

Relazione dei materiali, manuale manutenzione, relazione  
fondazioni e dei calcoli delle strutture

# Passerella pedonale loc. "Luseti"

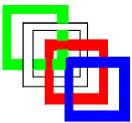
*Struttura in acciaio e legno*

0	18/07/15	Emissione	Ing. A. Savoldi
REV.	DATA	MODIFICHE	APPROVAZ.

Luogo di installazione: Valle delle Cartiere c/o "Luseti"  
Comune di Toscolano Maderno (BS)

Redatto da Dott. Ing. Giuseppe Ghedi per Savoldi Ingegneria S.r.l

A norma di legge si vieta la copia, la riproduzione e la diffusione della presente



SAVOLDI INGEGNERIA S.R.L.

[www.savoldi-ingegneria.it](http://www.savoldi-ingegneria.it)

E-mail: [info@savoldi-ingegneria.it](mailto:info@savoldi-ingegneria.it)

Luce di calcolo max = 13.5m  
Larghezza max = 1.8 m  
Legno Massiccio (puntoni, pavimentazione e rivestimento)  
Acciaio S 235  
Carichi secondo NTC 08  
Carico accidentale: passerella pedonale  
Carico neve: Zona I  
Carico vento: Zona 1  
Carico sisma: con coordinate in base a DM. 14.0108  
Zona 2 ord. 3274 e s.m.i.

Carichi applicati secondo:  
D.M. 14/01/2008

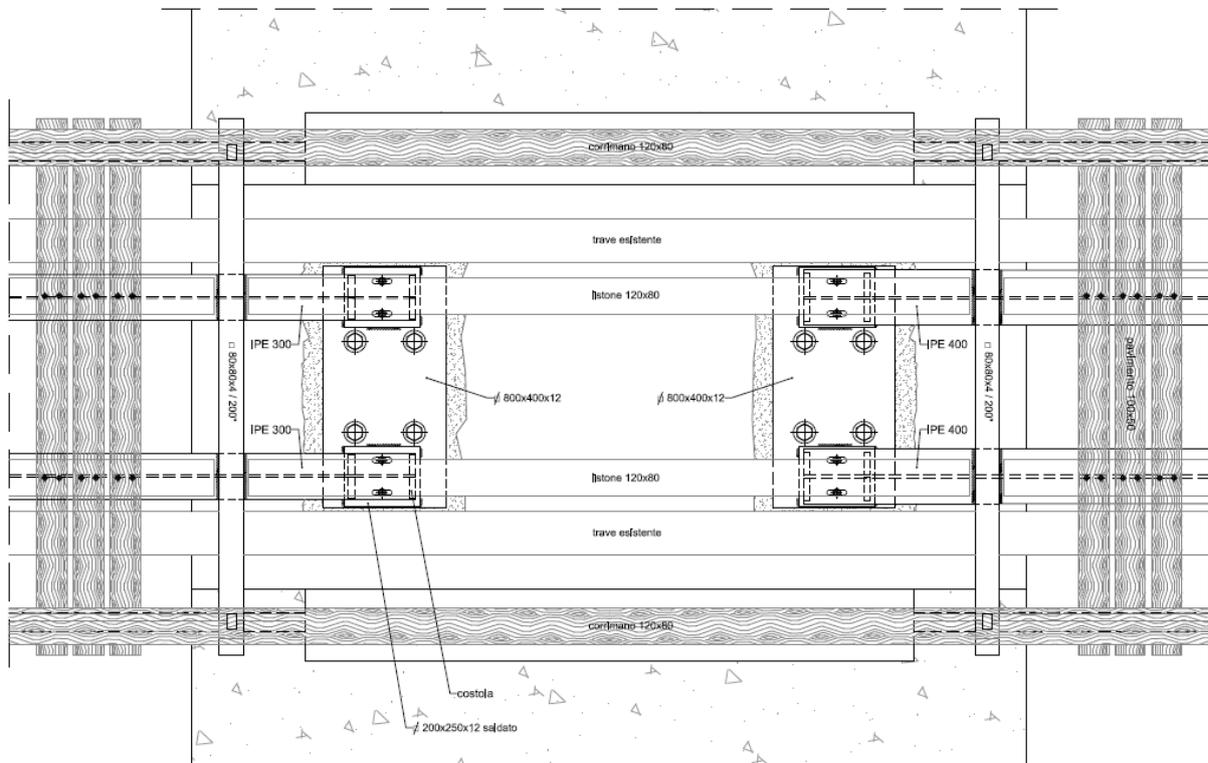
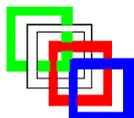


Fig.1. Dati di progetto: vista superiore al cambio di profilo

1.	PREMESSA .....	4
2.	PRESCRIZIONI GENERALI / MANUALE MANUTENZIONE .....	4
3.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	6
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
5.	MATERIALI E LORO CARATTERISTICHE .....	8
	ACCIAIO da CARPENTERIA.....	8
	LEGNO .....	9
	SALDATURE.....	11
	BULLONI.....	12
	CARPENTERIA E CONNESSIONI METALLICHE.....	12
	FONDAZIONI.....	12
	AZIONI ESTERNE.....	13
	AZIONI DEL VENTO DM 14.01.08: "Norme tecniche costruzioni" e circ. esplicativa: .....	13
	CARICO NEVE.....	14
	CARICO SISMA .....	14
6.	CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA .....	17
	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO ADOTTATO .....	17
7.	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI e MATERIALI .....	18
	LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI.....	18
	8 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE AZIONI, STRUTTURA E VINCOLI .....	19
	TIPO DI ANALISI EFFETTUATE .....	19
9.	STAMPA DEI RISULTATI.....	22
	9.1 SLU - Azioni interne.....	22
	9.2 SLU - Tasso lavoro del materiale per carichi significativi .....	23
	9.3 DEFORMAZIONE SLE PER CARICHI MASSIMI.....	25
	9.4 VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO.....	26
	9.5 VERIFICA FREQUENZA MINIMA e ANALISI DI BUCKLING.....	26
	VERIFICA BUCKLING (VALORI NEGATIVI O ENTRO LIMITI PER I QUALI NON è RICHIESTO APPROFONDIRE ANALISI) .....	26
	9.7 AZIONI TERMICHE .....	27
10.	VERIFICA PROFILI METALLICI .....	27
	10.1 TRAVI PRINCIPALI .....	27
	10.2 VERIFICA DEL FISSAGGIO PARTI LIGNEE: si propongono fissaggi sotto riportati.....	30
	10.3 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI / REAZIONI VINCOLARI / VERIFICA DEI VINCOLI ALLE PILE ESISTENTI.....	31
11.	CONCLUSIONE.....	34



## **1. PREMESSA**

La presente relazione tecnica di calcolo riguarda il dimensionamento delle travi in acciaio di rinforzo e dei camminamenti in legno di una passerella pedonale esistente in loc. Luseti nel comune di Toscolano-Maderno.

La relazione ha lo scopo di stabilire e presentare la classificazione, le basi e lo sviluppo del calcolo per il progetto della parte strutturale e di dimostrare la conformità della stessa rispetto alle seguenti norme e leggi: NTC 08

### **CARICHI CONSIDERATI:**

Peso proprio elementi in legno :  $600 \text{ daN/m}^3$

Peso proprio elementi in acciaio :  $7850 \text{ daN/m}^3$

Carico Accidentale in base a DM 14.01.08 : Schema di carico 5:  $500 \text{ daN/m}^2$

Neve:  $q_{sk} = 150 \text{ daN/m}^3$

Vento:  $v_{ref} = 25 \text{ m/s}$

Sisma: con coordinate - zona 2 ord. 3274 e s.m.i (vedere seguito)

Azioni su parapetti: secondo DM 14.01.08 par. 5.1.3.10.

Per quanto riguarda le azioni agenti si rimanda ai relativi paragrafi.

## **2. PRESCRIZIONI GENERALI / MANUALE MANUTENZIONE**

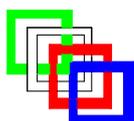
**Tutti i bulloni devono essere correttamente serrati a cura dell'installatore, tutte le parti ad innesto devono essere assicurate contro l'estrazione.**

**Gli ancoraggi e i tiranti devono essere periodicamente revisionati (consigliato annualmente).**

**La tipologia di giunzioni realizzate fa sì che non vi siano problemi dovuti a dilatazione termica.**

**Per quanto concerne la protezione dei materiali, sia le parti in legno che le parti metalliche a vista saranno protette da verniciatura.**

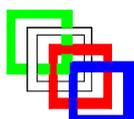
**Al fine di una migliore conservazione della struttura in legno lamellare nel tempo, si consiglia di proteggere gli elementi esposti agli agenti atmosferici e di effettuare manutenzioni periodiche. L'integrazione del piano manutenzione presente sarà a cura del fornitore in concerto con progettista/direttore lavori della struttura.**



