NEd1 = 186,2t	NEd1 = 62,2c
Inner plate forces	NEd2 = 139,7t	NEd2 = 46,7c

Web forces:

Axial	NEdw = 0,0	NEdw = 0,0
Shear	VEDw = 50,0	
Eccentricity moment	MEdw = 4,00	
Total moment	MEdw = 4,00	

DESIGN RESISTANCE CHECKS



Section Bending/Axial:

Splice half-length	185 mm						
Moment increment due to shear . .	9,25 kN.m						
Moment at outer bolt row	69,2 kN.m						Manual p.56
Flange tension at outer bolt row	300,9 kN						
Flange comp. at outer bolt row .	139,0 kN						
Flange tension yield resistance	1155,0	≥	NEdft = 300,9	3,84	Pass		Manual p.55
Flange tension rupture resistance	1109,6	≥	NEdft = 300,9	3,69	Pass		
Flange compression resistance	1155,0	≥	NEdfc = 139,0	8,31	Pass		

CHECK 1 - Flange Bolts:

Single bolt shear resistance . .	94,1 kN						EC3 1-8 T3.4
Joint length	140 mm						
Joint length factor	1,00						EC3 1-8

(3.5)

Effective bolt shear resistance .	94,1 kN						
For flange...							
Tens. flange bolt bearing	875,6	≥	NEdft = 325,9	2,69	Pass	EC3 1-8 T3.4	
Comp. flange bolt bearing	875,6	≥	NEdfc = 108,9	8,04	Pass	EC3 1-8 T3.4	
Outer flange plate...							
Tens. plate bolt shear resistance	564,5	≥	NEdft = 186,2	3,03	Pass		
Comp. plate bolt shear resistance	564,5	≥	NEdfc = 62,2	9,07	Pass		
Tens. plate bolt bearing	1000,7	≥	NEdft = 186,2	5,37	Pass	EC3 1-8 T3.4	
Comp. plate bolt bearing	1000,7	≥	NEdfc = 62,2	16,1	Pass	EC3 1-8 T3.4	
Inner flange plates...							
Tens. plate bolt shear resistance	564,5	≥	NEdft = 139,7	4,04	Pass		
Comp. plate bolt shear resistance	564,5	≥	NEdfc = 46,7	12,1	Pass		
Tens. plate bolt bearing	1000,7	≥	NEdft = 139,7	7,17	Pass	EC3 1-8 T3.4	
Comp. plate bolt bearing	1000,7	≥	NEdfc = 46,7	21,4	Pass	EC3 1-8 T3.4	

CHECK 2 - Flange Plates:

Outer flange plate...							
Flange plate tension yield	1056,0	≥	NEft = 186,2	5,67	Pass	EC3 1-1	
(6.6)							
Flange plate tension rupture	970,9	≥	NEft = 186,2	5,21	Pass	EC3 1-1	
(6.7)							
Flange plate compression yield	1056,0	≥	NEfc = 62,2	17,0	Pass	EC3 1-1	
(6.10)							
Unsupported plate buckling	1056,0	≥	NEdfc = 62,2	17,0	Pass	EC3 1-1	
(6.47)							
Inner flange plates...							
Flange plate tension yield	792,0	≥	NEft = 139,7	5,67	Pass	EC3 1-1	
(6.6)							
Flange plate tension rupture	673,7	≥	NEft = 139,7	4,82	Pass	EC3 1-1	
(6.7)							



Flange plate compression yield	792,0	≥	NEfc =	46,7	17,0	Pass	EC3 1-1
(6.10)							
Unsupported plate buckling	792,0	≥	NEdfc =	46,7	17,0	Pass	EC3 1-1
(6.47)							

CHECK 3 - Web Bolts (right-hand bolt group):

Single bolt shear resistance	94,1 kN						EC3 1-8 T3.4
--	---------	--	--	--	--	--	--------------

CRITICAL BOLT CHECK FOR WEB

Using elastic bolt group analysis...

