

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

### PROGETTO DEFINITIVO

### POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA

### INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI

### FABBRICATI E PIAZZALI

Shelter 1° marciapiede: Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

IR0B 01 D 10 CL FV0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Dinelli 	Luglio 2020	S.Paoloni 	Luglio 2020	T.Paoletti 	Luglio 2020	L.Berardi Luglio 2020 

File : IR0B.01.D.10.CL.FV01.0.0.001.A.docx

n. Elab.:

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
3.1	NORMATIVA .....	7
3.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	7
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>8</b>
4.1.1	ACCIAIO CARPENTERIA METALLICA.....	8
4.1.2	CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI .....	9
4.1.3	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	9
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....</b>	<b>11</b>
5.1.1	COMBINAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA .....	13
5.1.2	COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI .....	13
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE STRUTTURALE .....</b>	<b>14</b>
6.1	CODICE DI CALCOLO.....	14
6.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	14
6.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	15
6.4	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	16
6.5	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	16
<b>7</b>	<b>ANALISI MODALE.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>19</b>
8.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA .....	19
8.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	19
8.3	CARICHI VARIABILI.....	20
8.4	AZIONE TERMICA.....	20
8.5	CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA.....	21
8.6	AZIONE DEL VENTO SULLA PENSILINA .....	23
8.1	PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI .....	25
8.2	AZIONE SISMICA .....	27
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>28</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE METALLICHE.....</b>	<b>33</b>

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	3 di 58

<b>10.1</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE COLONNE IPE300 .....</b>	<b>34</b>
<b>10.2</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI IPE 300.....</b>	<b>36</b>
<b>10.3</b>	<b>VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI IPE 100.....</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELLA STRUTTURA METALLICA.....</b>	<b>41</b>
<b>11.1</b>	<b>TRAVI DELLA COPERTURA- SPOSTAMENTI VERTICALI.....</b>	<b>42</b>
11.1.1	VERIFICA DELLE FRECCIA DELLA TRAVE IPE100 IN MEZZERIA.....	42
<b>11.2</b>	<b>COLONNE - SPOSTAMENTI ORIZZONTALI .....</b>	<b>44</b>
11.2.1	VERIFICA SPOSTAMENTI ORIZZONTALI A QUOTA 2.80M.....	44
11.2.2	VERIFICA SPOSTAMENTI ORIZZONTALI A QUOTA 3.50M.....	45
<b>11.3</b>	<b>VERIFICA AGLI SLE.....</b>	<b>45</b>
11.3.1	VERIFICA SPOSTAMENTI ORIZZONTALI A QUOTA 2.80M.....	45
11.3.2	VERIFICA SPOSTAMENTI ORIZZONTALI A QUOTA 3.50M.....	46
<b>12</b>	<b>VERIFICA PIASTRA DI BASE .....</b>	<b>47</b>
<b>13</b>	<b>VERIFICA DEL PLINTO .....</b>	<b>53</b>

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Potenziamento della linea Foligno-Terontola", rientrano gli interventi di semplificazione e velocizzazione ed upgrade tecnologico presso la stazione di Assisi. Le attività prevedono la velocizzazione degli itinerari in deviata, l'adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione e dei relativi sottopassi pedonali e l'upgrading tecnologico dell'impianto esistente ACEI in un più moderno apparato ACC.

Il Programma di Esercizio fornito come input di base dalla Committenza prevede interventi di semplificazione e velocizzazione dell'impianto. In particolare sono previste le seguenti lavorazioni:

- Sostituzione delle comunicazioni esistenti a 30 km/h con comunicazioni a 60 km/h
- Realizzazione di tronchini di indipendenza per i binari di precedenza
- Adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione
- Costruzione nuovo sottopasso pedonale

Per la stazione di Assisi è inoltre previsto, come detto in precedenza, l'upgrade tecnologico dell'attuale apparato (con ACC telecomandabile) e conseguente riconfigurazione del Posto Centrale.

L'inizio dell'intervento è previsto alla progressiva Km 14+800 circa e termina alla progressiva Km 16+450 circa.

E' prevista la modifica dell'attuale PRG di stazione allo schematico comunicato dal Cliente, la realizzazione di un nuovo sottopasso e dei collegamenti perdonali (rampe scale ed ascensori), innalzamento dei due marciapiedi esistenti ad H=55cm. Inoltre, verrà prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale in aggiunta a quello esistente.

Entrambi i marciapiedi verranno dotati di due nuove pensiline ferroviarie in continuità a quelle esistenti a copertura del nuovo sottopasso.

A tal proposito, si evidenzia che per quanto riguarda il marciapiede ad isola, per il soddisfacimento del Programma di Esercizio anzidetto, si viene a determinare un ampliamento di circa 2m della banchina lato III binario. Per quanto riguarda la pensilina attuale prevista sul marciapiede del II e III binario si è deciso, d'intesa con la DTP RFI, di non intervenire sull'ampliamento della pensilina esistente su detta banchina, in virtù del vincolo presente da parte della sovrintendenza BBCC sul fabbricato viaggiatori.

Verrà previsto un nuovo Fabbricato Tecnologico per ospitare la cabina ACC, i locali tecnologici e la Cabina MT/BT, quest'ultima necessaria per una migliore gestione dei carichi elettrici presenti in stazione.

Saranno previsti inoltre, dal punto di vista impiantistico:

- illuminazione punte scambi;
- impianti RED;
- illuminazione scale, sottopasso, banchine
- impianti IaP e DS

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	5 di 58

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Oggetto del presente documento è il calcolo dello shelter posto sul 1° marciapiede della stazione di Assisi.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 50 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso II ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso  $C_u=1.0$ .