## MANUTENZIONE DELLE PARTI IN LEGNO

descrizione	Strutture orizzontali o inclinate che trasferiscono i carichi a pilastri o pareti realizzate con elementi in legno.			
modalità uso	Trasferire i carichi dei solai alle strutture verticali. Gli elementi non devono essere manomessi in alcun modo pena la loro stabilità. E' vietata l'apertura di fori di qualsiasi genere se non predisposte direttamente in stabilimento.			
anomalie possibili	Alterazione finitura superficiale			
	<i>guasti</i>	Variazione del livello qualitativo della finitura superficiale.		
	<i>controlli</i>	Incremento della porosità e rugosità della superficie, variazione cromatica, aspetto degradato.		
	<i>cause</i>	Condizioni termo igrometriche interne non salubri, assenza di adeguato trattamento protettivo, polvere.		
	<i>intervento</i>	Trattamento superficiale con prodotti silossanici.		
periodicità dei controlli	Visiva			
	<i>descrizione</i>	Valutazione visiva per determinare presenza e dimensioni di anomalie.		
	<i>frequenza</i>	quando occorre	<input checked="" type="checkbox"/> utente	<input type="checkbox"/> personale specializzato
interventi	Tinteggiatura			
	<i>descrizione</i>	Rinnovo finitura protettiva.		
	<i>frequenza</i>	quando occorre	<input type="checkbox"/> utente	<input checked="" type="checkbox"/> personale specializzato
		IN BASE AD ESPOSIZIONE ACQUA E SOLE CONSIGLIATO DUE ANNI		

**Controllare periodicamente (consigliato annualmente) il drenaggio acque con particolare cura delle parti in legno esposte al ciclo di acqua-sole.**



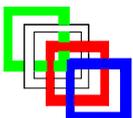
## **CONTENUTI DELLA PRESENTE**

Contenuti della relazione:

- Descrizione generale dell'opera
- Normativa di riferimento
- Criteri di analisi della sicurezza
- Origine e caratteristiche dei codici di calcolo adottati
- Modellazione dei materiali
- Schematizzazione e modellazione delle azioni
- Schematizzazione e modellazione della struttura e dei vincoli
- Tipo di analisi effettuate
- Stampa dei risultati

### **3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

Il progetto prevede il rinforzo di una passerella pedonale, ove sarà impedito il passaggio di qualsiasi mezzo al di fuori dei pedoni, con struttura portante in acciaio e finiture in legno. Essa ha una luce massima sulla campata maggiore di 13.5m di calcolo (12.5 di luce liberea) e n. 2 luci minori con lunghezza massima di 9m circa. La luce da 13.5 m verrà realizzata con n. 1+1 trave IPE 400 in acciaio, tubolari 80x80x4 di controventamento e finitura / pavimentazione in legno spessore minimo 5 cm , mentre per le campate minori si utilizzerà 1+1 IPE 300 cono stessa controventatura come nella campata principale. La struttura principale in acciaio consentirà di conservare, almeno all'apparenza, l'apprezzabile struttura lignea originale composta da puntoni e travi in legno (che nella configurazione finale risulteranno completamente "scarichi" e quindi "appesi" alla struttura portante riprogettata e nascosta. L'assemblaggio verrà realizzato in sito con travi di peso compatibile con le lavorazioni di cantiere per mezzo di giunzioni bullonate e saldate come da disegni allegati; per il fissaggio all'esistente si è invece optato per carrelli in grado di consentire le dilatazioni longitudinali realizzati tramite tirafondi asolati vincolati tramite piastre e malte espansive alle strutture esistenti. I parapetti esistenti verranno messi a norma tramite l'inserimento di profili metallici che rinforzeranno gli esistenti in legno. Disegni esecutivi ed "as built" a cura dell'impresa esecutrice.



#### **4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nella stesura del progetto e dei calcoli delle opere di cui alla presente relazione, si è fatto esplicito riferimento alle norme che di seguito si elencano:

**D.M. 14.01.08:** Norme tecniche per le costruzioni

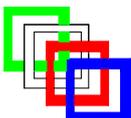
**Circolare esplicativa :** 02/02/2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)

Per quanto non espressamente indicato nelle leggi sopra ci si riferisce a:

**EUROCODICE 3:** Progetto delle strutture di Acciaio.

**EUROCODICE 5:** Progetto delle strutture di legno.

**CNR-DT 206/2007:** Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture in legno.



## 5. MATERIALI E LORO CARATTERISTICHE

### ACCIAIO da CARPENTERIA

#### Piastre e tubolari:

I materiali costituenti le parti in acciaio appartengono alla categoria S235 J0 EN10025 o con caratteristiche superiori.

Caratteristiche meccaniche:

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/NL	275	370	255	360
S 355 M/NL	355	470	335	450
S 420 M/NL	420	520	390	500
S 460 M/NL	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	400
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

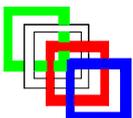
Per tutti gli acciai considerati si assumono i seguenti valori delle costanti elastiche.

E = 210000 N/mm<sup>2</sup> Modulo di elasticità normale

G = 78400 N/mm<sup>2</sup> Modulo di elasticità tangenziale

$$\gamma_M = 1.05$$

$$\gamma_{MB} = 1.25$$



**LEGNO**

**Tabella 18-3**-Classi di resistenza secondo EN 11035, per specie legnose di provenienza italiana

Proprietà		Abete / Nord			Abete / Centro Sud			Larice / Nord			Douglasia / Italia		Altre Conifere / Italia		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2/S3	S1	S2	S3
Flessione (5-percentile), MPa	$f_{mk}$	29	23	17	32	28	21	42	32	26	40	23	33	26	22
Trazione parallela alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,0,k}$	17	14	10	19	17	13	25	19	16	24	14	20	16	13
Trazione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{t,90,k}$	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
Compressione parallela alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,0,k}$	23	20	18	24	22	20	27	24	22	26	20	24	22	20
Compressione perpendicolare alla fibratura (5-percentile), MPa	$f_{c,90,k}$	2.9	2.9	2.9	2.1	2.1	2.1	4.0	4.0	4.0	2.6	2.6	4.0	4.0	4.0
Taglio (5-percentile), MPa	$f_{v,k}$	3.0	2.5	1.9											
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (medio), MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{0,mean}$	12	10.5	9.5											
Modulo di elasticità parallelo alla fibratura (5-percentile), MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{0,05}$	8	7	6.4											
Modulo di elasticità perpendicolare alla fibratura - (medio), MPa ( $\times 10^3$ )	$E_{90,mean}$	4	3.5	3.2											
Modulo di taglio (medio), MPa ( $\times 10^2$ )	$G_{mean}$	7.5	6.6	5.9											
Massa volumica (5-percentile), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_k$	380	380	380											
Massa volumica (media), kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{mean}$	415	415	415											

- Valori caratteristici: frattile al 5%  
 - Prove sperimentali con durata di 5 min.  
 - Umidità di equilibrio alle condizioni ambientali (T=20°C, UR=65%).

Per impieghi progettuali tali valori dovranno essere scalati per tener conto della **dispersione delle caratteristiche** a parità di specie legnosa ( $\gamma_M$ ), degli effetti dell'umidità, della **durata del carico** ( $k_{mod}$ )

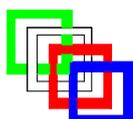
**COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA**

**Tabella 4.4.III** -Coefficienti parziali  $\gamma_M$  per le proprietà dei materiali

Stati limite ultimi	$\gamma_M$ NT	$\gamma_M$ EC5	Incr.NT
<b>- combinazioni fondamentali</b>			
legno massiccio	1,50	1,30	15 %
legno lamellare incollato	1,45	1,25	16 %
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,30	15 %
LVL, compensato, OSB	1,40	1,20	17 %
unioni	1,50	1,30	16 %
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00	1,00	0 %

**NT2008**

**CNR DT 206  
Eurocodice 5**



**Tabella 4.4.III - Coefficienti parziali  $\gamma_M$  per le proprietà dei materiali**

Stati limite ultimi	$\gamma_M$
<b>- combinazioni fondamentali</b>	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00

**Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

## STATI LIMITE DI ESERCIZIO

La deformazione istantanea si calcola usando i valori medi dei moduli elastici per le membrature e il valore istantaneo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

La deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore  $1/(1 + k_{def})$ , per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

Il coefficiente  $k_{def}$  tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità e dell'umidità del materiale.

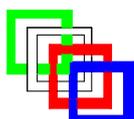


Tabella 4.4.V -Valori di  $k_{def}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio			
		1	2	3	
Legno massiccio	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00	
Legno lamellare incollato	EN 14080	0,60	0,80	2,00	
Compensato	EN 636	Parte 1	0,80	-	-
		Parte 2	0,80	1,00	-
		Parte 3	0,80	1,00	2,50
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	EN 300	OSB/2	2,25	-	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25	-
Pannello di particelle (truciolare)	EN 312	Parte 4	2,25	-	-
		Parte 5	2,25	3,00	-
		Parte 6	1,50	-	-
		Parte 7	1,50	2,25	-
Pannelli di fibre, alta densità	EN 622-2	HB LA	2,25	-	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	-
Pannelli di fibre, media densità (MDF)	EN 622-3	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	-
	EN 622-5	MDF.LA	2,25	-	-
		MDF.HLS	2,25	3,00	-

Per legno massiccio posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di  $k_{def}$  dovrà, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2,0.

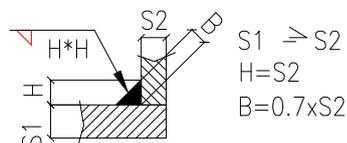
Nel caso in oggetto essendo i carichi permanenti una quota molto modesta dei carichi accidentali la verifica risulta poco significativa.