Resultants in cartesian axis directions:

(These equilibrate bolt group actions.)

Horiz. resultant	0,0 kN
Vert. resultant	-50,0 kN
Moment resultant	-4,00 kN.m
(1,1) is top left	(Row,Col.)

Bolt shear (double shear)	(1,2)	188,2	≥	VEdres=	17,1	11,0	Pass
Bolt bearing	(1,2)	146,2	≥	VEdres=	17,1	8,57	Pass
Bolt group ext. tearing (left)	(3,1)	88,6	≥	VEdh =	10,4	8,53	Pass EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (vert.)	(1,2)	118,5	≥	VEdv =	13,5	8,76	Pass EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (horiz.)	(1,1)	118,5	≥	VEdh =	10,4	11,4	Pass EC3 1-8 T3.4

CRITICAL BOLT CHECK FOR WEB PLATE

Using elastic bolt group analysis...

Resultants in cartesian axis directions:

(These are statically equivalent to bolt group actions.)

Horiz. resultant	0,0 kN
Vert. resultant	50,0 kN
Moment resultant	4,00 kN.m
(1,1) is top left	(Row,Col.)

Bolt bearing	(1,2)	344,0	≥	VEdres=	17,1	20,2	Pass
Bolt group ext. tearing (top)	(1,2)	156,4	≥	VEdv =	13,5	11,6	Pass EC3 1-8 T3.4
Bolt group ext. tearing (right)	(3,2)	182,4	≥	VEdh =	10,4	17,6	Pass EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (vert.)	(2,2)	278,8	≥	VEdv =	13,5	20,6	Pass EC3 1-8 T3.4
Bolt group int. tearing (horiz.)	(1,2)	278,8	≥	VEdh =	10,4	26,8	Pass EC3 1-8 T3.4

CHECK 4 - Web Plates:

Web plates shear yield resistance	635,1	≥	VEd =	50,0	12,7	Pass	EC3 1-1
(6.18)							
Web plates shear rupture resistance	532,3	≥	VEd =	50,0	10,6	Pass	Ref.57 p.6
Flexural yield resistance	55,0	≥	MEdw =	4,00	13,8	Pass	EC3 1-1
(6.13)							
Flexural rupture resistance	46,8	≥	MEdw =	4,00	11,7	Pass	SCM13 II.A-19
6.2.8							
Flexural resistance reduced for shear	55,0	≥	MEdw =	4,00	13,8	Pass	EC3 1-1

NOTES:

1. Flexural yield capacity ignoring section slenderness.
2. Shear yield capacity ignoring slenderness.

CRITICAL LIMIT STATE	Tens. flange bolt bearing
UTILIZATION RATIO	37%
CAPACITY RATIO	2,687 Pass