La struttura metallica della pensilina risulta composta da:

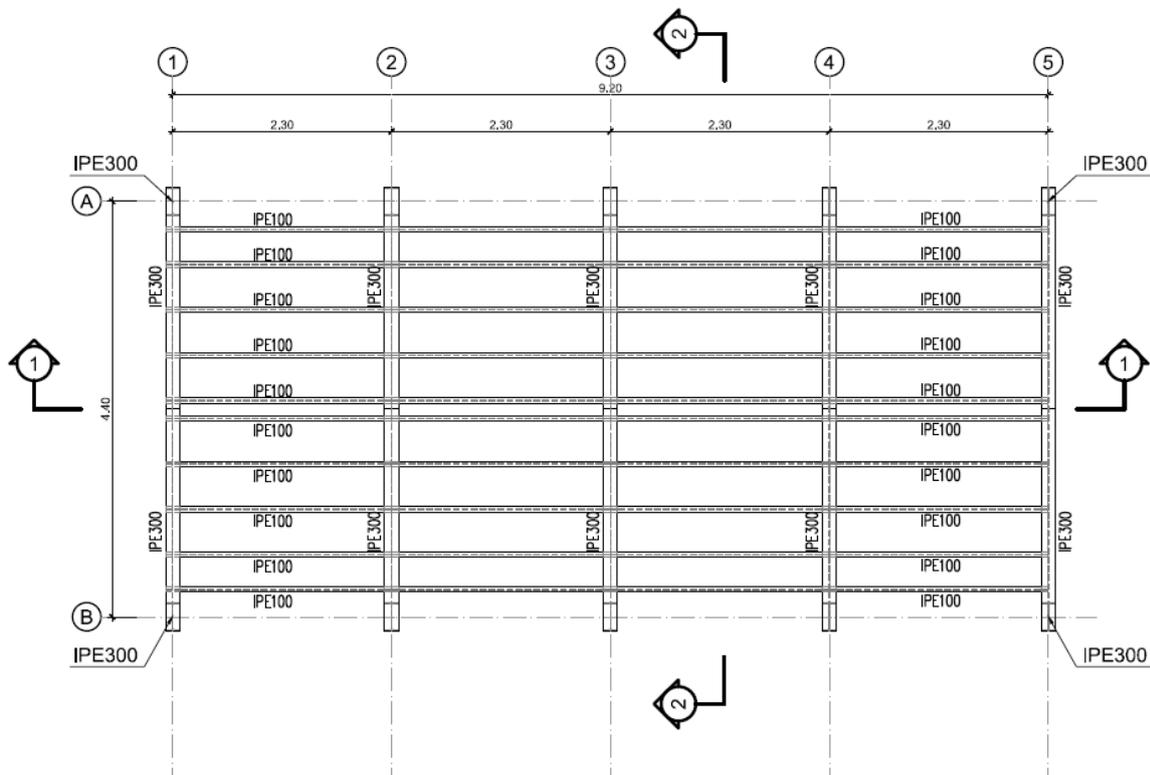
N° 10 colonne IPE300

N° 5 travi principali IPE300

N° 40 travi secondarie della copertura IPE100

### PIANTA COPERTURA

SCALA 1:50

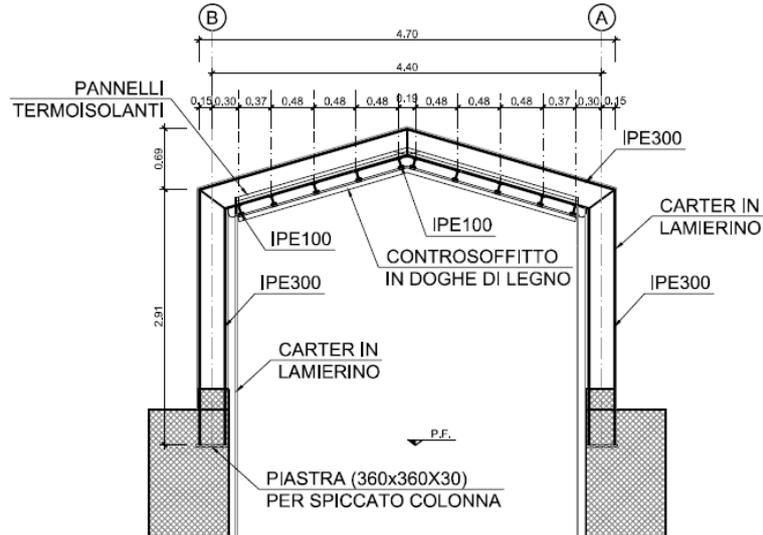


**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	6 di 58

**SEZIONE B-B**

SCALA 1:50



**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	7 di 58

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

#### 3.1 NORMATIVA

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- [N.3]. [Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2
- [N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili
- [N.6]. Eurocodice 3 – “Progettazione delle strutture in acciaio” - ENV 1993-1-1.

#### 3.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Shelter 1° marciapiede: relazione di calcolo	I	R	0	B	0	1	D	1	0	C	L	F	V	0	1	0	0	0	0	1	A
Shelter 1° marciapiede: piante di carpenteria a livello spiccato e copertura	I	R	0	B	0	1	D	1	0	B	B	F	V	0	1	0	0	0	0	1	A
Shelter 1° marciapiede: sezioni di carpenteria	I	R	0	B	0	1	D	1	0	B	B	F	V	0	1	0	0	0	0	2	A
Pensilina 2° marciapiede: relazione di calcolo	I	R	0	B	0	1	D	1	0	C	L	F	V	0	1	0	0	0	0	2	A
Pensilina 2° marciapiede: piante di carpenteria a livello spiccato e copertura	I	R	0	B	0	1	D	1	0	B	B	F	V	0	1	0	0	0	0	3	A

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	8 di 58

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1.1 ACCIAIO CARPENTERIA METALLICA

#### A) ACCIAIO PROFILATI METALLICI S355 JR

Proprietà meccaniche:

EN Standard	Designation	Direction	Thickness	Re	Rm	A 5.65%So	KV 20°C	KV 0°C	KV -10°C	KV -20°C
EN 10027-1	EN 10027-2		(mm)	(MPa)	(MPa)	(%)	(J)	(J)	(J)	(J)
							JR	JO		J2
							≥27	27		≥27
		L	5-120							K2
										≥40
EN 10025-2	S355		5-16	≥355		≥20				
			16-40	≥345						
		T	40-63	≥335	470-630	≥19				
			63-80	≥325						
			80-100	≥315		≥18				
			100-120	≥295	450-600					
		L	5-120	-	-	-	≥55	≥47	≥43	≥40
			5-16	≥355						