## SALDATURE

### SPECIFICHE DI SALDATURA

ECETTO DIVERSA INDICAZIONE

#### CORDONE SINGOLO



#### CORDONI CONTRAPPOSTI

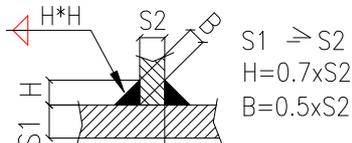


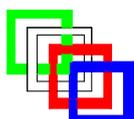
Fig. 2 . Indicazioni per saldature

SALDATURE: se non diversamente indicato le saldature saranno continue ed eseguite con cordoni d'angolo, con procedimento MIG/MAG o TIG

Criteri accettazione UNI 5817 liv. C

Si veda D.M. 14.01.08 e leggi richiamate.

Le precedenti prescrizioni riguardano elementi in Acciaio.



SAVOLDI INGEGNERIA S.R.L.

[www.savoldi-ingegneria.it](http://www.savoldi-ingegneria.it)

E-mail: info@savoldi-ingegneria.it

## BULLONI

Si utilizzano bulloni classe 8.8 con  $\gamma_{MB} = 1.25$

CLASSE VITE	$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{k,N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{d,N}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{d,V}$ (N/mm <sup>2</sup> )
4.6	400	240	240	240	170
5.6	500	300	300	300	212
6.8	600	480	360	360	255
8.8	800	640	560	560	396
10.9	1000	900	700	700	495

legenda:

$f_{k,N}$  è assunto pari al minore dei due valori  $f_{k,N} = 0.7 f_t$  ( $f_{k,N} = 0.6 f_t$  per viti di classe 6.8)

$f_{k,N} = f_y$  essendo  $f_{tb}$  ed  $f_{yb}$  le tensioni di rottura e di snervamento

$f_{d,N} = f_{k,N}$  = resistenza di calcolo a trazione

$f_{d,V} = f_{k,N} / \sqrt{2}$  = resistenza di calcolo a taglio

## CARPENTERIA E CONNESSIONI METALLICHE

Accessori metallici in acciaio tipo S235 / S355 secondo CNR-UNI 10011, trattati con zincatura a caldo o mano di antiruggine, necessari per il collegamento degli elementi in legno e di questi alle strutture di appoggio, nonché le strutture di irrigidimento e controventatura come dagli elaborati esecutivi (bulloni, chiodi, scarpe angolari, ecc.).

Il calcolo ed i parametri di sollecitazione seguiranno le indicazioni delle CNR 10011 e delle NTC 2008.

Le saldature in opera, salvo specifica prescrizione, saranno effettuate con elettrodo di tipo basico e di resistenza unitaria uguale o superiore a quella del materiale da saldare ovvero in acciaio S355.

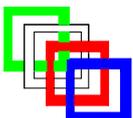
## FONDAZIONI

Si adottano i seguenti materiali

Malta tipo "EMACO S5" o similare/equivalente con :

Resistenza di contatto del giunto è  $f_j = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd}$

assumendo  $\beta_j = 2/3$  e  $k_j = 1$  si ottiene  $f_j = 9.2$  MPa quindi  $f_{cd} \geq 13.8$  MPa



**AZIONI ESTERNE**

**AZIONI DEL VENTO DM 14.01.08: Í Norme tecniche costruzioniÍ e circ. esplicativa:**



$P = q_{ref} \times C_e \times C_p \times C_d$  pressione del vento

Pressione cinetica di riferimento  $q_{ref}$

$V_{ref}(T_r) = r \cdot V_{ref}$

$r = 0.65 \times \left\{ 1 - 0.14 \times \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \right\} =$

= coefficiente funzione del periodo di ritorno.

$V_{ref}$  = velocità di riferimento vento associata a  $T_r = 50$  anni

$V_{ref} = 25$  m/s velocità vento per  $a < a_0$

Fig. 3 . Mappa del vento

$T_r = 50$  anni ;  $\alpha_r = 0.65 \times \left\{ 1 - 0.14 \times \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{50} \right) \right] \right\} = 1$   $V_{ref50} = 1 \times 25$  m/s = 25m/s per cui:

$q_{ref} = \frac{V_{ref}^2}{1,6} = \frac{25^2}{1,6} = 390$  N/m<sup>2</sup>

Coeff. di esposizione  $C_e$

$C_e = K_r^2 \times C_t \times \ln \left( \frac{z}{z_o} \right) \times \left[ 7 + C_t \times \ln \left( \frac{z}{z_o} \right) \right]$  per  $z \geq z_{min}$

$C_e(z) = C_e \times (z_{min})$  per  $z < z_{min}$   
 → Cl.C: [Classe rugosità terreno]

→ Cat. III

Coeff. di forma  $C_p$

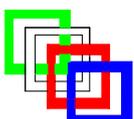
$E\phi$  funzione della tipologia e della geometria della costruzione

$C_p = +0.8$  elementi sopravento con  $\alpha \geq 60^\circ$  sull'orizzontale

$C_p = +0.03 \alpha - 1$  elementi sopravento con  $20^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$  sull'orizzontale

$C_p = -0.4$  elementi sottovento con  $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$

$C_p = -0.4$  elementi sottovento



Pressioni:

$$q_{ref} \times C_e \times C_p \times C_d = p(N / m^2) = 390 \text{ N/ m}^2 \times C_e \times C_p \times C_d$$

Le combinazioni dei coefficienti vengono effettuate in automatico dal programma di calcolo.

Oltre al vento  $\bar{v}$  viene analizzata la situazione  $\bar{v} + \bar{v}$  con pressione interna.

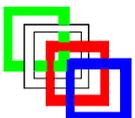
## CARICO NEVE

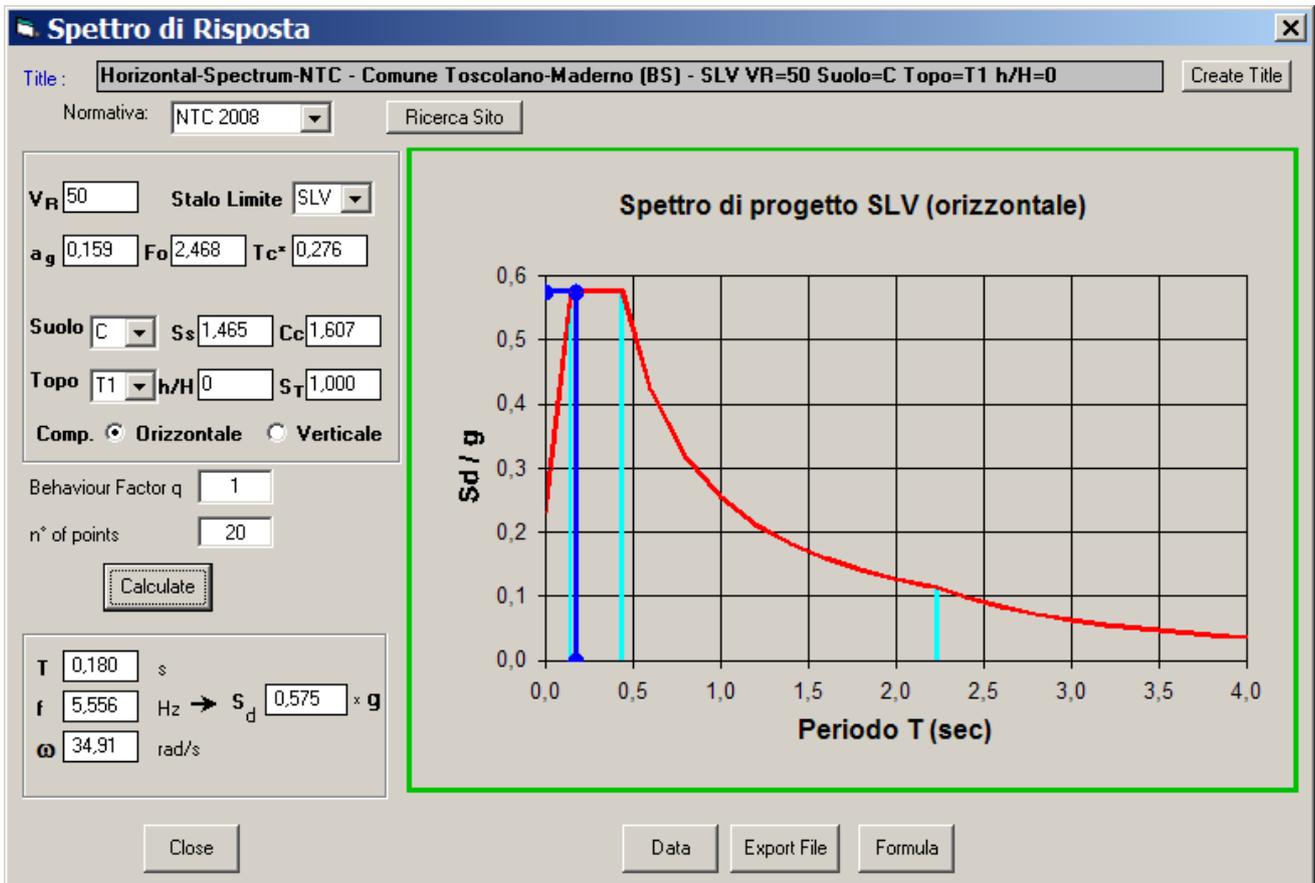
DM 14.01.08: Norme tecniche costruzioni e circ. esplicativa

$$q_{sk} = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

## CARICO SISMA

Il Comune di Toscolano Maderno è inserito (D.M. 14/01/2008) in zona sismica, pertanto, ai sensi e per gli effetti D.M. 14/01/2008, nelle due direzioni principali vale:





Schematizzazione azione sismica (vista la semplicità della struttura) e modo di vibrare con 90% massa partecipata

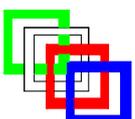
N.B: SI PRECISA LA SCARSA INFLUENZA DEL SISMA PER LEGGEREZZA E FLESSIBILITÀ DELLE STRUTTURE, OLTRE CHE PER LA MANCANZA DI SOLETTE CARICATE CON AZIONI ACCIDENTALI (SOLO VENTO E NEVE CON COEFFICIENTE DI PARTECIPAZIONE PARI A ZERO OLTRE AL PERMANENTE CON VALORE LIMITATO ó PACCHETTO + STRUTTURE IN LEGNO).