8.3. Collegamento colonna HEB260 con trave HEB500

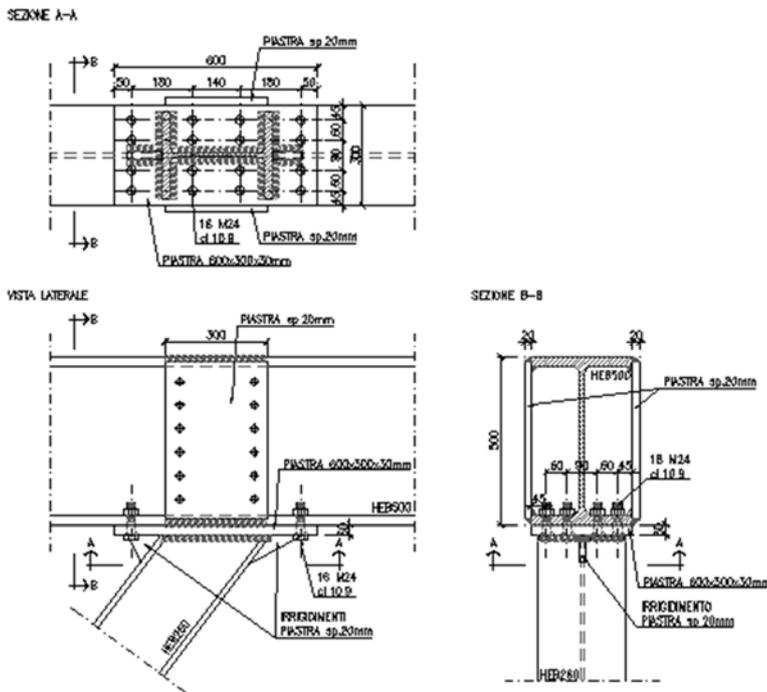


Figura 21-8.3. Collegamento colonna HEB260 con trave HEB500

Su questo collegamento, nella combinazione peggiore, agiscono le seguenti sollecitazioni:

$N=590\text{kN}$,

$M=70\text{kNm}$,

$V=60\text{kN}$.

Una volta scomposte le sollecitazioni lungo gli assi orizzontali e verticali il collegamento è sollecitato a taglio da $V=30\text{kN}$ e a trazione da $T=70\text{kN}$.

Classe bullone	10,9	diametro d	24	f_{yb}	900	f_{ub}	1000	N/mm^2
<input checked="" type="radio"/> Sezione filettata <input type="radio"/> Sezione lorda								
Area	353,0	mm^2						
Resistenza a taglio (per piano di taglio)	$F_{v,Rd}$	141,2	kN					
Resistenza a trazione	$F_{t,Rd}$	254,2	kN					
Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5.(5) $F_{v,Sd}$ 30 $F_{t,Sd}$ 70 kN $\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0,212 + 0,197 = 0,409$ OK								

8.4. Collegamento tra profili HEB500 come mensole

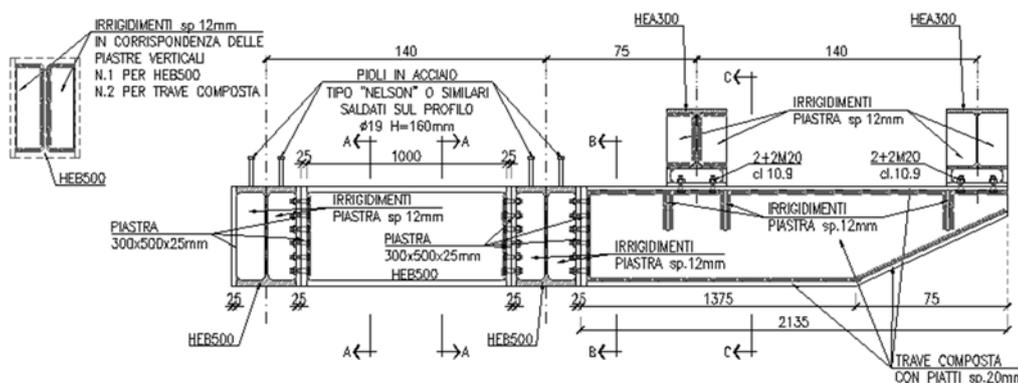


Figura 22-8.4. Collegamento tra profili HEB500 come mensole

Connection: Traverso

Type: Bolted Moment End Plate

D - Apex connection or splice

Country: Europe

Units: SI metric

Design code: EC3

.gammaM0	1,000
.gammaM1	1,000
.gammaM2	1,250
.gammaM3	1,250
.gammaM3ser	1,100
.gammaM7	1,100

Beam 1: Mark=B1 Section=HE500B Grade=S275 Angle= 0.00°
 h = 500 mm Root rad. = 27 mm fyf = 275 N/mm2
 b = 300 mm Area = 2,3900E+04 fyw = 275 N/mm2
 tf = 28,0 mm Wel = 4287000 fu = 430 N/mm2
 tw = 14,5 mm Wpl = 4815000

.Section moment resistance . . . 1324,1 kN.m

.Section shear resistance . . . 1431,8 kN

.Section tension resistance . . . 6572,5 kN

(6.6)

.Section compression resistance . 6572,5 kN

(6.10)

Note 1

Note 2

EC3 1-1

EC3 1-1

End plate:

600x320x25 Gr./fy/fu=S275/27/430MPa

Beam to end plate angle 90,00°

End plate welds:

FPBW flanges.

z 10 FW web.