#### B) ACCIAIO BULLONI E DADI

Acciaio ad alta resistenza secondo

UNI 3740

Vite Classe 8.8

Dado Classe 8G

#### C) SALDATURE

Procedimenti di saldatura omologati e qualificati (tipo automatico ad arco sommerso o altri che verranno concordati e accettati dall'ente appaltante) conformi a DM 2018.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	9 di 58

#### 4.1.2 CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI

Classe	C25/30		
$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,08	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1.79	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	31476	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	40	mm	Copriferro minimo pali/plinto di fondazione
XC2			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$	19.2		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$	14.4		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52		Tensione limite di fessurazione

#### 4.1.3 ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica a snervamento

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza di calcolo

dove:

$\gamma_s = 1.15 =$  Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	10 di 58

Modulo Elastico:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Struttura in elevazione	Fondazioni
$f_{bk}$	(N/mm <sup>2</sup> )	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2,90	2,90

dove:

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} = \text{Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza}$$

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo}$$

$\eta = 1.0$  – per barre di diametro  $\Phi \leq 32$  mm;

$\gamma_c = 1.5$  – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

### Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 50 anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe II a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II):  $C_U = 1.0$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_n$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

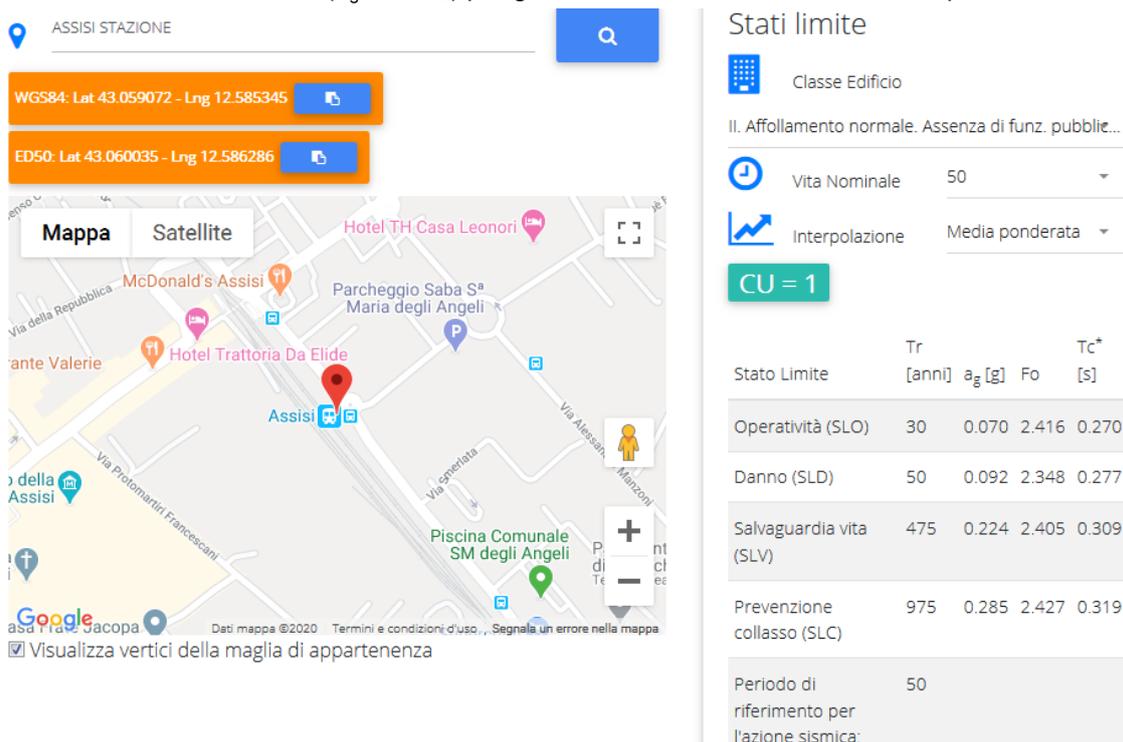
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 50 \times 1.0 = 50$  anni

### Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica /  $V_R$ ) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per gli stati limite di normativa sono dunque:



The image shows a Google Maps interface for the location of Assisi Station. The map displays the station area with various landmarks like McDonald's, Hotel TH Casa Leonori, and Hotel Trattoria Da Elide. Two orange boxes on the map show coordinates: WGS84: Lat 43.059072 - Lng 12.585345 and ED50: Lat 43.060035 - Lng 12.586286. The sidebar on the right, titled 'Stati limite', contains the following information:

- Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbli...
- Vita Nominale: 50
- Interpolazione: Media ponderata
- CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.070	2.416	0.270
Danno (SLD)	50	0.092	2.348	0.277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.224	2.405	0.309
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.285	2.427	0.319

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	12 di 58

 Cat. Sottosuolo	C			
	T1			
 Cat. Topografica				
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,38	1,29
CC Coeff. funz categoria	1,62	1,60	1,55	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

- $a_g \rightarrow$  accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- $F_0 \rightarrow$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^* \rightarrow$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $S \rightarrow$  coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ).

### Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

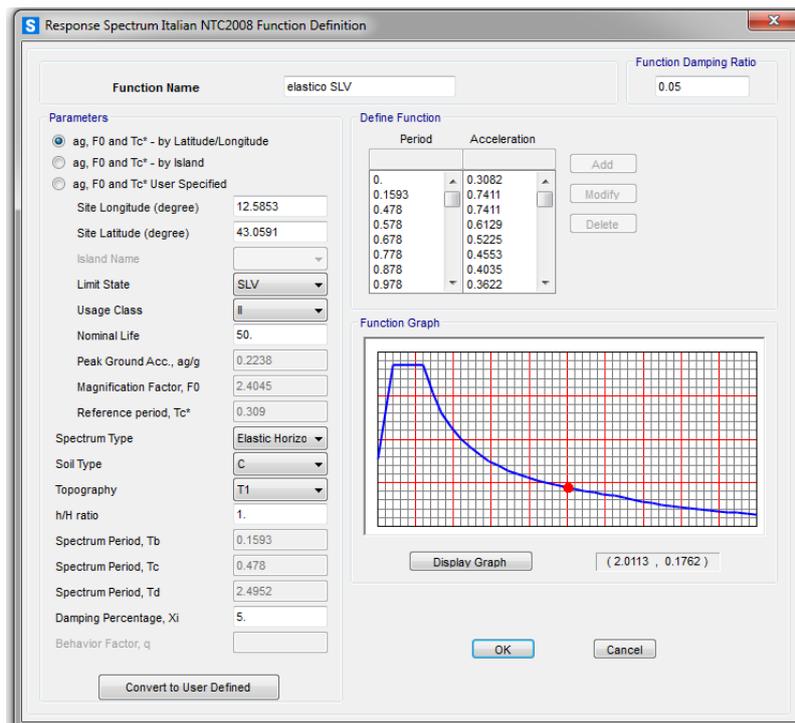
Lat 43.059072 Long 12.585345

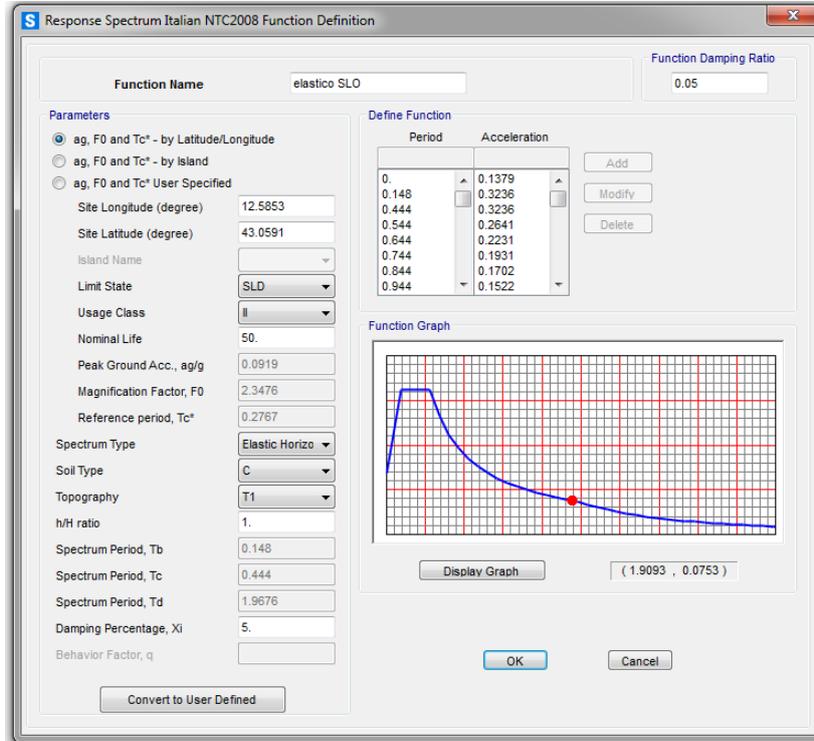
Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso : II

Vita nominale VN = 50 anni

$q = 1$





### 5.1.1 COMBINAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X"  $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione trasversale "Y"  $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione verticale "Z"  $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

### 5.1.2 COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI

In accordo con il D.M. 14/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

dove:

- $G_1 \Rightarrow$  peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;
- $G_2 \Rightarrow$  carichi permanenti portati;
- $E \Rightarrow$  azioni derivanti dai terremoti;
- $Q_{kj} \Rightarrow$  azioni variabili sulla struttura.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà  $\Psi_{2j} = 0.0$ .

## 6 MODELLAZIONE STRUTTURALE

### 6.1 CODICE DI CALCOLO

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo               SAP 2000  
Versione            20.0  
Distributore        CSI ITALIA

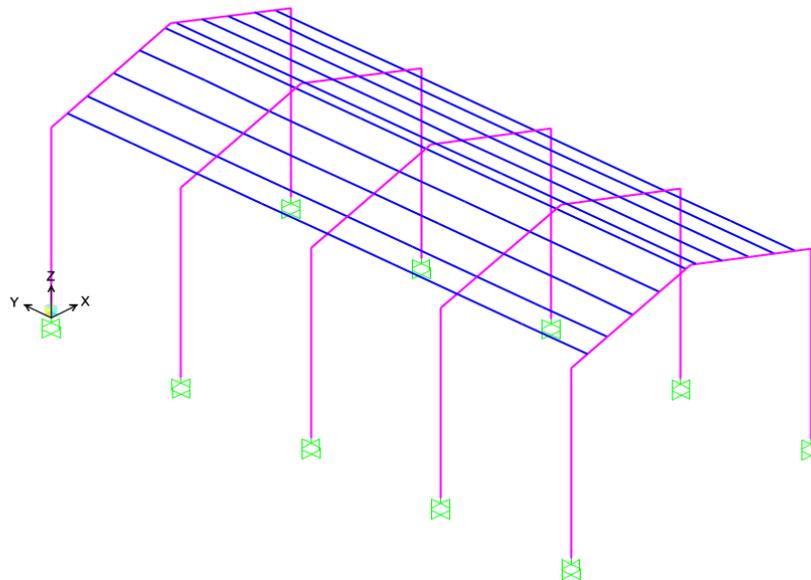
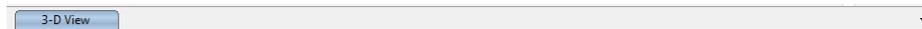
### 6.2 TIPO DI ANALISI SVOLTA