Per l'analisi sismica, come già anticipato, si esegue un'analisi lineare dinamica a spettro di risposta. Data la tipologia strutturale (struttura intelaiata) ci si aspetta che la massa partecipante sia concentrata in pochi modi di vibrare (i primi).

Le masse sismiche calcolate sono le seguenti:  $G + \sum_i \psi_i \cdot Q_i = G$  (tab. 2.5.I. NTC2008) dal momento che vento e neve ( $h < 1000\text{m s.l.m.}$ ) non partecipano all'analisi sismica.

#### ANALISI DINAMICA

Si esegue dapprima un'analisi delle frequenze naturali proprie. Questi sono i modi di vibrare principali



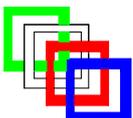
SPECTRAL RESPONSE ANALYSIS

SPECTRAL TABLE:

Mode	Period (s)	Spectral value Sd/g	Excitation	Amplitude (%)	Participation
1	0,1800	0,57506	1,498E-16	7,073E-20	0,000
3	0,0201	0,28317	1,417E-14	4,093E-20	0,000
5	0,0105	0,26202	2,719E+02	1,975E-04	86,560
8	0,0035	0,24679	8,755E+01	6,885E-06	8,975
9	0,0022	0,24382	4,876E+01	1,460E-06	2,783

Come è possibile constatare è decisamente superiore all'85% previsto dalla normativa. L'analisi sismica, viene condotta un'analisi dinamica a spettro di risposta, introducendo uno smorzamento pari al 5% (valore tipico che si ritrova nella letteratura tecnica) applicato direttamente a ciascun modo di vibrare. La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi viene fatta secondo SRSS.

Si presenta la trattazione **con  $q=1$** , caso di struttura non dissipativa, a dimostrazione della bassa incidenza dell'azione sismica su questa tipologia di strutture leggere. Si utilizza il valore massimo a favore di sicurezza.



## **6. CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA**

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici (per analisi sismica vedere paragrafo dedicato).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale.

Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazione secondo X,Y,Z, rotazioni attorno X,Y,Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F}$$

Dove

$\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza

$\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali

$\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ.

Gli elementi utilizzati per la modellazione sono:

Elemento tipo **TRUSS** (biella)

Elemento tipo **BEAM** (trave)

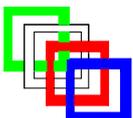
Elemento tipo **CUT-OFF BAR** (biella resistente a forze di trazione e/o compressione indicate)

I suddetti elementi sono di norma compresi nella libreria prevista dai più diffusi programmi di analisi agli elementi finiti.

## **ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO ADOTTATO**

Il codice di calcolo adottato è della famiglia Sap, licenza rilasciata a Savoldi Ingegneria S.r.l.

Per affidabilità del software dei risultati si rimanda al link: [www.2si.it](http://www.2si.it) . I risultati vengono confrontati con altri programmi di calcolo per validarne i risultati (Straus7).



## **7. MODELLAZIONE DELLE SEZIONI e MATERIALI**

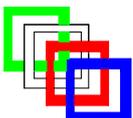
### **LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI**

Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

<b>1</b>	<u>sezione di tipo generico</u>
<b>2</b>	<u>profilati semplici</u>
<b>3</b>	<u>profilati accoppiati e speciali</u>
<b>4</b>	<u>sezioni definite dall'utente</u>

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b><u>A</u></b>	<u>area della sezione</u>	
<b><u>Jt</u></b>	<u>fattore torsionale di rigidezza</u>	
<b><u>J11</u></b>	<u>momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 1</u>	
<b><u>J22</u></b>	<u>momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2</u>	



## 8 SCHEMATIZZAZIONE E MODELLAZIONE AZIONI, STRUTTURA E VINCOLI

### Combinazioni di carico in base a DM 14.01.08

$$R_d \geq \gamma_G G_k + \sum \gamma_F Q_{K,i} \quad , \text{dove}$$

$$R_d = \frac{R_K}{\gamma_M} \quad \text{è la resistenza di progetto,}$$

$R_K$  è la resistenza caratteristica del materiale, che nel caso di verifica dello S.L.S. è il carico di snervamento (o il carico con deformazione permanente allo 0,2%)

$\gamma_M$  è il coefficiente parziale di sicurezza del materiale soggetto a condizioni di carico statiche.

### Coefficienti parziali

Il valore di progetto delle azioni dovranno combinarsi con i seguenti coefficienti parziali per la combinazione A1 STR:

$$\gamma_G G_k + \gamma_F Q_{K,i} \quad , \text{dove}$$

$\gamma_G = 1.3$  è il coefficiente di amplificazione dell'azione permanente per DM 14.01.08 se sfavorevole

$G_K$  è il valore dell'azione permanente (es: peso proprio struttura, peso copertura, etc)

$\gamma_F = 1.5$  è il coefficiente di amplificazione dell'azione variabile quando si considera agente da sola

$Q_{K,i}$  è il valore dell'azione variabile considerata agente singolarmente

Per i coefficienti di combinazione ci si riferisce alla Tab. 2.5.I del D.M. 14.01.08  
Si vedano per modellazione le immagini seguenti.

### TIPO DI ANALISI EFFETTUATE

In seguito vengono riportati i risultati ottenuti dall'analisi al calcolatore esaminati in forma tabulare (azioni interne e sforzi) e grafica.

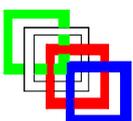
Le analisi, di tipo elastico lineare sono state eseguite adottando elementi di tipo trave. Le sezioni utilizzate, su indicazione della committenza, sono classificabili in base ad UNI EN 1995-1-1 (legno).

Dai tabulati si possono estrarre i valori delle azioni interne in corrispondenza degli estremi (End 1 ed End 2) degli elementi (Beam) del modello:

Azione di taglio lungo l'asse di minima inerzia della sezione	Shear force 1
Azione flettente lungo l'asse di minima inerzia della sezione	Bending Moment 1
Azione di taglio lungo l'asse di massima inerzia della sezione	Shear force 2
Azione flettente lungo l'asse di massima inerzia della sezione	Bending Moment 2
Azione assiale	Axial Force
Azione Torcente	Torque

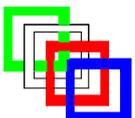
e quindi degli sforzi:

Sforzo massimo di compressione nella sezione	Min Fibre Stress
Sforzo massimo di trazione nella sezione	Max Fibre Stress



Sforzo medio di taglio nella direzione di minima inerzia	Mean Shearing Stress 1
Sforzo medio di taglio nella direzione di massima inerzia	Mean Shearing Stress 2
Sforzo massimo di taglio nella direzione di minima inerzia	Mean Shearing Stress 1
Sforzo massimo di taglio nella direzione di massima inerzia	Mean Shearing Stress 2
Sforza massimo torsionale	Max Torsional Stress