Bolts:

6 x M24 8.8E/N top flange, 140 gauge.

6 x M24 8.8E/N btm. flange, 140 gauge.

BILL OF MATERIALS

Plates:

1 no. - 600x320x25 Grade=S275 37,7 kg

Bolts:

12 no. - M24 8.8E/N x 70 long 9,1 kg

Welds:

600 mm - FPBW 28x28x50% fu=440MPa 1,8 kg

888 mm - FW 10 fu=440MPa 0,3 kg

Total mass of welds 2,2 kg



MINIMUM ACTION CHECK

(Minima are based on section capacity, not member capacity.)

Specified minimum design actions:

Bending 50% of Mc.Rd(1324,1) = 662,1 kN.m
 Shear 0% of Vc.Rd(1431,8) = 0,0 kN
 40,0 kN
 Tension 0% of Nt.Rd(6572,5) = 0,0 kN
 Compression 0% of Nc.Rd(6572,5) = 0,0 kN

NOTE: Input design actions are not automatically increased if they are less than the specified minimum actions. Minimum actions may be set in any load case. This check warns if any design action is less than the specified minimum for all load cases.

WARNING: Design bending moment is less than specified minimum.

INPUT DESIGN ACTIONS

Beam 1: Moment, MEd 196,0 kN.m
 Shear, VEd 55,0 kN
 Axial, NEd 122,0 kN (tens.)

SECTION ANALYSIS RESULT

Simplified analysis:

Beam 1... NEdf = 476,3t NEdf = 354,3c
 NEdw = 0,0 NEdw = 0,0
 MEdw = 0,00
 VEdw = 55,0

Elastic analysis:

Beam 1... NEdf = 418,9t NEdf = 329,7c
 NEdw = 32,9t NEdw = 0,0
 MEdw = 19,3
 VEdw = 55,0

Plastic analysis:

Beam 1... NEdf = 406,4t NEdf = 319,5c
 NEdw = 35,1t NEdw = 0,0
 MEdw = 24,7
 VEdw = 55,0

NOTE: Simplified analysis results used.

BOLT ARRANGEMENT

6-Bolt Flush End Plate
Connection checked for tension at top flange.

Using ASI 2009 model...

- Ref. 18: Steel Design Guide 16 (SDG16)
Flush and Extended Multiple Row Moment End Plate Connections
T.M. Murray & W.L. Shoemaker - AISC - 2002
- Ref. 19: Steel Design Guide 4 (SDG4)
Extended End Plate Moment Connections - Seismic and Wind Applications
T.M. Murray & E.A. Sumner - AISC - 2004
- Ref. 41: Design Guide 10 - Bolted Moment End Plate Beam Splice Connections (DG10)
T.J. Hogan & N. van der Kreek - ASI - 2009

GEOMETRY CHECKS

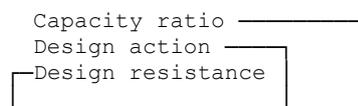
CHECK 1 - Detailing Requirements:

Bolt diameter	24	≥	20	Yes
	24	≤	24	Yes
Bolt UTS	800	≥	800	Yes
End plate thickness, ti	25	≥	16	Yes
	25	≤	40	Yes
End plate width, bi	320	≥	320	Yes
	320	≤	330	Yes
Bolt gauge, sg	140	≤	180	Yes
	140	≥	140	Yes
Bolt flange face distance, af . .	40	≥	40	Yes
	40	≤	75	Yes

NOTE: Clearances should be checked in virtual reality view.