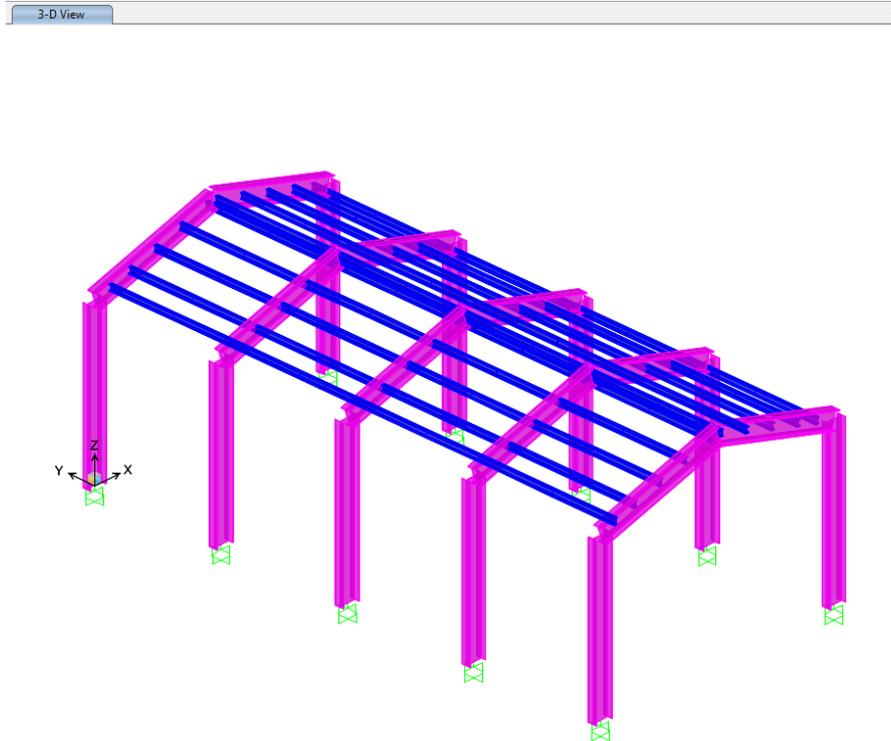
L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La struttura viene discretizzata con un modello tridimensionale in elementi tipo trave.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il modello di calcolo è mostrato in figura



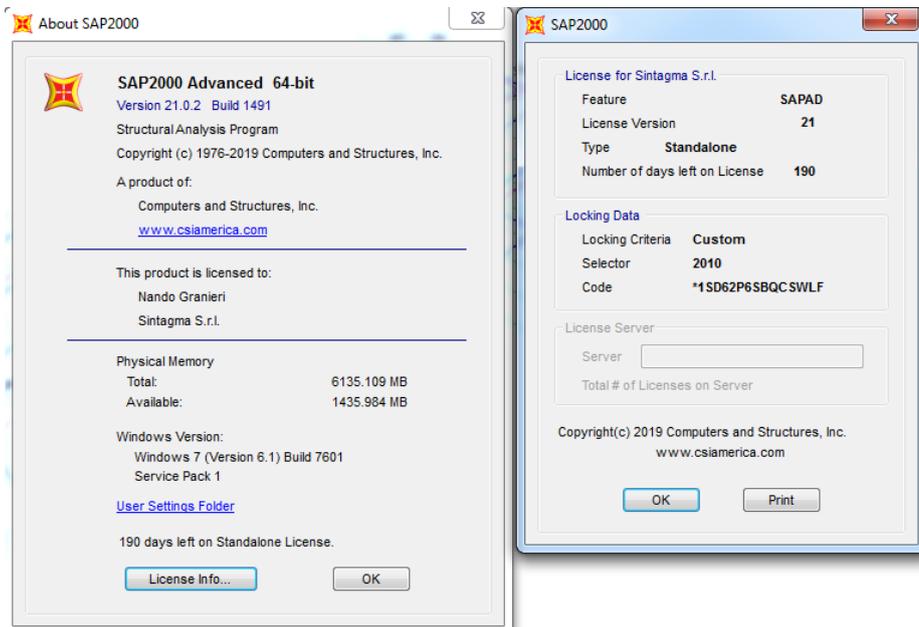


### 6.3 AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL.

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



**Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore e' inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.**

#### **6.4 INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

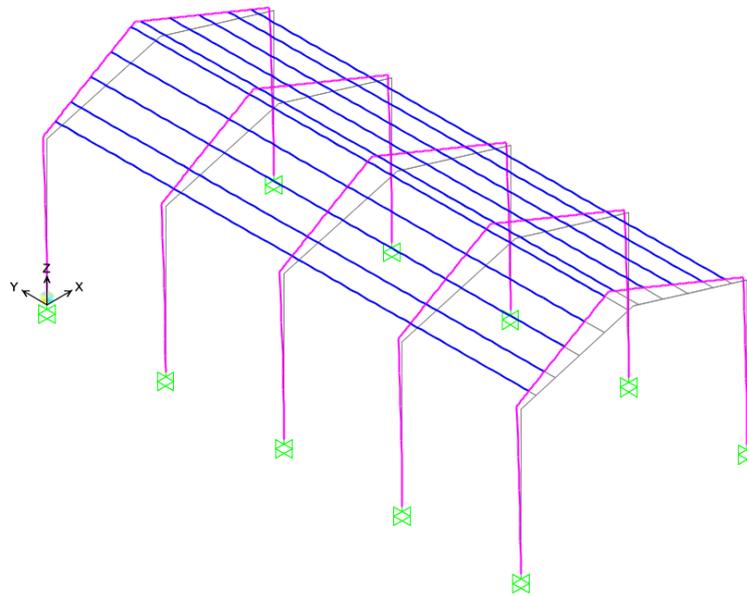
#### **6.5 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

## 7 ANALISI MODALE

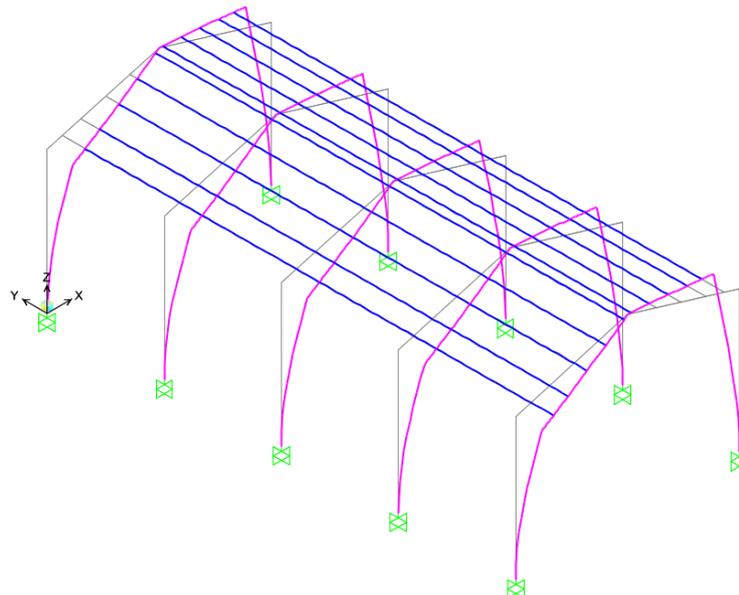
Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti. Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi.

Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.70755; f = 1.41333



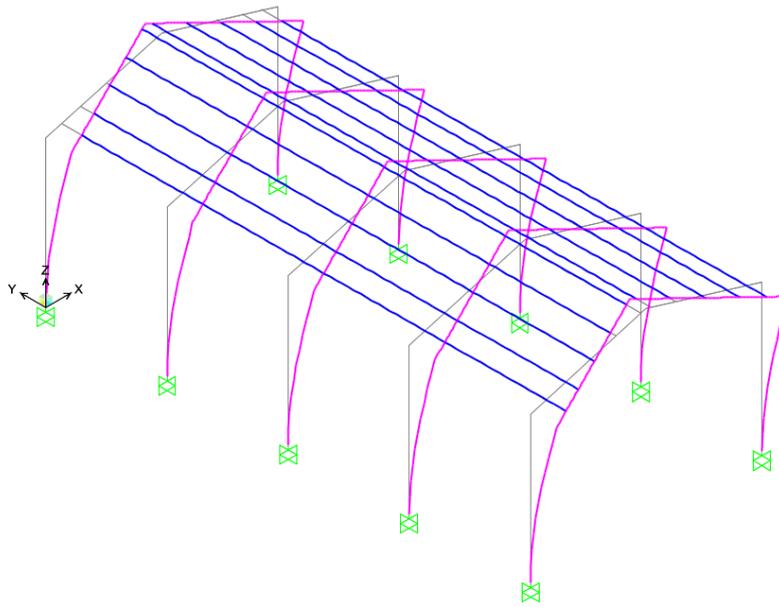
**Figura 7-1 – Modo 1 T1 = 0.70755s**

Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0.23103; f = 4.32843



**Figura 7-2 – Modo 2 T2 = 0.23103s**

Deformed Shape (MODAL) - Mode 3; T = 0.18114; f = 5.52073



**Figura 7-3 – Modo 3 T3 = 0.18144s**

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.70755	1.074E-17	0.79179	4.249E-20	1.074E-17	0.79179	4.249E-20
MODAL	Mode	2	0.23103	3.721E-18	2.15E-11	1.473E-18	1.446E-17	0.79179	1.516E-18
MODAL	Mode	3	0.181135	1.06E-14	0.20819	9.317E-16	1.062E-14	0.99998	9.332E-16
MODAL	Mode	4	0.14225	0.36738	3.175E-15	6.761E-12	0.36738	0.99998	6.762E-12
MODAL	Mode	5	0.14061	1.482E-13	9.774E-16	1.863E-15	0.36738	0.99998	6.764E-12
MODAL	Mode	6	0.138793	0.0163	2.748E-14	1.568E-12	0.38368	0.99998	8.332E-12
MODAL	Mode	7	0.137545	2.172E-13	6.453E-16	6.343E-17	0.38368	0.99998	8.332E-12
MODAL	Mode	8	0.137168	0.000006398	1.055E-13	0.000001765	0.38369	0.99998	0.000001765
MODAL	Mode	9	0.137161	6.669E-15	1.63E-13	1.89E-15	0.38369	0.99998	0.000001765
MODAL	Mode	10	0.137154	0.000002162	6.482E-14	2.018E-08	0.38369	0.99998	0.000001785
MODAL	Mode	11	0.137148	2.19E-15	1.167E-16	2.708E-16	0.38369	0.99998	0.000001785
MODAL	Mode	12	0.137128	0.000005322	5.856E-14	1.826E-07	0.3837	0.99998	0.000001967
MODAL	Mode	13	0.137126	2.676E-15	5.726E-14	5.664E-16	0.3837	0.99998	0.000001967
MODAL	Mode	14	0.137123	4.064E-07	1.047E-13	5.887E-09	0.3837	0.99998	0.000001973
MODAL	Mode	15	0.137121	7.115E-07	5.06E-15	3.021E-08	0.3837	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	16	0.13712	3.512E-16	2.1E-14	1.137E-16	0.3837	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	17	0.13712	6.461E-15	1.535E-13	1.432E-15	0.3837	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	18	0.137119	3.116E-08	3.064E-15	5.805E-11	0.3837	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	19	0.137118	2.525E-17	1.182E-15	8.323E-18	0.3837	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	20	0.131767	0.04057	5.754E-13	1.351E-12	0.42427	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	21	0.131538	2.881E-14	6.807E-14	3.074E-16	0.42427	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	22	0.131153	0.00422	6.026E-13	1.288E-14	0.42848	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	23	0.130738	1.988E-14	2.686E-14	3.113E-16	0.42848	0.99998	0.000002004
MODAL	Mode	24	0.130591	3.969E-13	1.263E-13	0.000008055	0.42848	0.99998	0.00001006
MODAL	Mode	25	0.13058	3.612E-16	2.202E-14	1.714E-17	0.42848	0.99998	0.00001006