**Si vedano le immagini seguenti per modellazione**



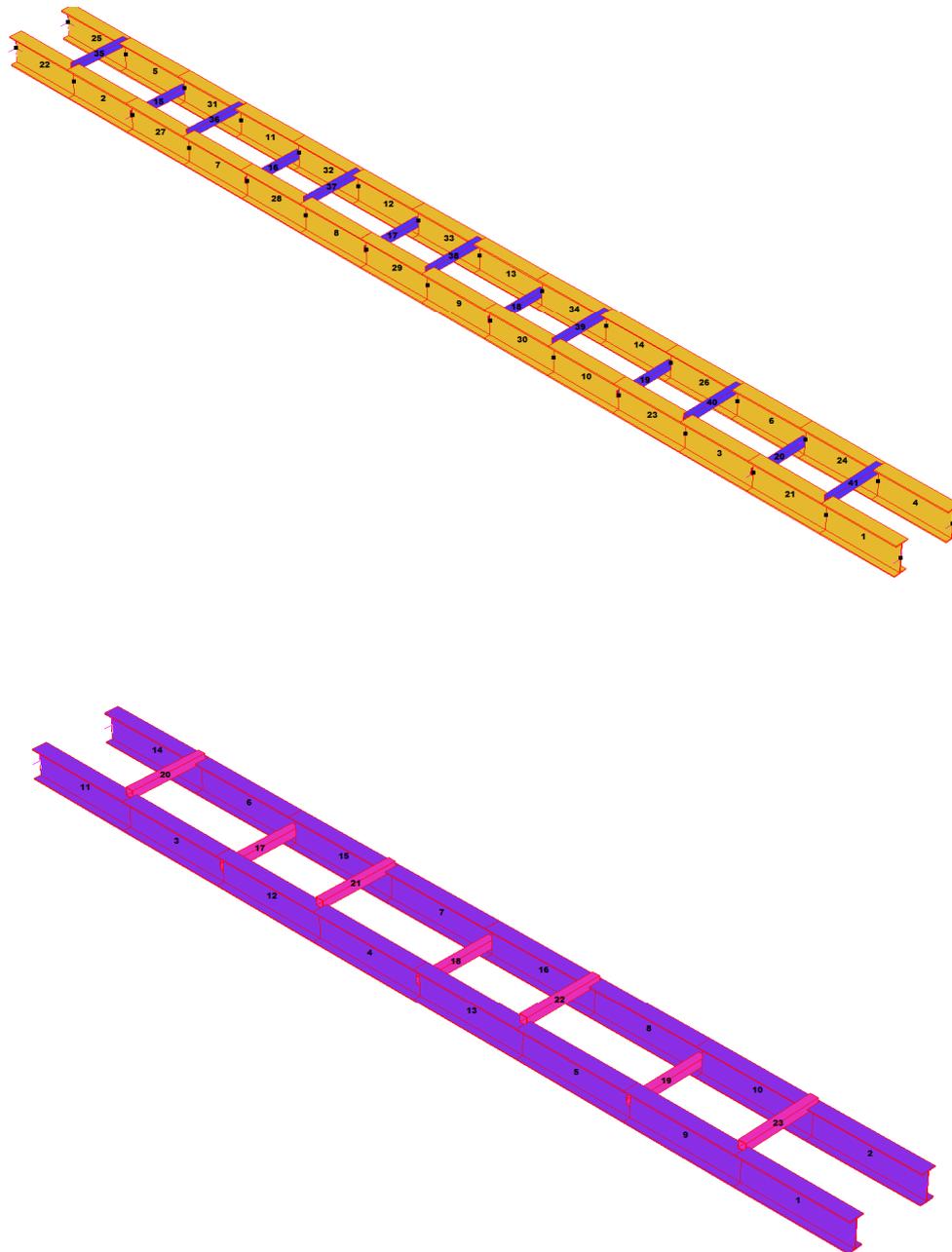
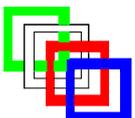


Fig. 4 Modello campata principale luce 13.5m e campata secondaria luce 9 m





### 9.2 SLU - Tasso lavoro del materiale per carichi significativi

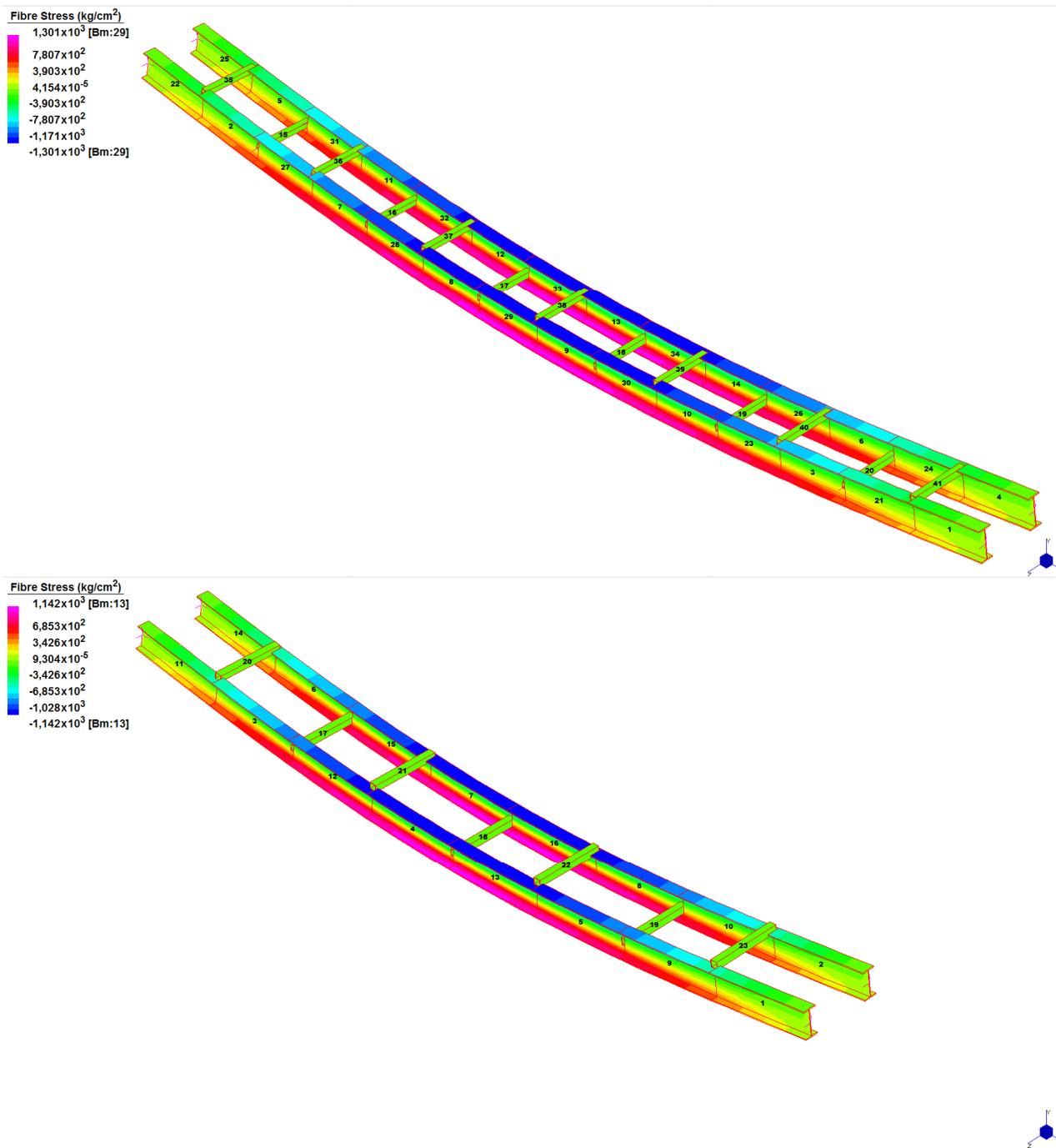
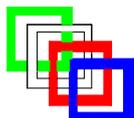


Fig. 6 - Tasso di lavoro SLU: sopra luce maggiore, sotto luce minore

Carico Accidentale in base a DM 14.01.08 : Schema di carico 5: 500 daN/m<sup>2</sup>



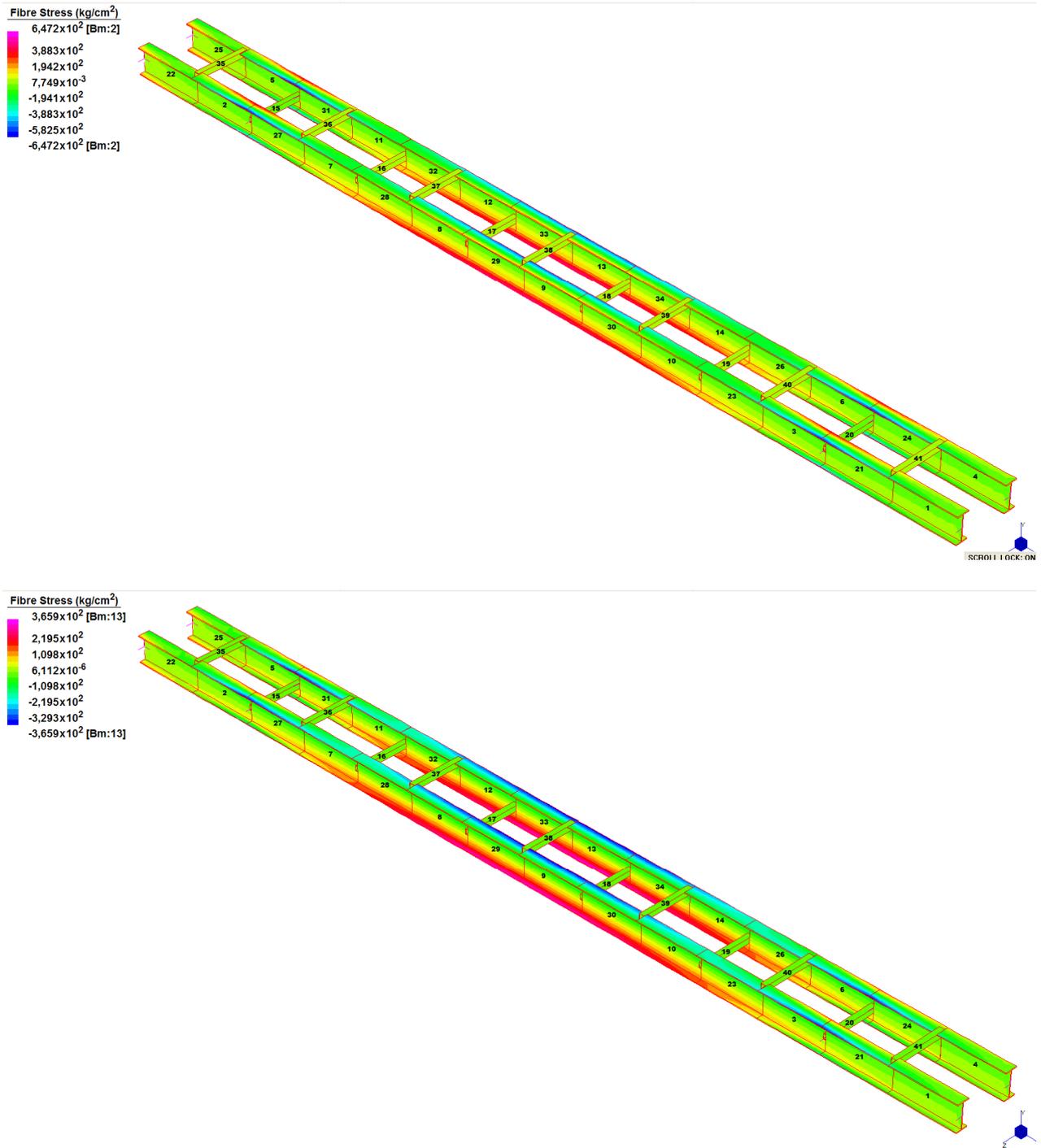
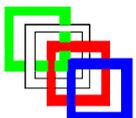