DESIGN RESISTANCE CHECKS



Reference

Axial force 122,0 kN
 Effective depth 472,0 mm
 Axial force equiv. moment 28,8 kN.m
 Fraction of BM 15%

Section Bending/Axial:

Flange tension yield resistance 2310,0 ≥ NEdft = 406,4 5,68 Pass Manual p.55
 Flange tension rupture resistance 2600,6 ≥ NEdft = 406,4 6,40 Pass
 Flange compression resistance 2310,0 ≥ NEdfc = 319,5 7,23 Pass

CHECK 2 - Flange Welds:

Check not required for FPBW.

CHECK 3 - Web Welds:

Web shear force 55,0 kN
 Web axial force 0,0 kN
 Web bending moment 0,00 kN.m
 Length of web weld 390 mm

NOTE: This check uses method from AISC SDG 16 (Ref. 18).

Length for shear resistance 195 mm

For z 10 FW both sides...

Web fillet weld shear resistance (2 sides) 644,4 ≥ VEd = 55,0 11,7 Pass

End plate design moment, MEdeq 224,8 kN.m

Section moment resistance 1324,1 kN.m

Beam moment utilization ratio 17%

Beam web axial resistance 3,988 kN/mm

Minimum weld design force (60%) 2,393 kN/mm

NOTE: Using 22% directional strength increase.

EC3 1-8

(4.1)

Fillet weld resistance 2,024 kN/mm

Web fillet weld axial resistance (2 sides) 4,047 ≥ nEdw = 2,393 1,69 Pass

CHECK 4 - Bolts at Tension Flange:

Single bolt tension resistance 203,3 kN

EC3 1-8 T3.4

No. bolts effective at flange 6

Sum of bolt lever arms 1038 mm

End plate design moment, MEdeq 224,8 kN.m

Tension bolt moment resistance, Mbt 422,1 ≥ MEdeq = 224,8 1,88 Pass

CHECK 5 - Bolts in Shear:

Total shear resisted by bolts 55,0 kN

Single bolt shear resistance 135,6 kN

EC3 1-8 T3.4

No. bolts effective in shear 6

Bolt shear resistance, Rn 813,3 ≥ Vb = 55,0 14,8 Pass SDG4 (3.17)

End plate bolt bearing resistance, Rn 3096,0 ≥ Vb = 55,0 56,3 Pass SDG4 (3.18)

CHECK 6 - End Plate in Bending:

End plate design moment, MEdeq 224,8 kN.m

Yield line parameter, Yp 3501 mm

End plate yield resistance, Mpt 385,1 ≥ MEdeq = 224,8 1,71 Pass

Bolt moment resistance, Mbt 422,1 kN.m

Section moment resistance, Ms 1324,1 kN.m

» No prying resistance, Mmin 468,5 kN.m

» End plate no prying thickness 25 mm

SDG4 (3.10)

» Bolt prying does occur.

Single bolt tension resistance 203,3 kN

EC3 1-8 T3.4

Specified minimum tension 197,7 kN

Bolt max. prying force, Qmax 44,2 kN

SDG16 p.17

Bolt rupture resistance (prying) 356,0 ≥ MEdeq = 224,8 1,58 Pass

Prying factor 0,28

Informative

Bolt efficiency 84%

Informative



CHECK 7 - End Plate in Shear:

No bolts outside tension flange » check not required.

CHECK 8 - End Plate Stiffener:

No stiffener.

CHECK 9 - End Plate Stiffener Welds:

No stiffener.

NOTES:

1. Flexural yield capacity ignoring section slenderness.
2. Shear yield capacity ignoring slenderness.

CRITICAL LIMIT STATE . . . Bolt rupture resistance (prying)

UTILIZATION RATIO 63%

CAPACITY RATIO 1,584 Pass