## 8 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

### 8.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono valutate automaticamente dal programma

### 8.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

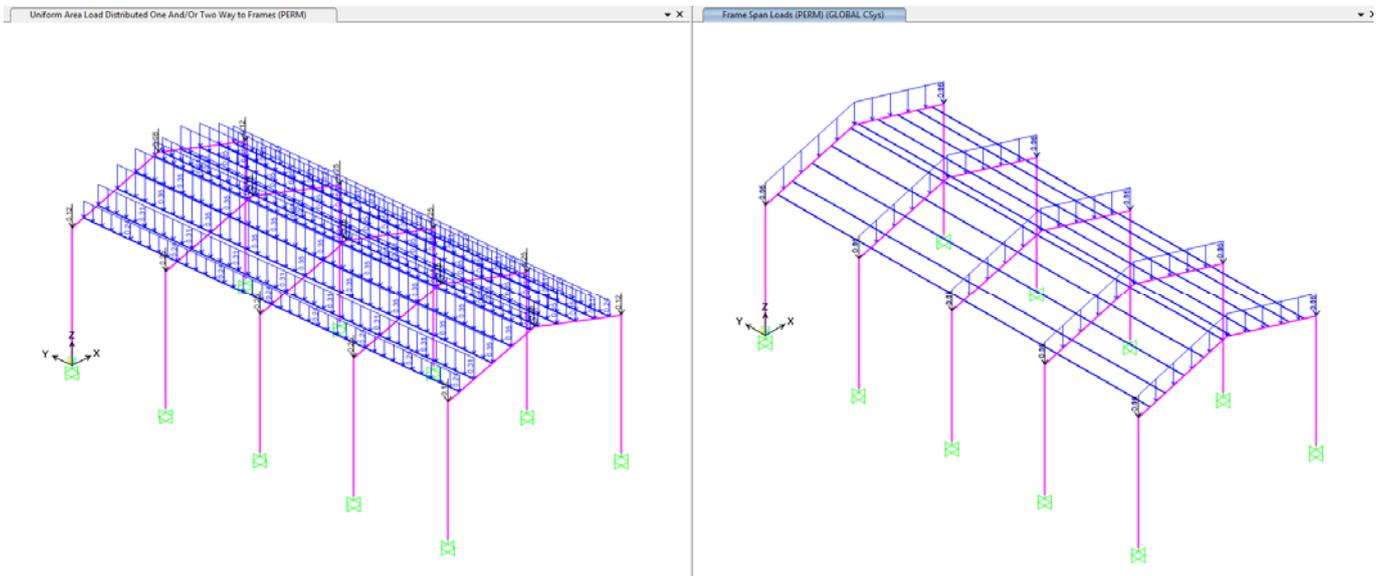
In copertura si inserisce un carico superficiale comprensivo di:

- Peso del pannello in lamiera gradata e poliuretano sp= 8 cm:  $p=0.20 \text{ KN/m}^2$
- Peso doghe in legno:  $p=0.5 \text{ KN/m}^2$

Completivamente il peso dei permanenti non strutturali vale  $p=0.70 \text{ KN/m}^2$

Si inserisce inoltre il peso del rivestimento in carter delle travi IPE300 con un carico lineare uniformemente distribuito pari a  $0.06 \text{ kN/m}$

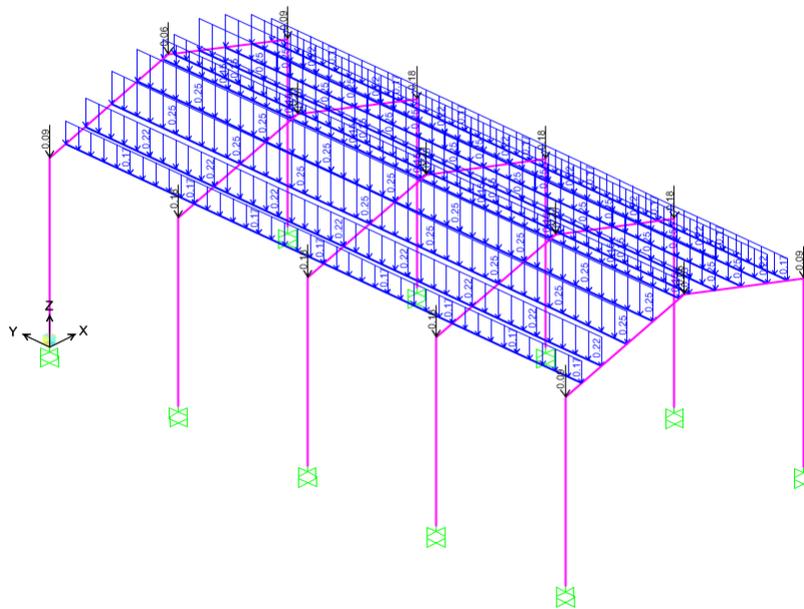
Il carico del rivestimento in carter sulle colonne IPE300 è applicata sotto forma di forza concentrata in testa alle stesse, pari a  $0.15 \text{ kN}$ .



### 8.3 CARICHI VARIABILI

Il carico della manutenzione sulla copertura della pensilina si pone pari a  $q=0.5 \text{ KN/m}^2$  ( categoria H)

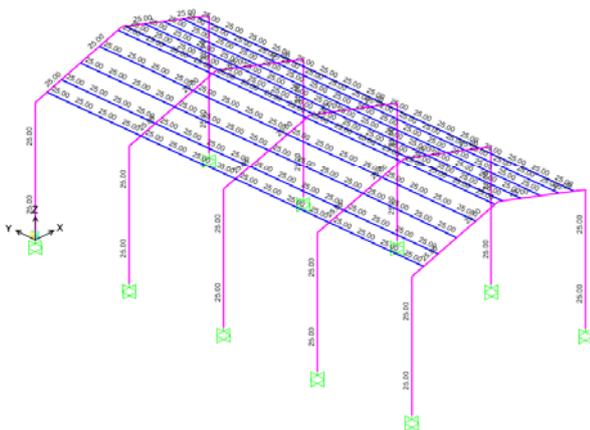
Uniform Area Load Distributed One And/Or Two Way to Frames (ACC COP)