Fig. 7 - Tasso di lavoro: sopra luce maggiore per carico vento, sotto luce maggiore per carico sismico



### 9.3 DEFORMAZIONE SLE PER CARICHI MASSIMI

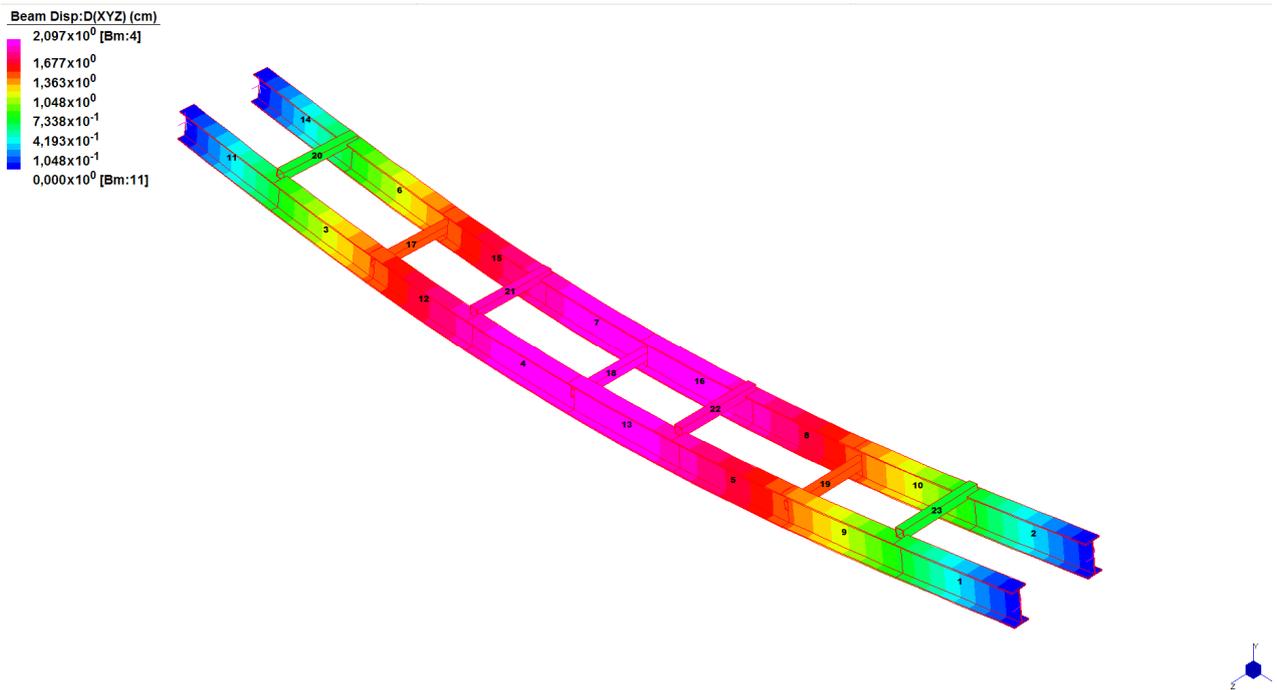
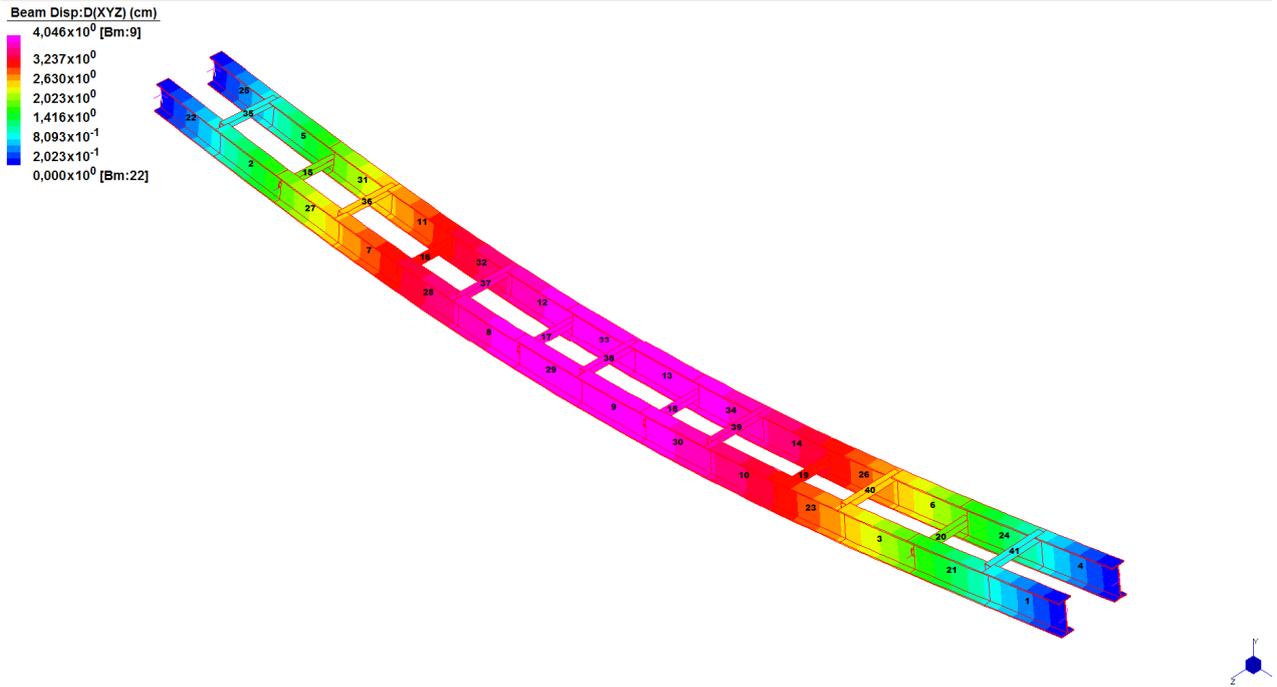
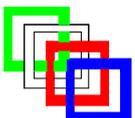


Fig. 8 a, b : Deformazione massima SLE sopra luce maggiore:, sotto luce minore

Carico Accidentale in base a DM 14.01.08 : Schema di carico 5: 500 daN/m<sup>2</sup>

Valori entro i limiti imposti



## 9.4 VERIFICA ELEMENTI IN LEGNO

Il piano di calpestio è composto da pannelli in legno  $s_p=50\text{mm}$  con assenti da  $100\text{mm}$  vincolati con viti M8 ad ogni traverso metallico sottostante, luce massima  $800\text{ mm}$  e nel caso maggiormente sollecitato risulta quanto sotto.

Sollecitazione e resistenza a favore della sicurezza:

$$M_{\text{soll}} = 360 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{res}} = 417 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{soll}} = 1.0 \text{ kN}$$

$$V_{\text{res}} = 0.9 \text{ kN}$$

## 9.5 VERIFICA FREQUENZA MINIMA e ANALISI DI BUCKLING

La verifica della frequenza, posto il limite consigliato in normativa di  $3\text{Hz}$ , restituisce i seguenti risultati:

### MODE PARTICIPATION

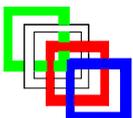
Mode	Frequency (Hz)	Period (s)	PF*
1	5,555E+00	0,18002	43,876
2	2,221E+01	0,04503	0,000
3	4,983E+01	0,02007	3,594
4	8,761E+01	0,01141	0,000
5	9,558E+01	0,01046	45,011
6	1,322E+02	0,00756	0,530
7	1,732E+02	0,00577	0,000
8	2,819E+02	0,00355	4,667
9	4,542E+02	0,00220	1,447
10	6,036E+02	0,00166	0,571

VERIFICA BUCKLING (VALORI NEGATIVI O ENTRO LIMITI PER I QUALI NON è RICHIESTO APPROFONDIRE ANALISI)

### FINAL BUCKLING RESULTS

#### CALCULATED BUCKLING LOAD FACTORS

1	-1.45951788E+01
2	-2.10152773E+01
3	-2.19744506E+01
4	-2.32926787E+01
5	-2.44696222E+01
6	-2.67028098E+01
7	-2.71034094E+01



8	-3.38100861E+01
9	-3.43391076E+01
10	-7.02071913E+01
11	-8.15830202E+01
12	-1.25254033E+02
13	1.33366521E+02
14	-1.42785516E+02
15	-1.66866788E+02
16	-2.01600989E+02
17	2.06285792E+02
18	2.44790859E+02

## 9.7 AZIONI TERMICHE

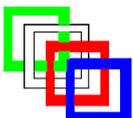
Quest'ultima condizione viene automaticamente verificata considerando i vincoli (carrello ottenuto con asolatura nella direzione longitudinale - vedere schemi allegati) oltre ai giochi foro-bullone lasciati per tolleranze di montaggio.

Per distorsioni dovute ad effetti termici.

Si effettua la verifica per un  $\Delta T = 25^\circ\text{C}$  per dilatazione all'estremità dovuta ad un allungamento pari a 4 mm, quindi consentita dalle asolature presentate nei disegni allegati.

## **10. VERIFICA PROFILI METALLICI**

### 10.1 TRAVI PRINCIPALI



IPE 400      Acciaio S235 (Fe360)      fy (N/mm2) 235

$N_{Sd}$  [kN] 0

**Inflessione attorno all'asse**

	y - y	z - z
$I_0$ [m]	13,5	8
Snellezza $\lambda$	81,57	75,95
$N_{b,Rd}$ [kN]	1.426	1.359
$M_Q$ [kNm]	165,55	0
$\beta_M$	1,3	1,3
$\mu$	-1,086	-0,568
k	1	1
$M_{c,Rd}$ [kNm]	292,5	51,25
$M_{Sd}$ [kNm]	165,6	0

Momenti all'estremità  
 Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano  
 Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano più momenti d'estremità

Resistenza della sezione 0,320 OK ?

Instabilità flesso-torsionale 0,644 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 1 - EC3 #5.5.4.(1)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0 + 0,566 + 0 = 0,566$$

OK

IPE 400      Acciaio S235 (Fe360)      fy (N/mm2) 235

$z_a$  [mm] 200      L [m] 3,0 =  $I_{0z}$  [m]

Resistenza della membratura all'instabilità flesso-torsionale - EC3

Momenti all'estremità       Carichi trasversali  
 $C_1$  1,132       $C_2$  0,459       $C_3$  0,525

Coefficienti di lunghezza efficace

$k$  1       $k_\psi$  1,0

Momento resistente di progetto all'instabilità flesso-torsionale (solo My) - EC3 #5.5.2.

$M_{cr}$  [kNm] = 520,6       $M_{c,Rd}$  [kNm] = 292,5

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{M_{c,Rd} \gamma M_0}{M_{cr}}} = 0,768$$

$\chi_{LT} = 0,813$        $M_{b,Rd}$  [kNm] = 237,9

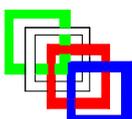
Resistenza all'instabilità flesso torsionale (flessione e compressione)- Classe 1/2 - EC3 #5.5.4. (2)

$N_{Sd}$  [kN] 8       $M_{y,Sd}$  [kNm] 165,5       $M_{z,Sd}$  [kNm] 0

$$\frac{N_{Sd}}{N_{bz,Rd}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{M_{b,Rd}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = \frac{8}{1.359} + \frac{1 \times 165,5}{237,9} + \frac{1,015 \times 0}{51,25}$$

$$= 0,006 + 0,696 + 0 = 0,701$$

OK



IPE 300      Acciaio S235 (Fe360)      fy (N/mm2) 235

$N_{Sd}$  [kN] 0

**Inflessione attorno all'asse**

	y - y	z - z
$I_0$ [m]	9	8
Snellezza $\lambda$	72,23	89,55
$N_{b,Rd}$ [kN]	978,9	754,7
$M_Q$ [kNm]	47,41	0
$\beta_M$	1,3	1,3
$\mu$	-0,949	-0,780
k	1	1
$M_{c,Rd}$ [kNm]	140,6	28,02
$M_{Sd}$ [kNm]	47,41	0

Momenti all'estremità  
 Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano  
 Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano più momenti d'estremità

Resistenza della sezione 0,114    OK ?

Instabilità flessio-torsionale 0,402    OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 1 - EC3 #5.5.4.(1)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0 + 0,337 + 0 = 0,337$$

OK

---

IPE 300      Acciaio S235 (Fe360)      fy (N/mm2) 235

$z_a$  [mm] 200      L [m] 3,0 =  $I_{0z}$  [m]

Coefficienti C  
 Momenti all'estremità     Carichi trasversali  
 $C_1$  1,132     $C_2$  0,459     $C_3$  0,525

Coefficienti di lunghezza efficace  
 $k$  1     $k_\psi$  1,0

Momento resistente di progetto all'instabilità flessio-torsionale (solo My) - EC3 #5.5.2.

$M_{cr}$  [kNm] = 174,1       $M_{c,Rd}$  [kNm] = 140,6

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{M_{c,Rd} \gamma M_0}{M_{cr}}} = 0,921$$

$\chi_{LT} = 0,720$        $M_{b,Rd}$  [kNm] = 101,3

---

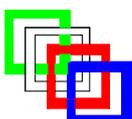
Resistenza all'instabilità flessio torsionale (flessione e compressione)- Classe 1/2 - EC3 #5.5.4. (2)

$N_{Sd}$  [kN] 8     $M_{y,Sd}$  [kNm] 47,41     $M_{z,Sd}$  [kNm] 0,0

$$\frac{N_{Sd}}{N_{bz,Rd}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{M_{b,Rd}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = \frac{8}{754,7} + \frac{1 \times 47,41}{101,3} + \frac{1,033 \times 0}{28,02}$$

$$= 0,011 + 0,468 + 0 = 0,479$$

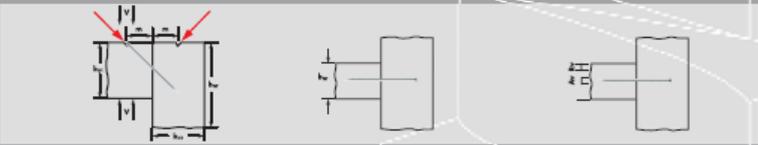
OK



**10.2 VERIFICA DEL FISSAGGIO PARTI LIGNEE: si propongono fissaggi sotto riportati**



## Il sistema più veloce e sicuro per le connessioni del legno



KONSTRUX Connettore a vite XT				Trave secondaria Altezza		Trave principale Altezza		Trave secondaria Larghezza		Trave principale Larghezza		Misura di montaggio Angolo avvitamento 45°		Portata conforme alla certificazione		
				Abmessungen mm		minimo h <sub>tr</sub>	minimo h <sub>tr</sub>	minimo b <sub>tr</sub>	minimo b <sub>tr</sub>	m	Angolo	Valori amm.	Valori cort.	Numero connettori		
d <sub>1</sub>	L	d <sub>2</sub>	mm	mm	mm	mm	mm	°	V <sub>amm.</sub> (KN)	R <sub>yk</sub> (KN)	Coppie					
8,0	x 155	10	120	120	80	60	60	45	3,82	8,68	1					
8,0	x 155	10	120	120	120	60	60	45	7,63	17,36	2					
8,0	x 155	10	120	120	160	60	60	45	11,45	26,05	3					
8,0	x 155	10	120	120	200	60	60	45	15,26	34,73	4					
8,0	x 195	10	140	140	80	70	70	45	4,80	10,92	1					
8,0	x 195	10	140	140	120	70	70	45	9,60	21,84	2					
8,0	x 195	10	140	140	160	70	70	45	14,40	32,77	3					
8,0	x 195	10	140	140	200	70	70	45	19,20	43,69	4					
8,0	x 220	10	160	160	80	80	80	45	5,42	12,32	1					
8,0	x 220	10	160	160	120	80	80	45	10,83	24,65	2					
8,0	x 220	10	160	160	160	80	80	45	16,25	36,97	3					
8,0	x 220	10	160	160	200	80	80	45	21,67	49,29	4					
8,0	x 245	10	180	180	80	90	90	45	6,03	13,72	1					
8,0	x 245	10	180	180	120	90	90	45	12,06	27,45	2					
8,0	x 245	10	180	180	160	90	90	45	18,10	41,17	3					
8,0	x 245	10	180	180	200	90	90	45	24,13	54,89	4					
8,0	x 295	10	220	220	80	110	110	45	7,26	16,52	1					
8,0	x 295	10	220	220	120	110	110	45	14,53	33,05	2					
8,0	x 295	10	220	220	160	110	110	45	21,79	49,57	3					
8,0	x 295	10	220	220	200	110	110	45	29,05	66,09	4					
8,0	x 330	10	240	240	80	120	120	45	8,12	18,48	1					
8,0	x 330	10	240	240	120	120	120	45	16,25	36,97	2					
8,0	x 330	10	240	240	160	120	120	45	24,37	55,45	3					
8,0	x 330	10	240	240	200	120	120	45	32,50	73,94	4					

R<sub>yk</sub> resistenza valore caratteristico secondo  
ENV 1995-1-1:1994-04 e rispettivamente DIN 1052:2004 08  
\*Holzbaukatalog\* 2004 ISBN 9783-87111-04-13:5-5  
calcolati per peso specifico apparente del legno p<sub>k</sub> 380 kg/m<sup>3</sup>

L'inserimento dei connettori a vite è possibile sia dall'alto che dal basso (foto visibile).

Avvitare i connettori a vite nella trave secondaria in modo che la profondità di avvitamento nella trave secondaria ed in quella principale siano uguali.

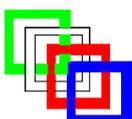
V<sub>amm.</sub> carico amm. consiglio  
V<sub>amm.</sub> = R<sub>yk</sub> x 0,8 K<sub>mod</sub> ; γ<sub>m</sub> 1,3 : 1,4  
1,4 coefficiente di sicurezza medio  
Appoggio trave principale incastro

**Distanza dai bordi e interasse**  
Connettore a vite XT 8

R <sub>v</sub>		A <sub>v</sub>
mm	mm	mm
30	20	20

**Attenzione:** I valori indicati servono solamente come aiuto per la pianificazione. I progetti vanno calcolati esclusivamente da persone autorizzate.

E.u.r.o.Tec GmbH · Unter dem Hofe 5 · D-58099 Hagen  
Tel. 0049 (0)2331 62 45-0 · Fax 0049/2331 62 45-200 · e-mail: info@eu-ro-tec.de · www.eu-ro-tec.de



### 10.3 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI / REAZIONI VINCOLARI / VERIFICA DEI VINCOLI ALLE PILE ESISTENTI

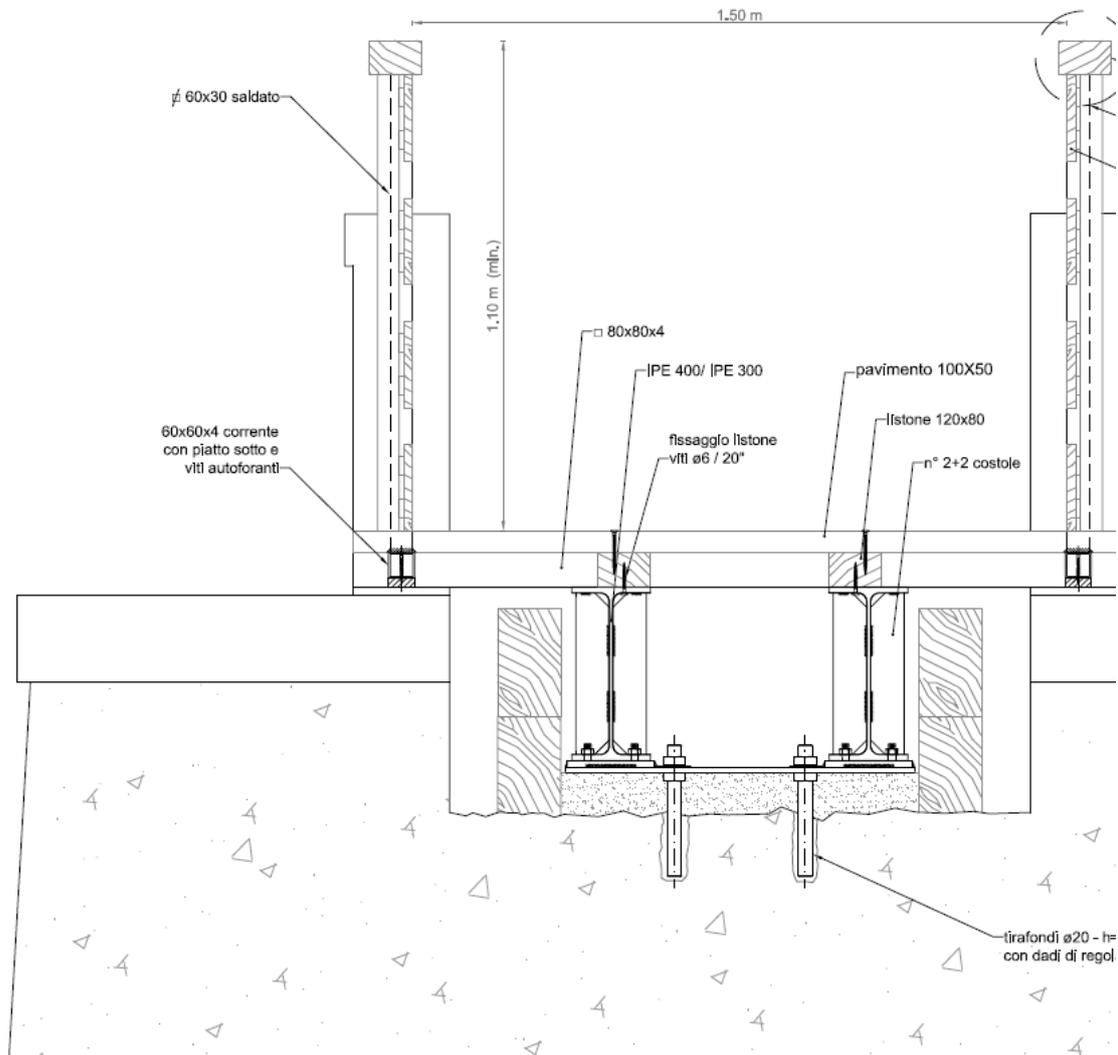


Fig. 9 Sezione di progetto con indicazione dei vincoli alle pile esistenti

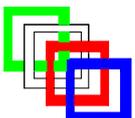
Si adottano i seguenti materiali

Malta tipo "EMACO S5" o similare/equivalente con :

Resistenza di contatto del giunto è  $f_j = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd}$

assumendo  $\beta_j = 2/3$  e  $k_j = 1$  si ottiene  $f_j = 9.2$  MPa quindi  $f_{cd} \geq 13.8$  MPa

e tirafondi descritti e verificati nelle pagine seguenti.



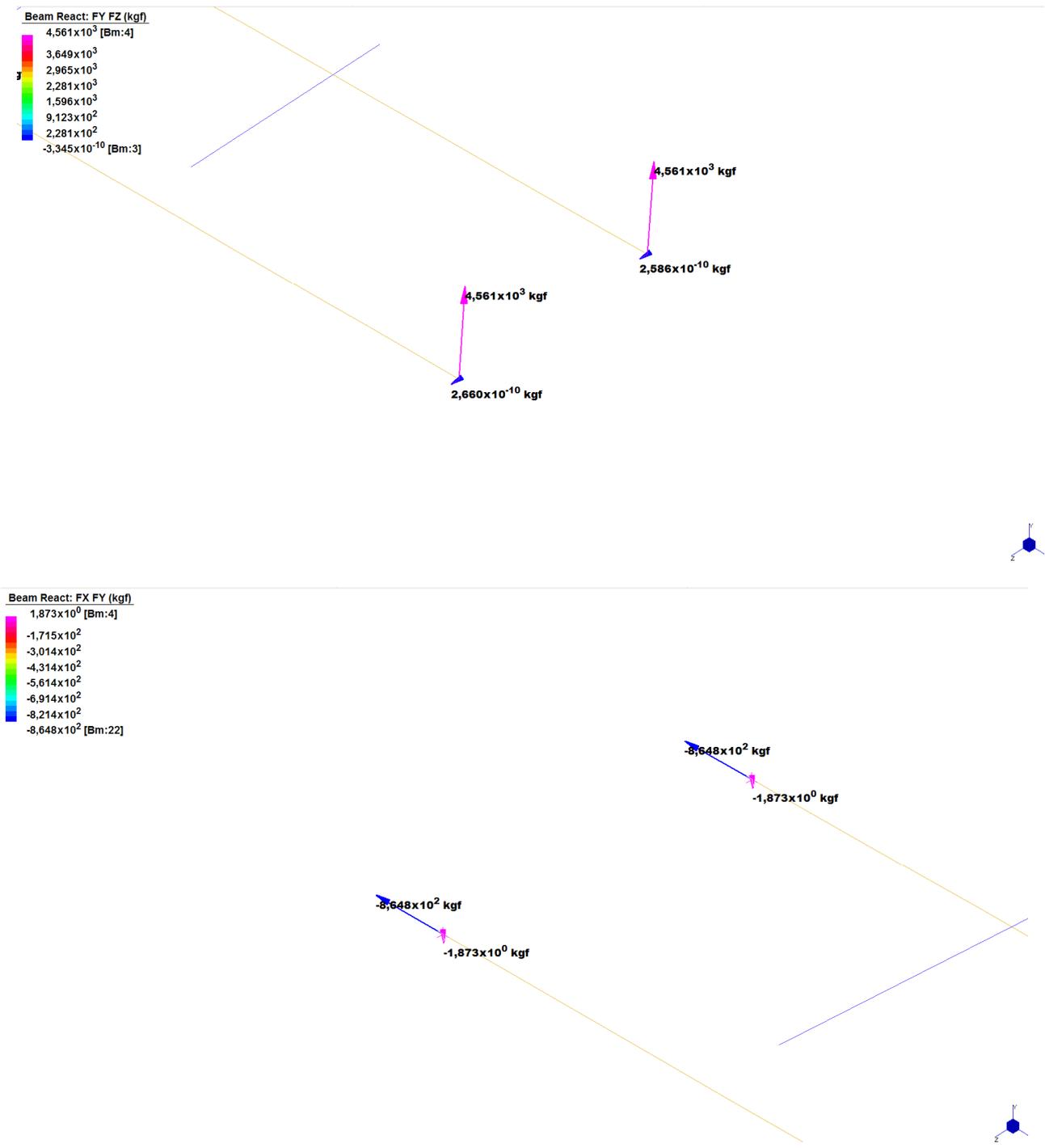
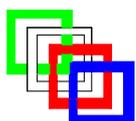


Fig. 10 Stati limite dei vincoli a terra . Reazioni massime individuate . Vedere seguito





## **11. CONCLUSIONE**

Visti i risultati dei calcoli si può concludere che la struttura oggetto di studio della presente relazione è idonea a sopportare le azioni indotte dai carichi di progetto.

Il tecnico rimane a disposizione per chiarimenti.

A norma di legge si vieta la copia, la riproduzione e la diffusione della presente