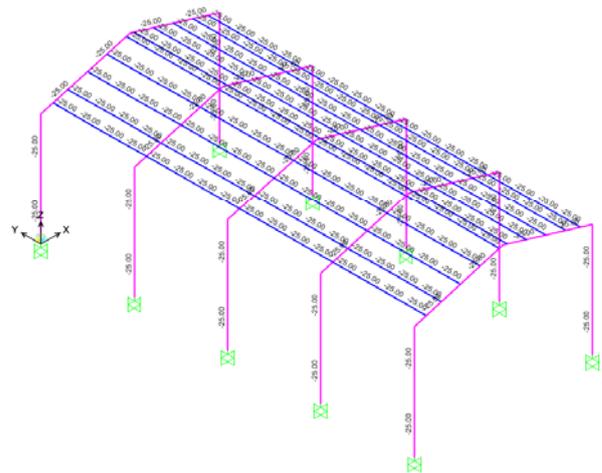
### 8.4 AZIONE TERMICA

Si applica la variazione uniforme della temperatura di  $\pm 25^\circ$  alle membrature in acciaio  
Il coefficiente di dilatazione termica vale  $\alpha=0.00001$

Frame Temperatures (TEMP +)



Frame Temperatures (TEMP -)



**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	21 di 58

### 8.5 CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA

☐	<b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☐	<b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☐	<b>Zona II</b> 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.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☐	<b>Zona III</b> 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.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

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

 $\mu_i$  (coefficiente di forma)

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

 $C_E$  (coefficiente di esposizione)

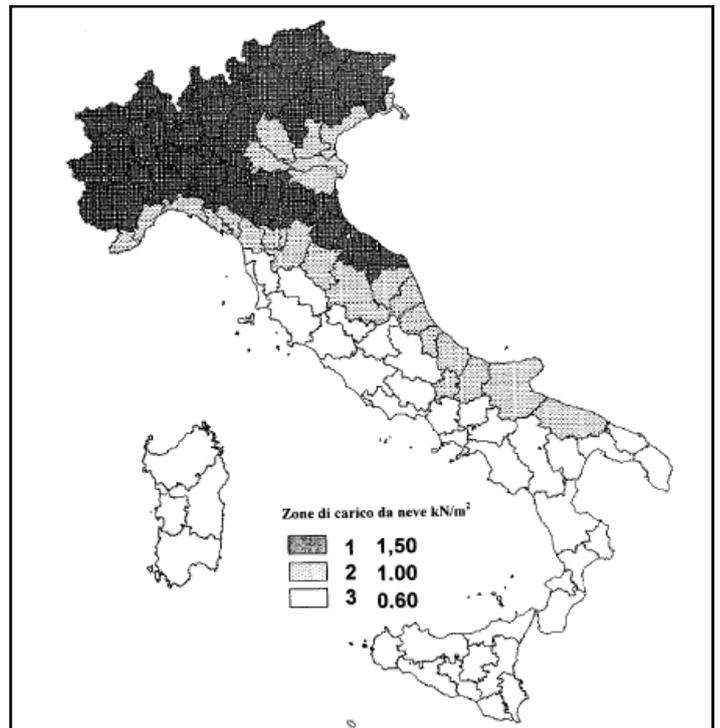
 $C_t$  (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	221
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.03

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 **Ct = 1**.



**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	22 di 58

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C <sub>E</sub>
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

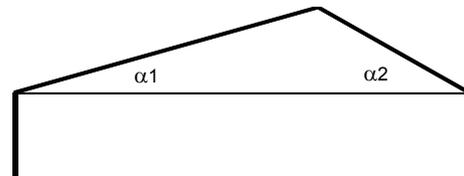
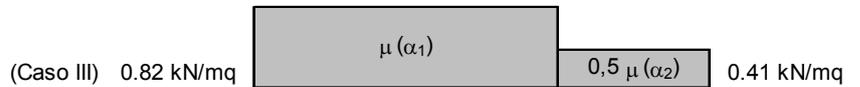
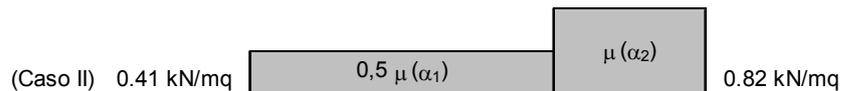
q <sub>s</sub> (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.03
---	------

Coefficiente di forma (copertura a due falde)

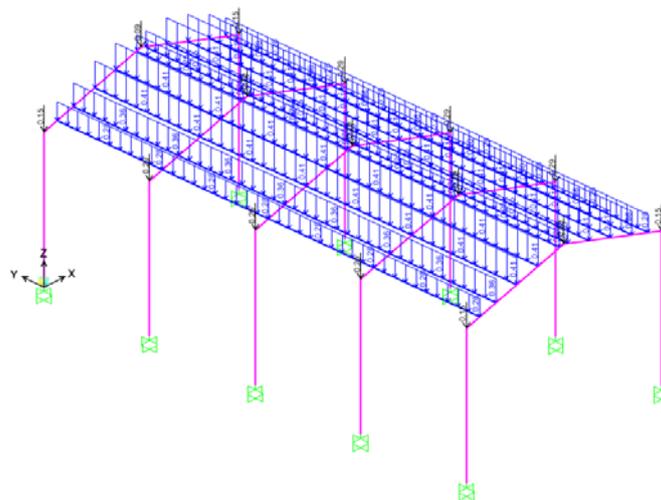
α <sub>1</sub> (inclinazione falda [°])	16.4
α <sub>2</sub> (inclinazione falda [°])	16.4

μ (α <sub>1</sub> )	0.8
---------------------	-----

μ (α <sub>2</sub> )	0.8
---------------------	-----



Uniform Area Load Distributed One And/Or Two Way to Frames (NEVE CV)



## 8.6 AZIONE DEL VENTO SULLA PENSILINA

### CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0.02

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	221
---	-----

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

$v_b$ (velocità di riferimento [m/s])	27
---------------------------------------	----

$p$ (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)



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

#### 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]	455.63
--------------	--------

#### Coefficiente di forma

È 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

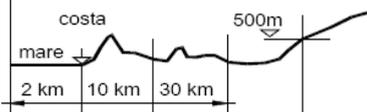
B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

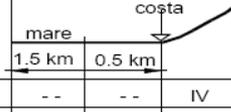
**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

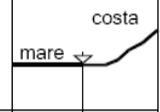
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	24 di 58

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	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					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

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

Z altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	a <sub>s</sub> [m]
3.2	3	B	221

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

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

Cat. Esposiz.	k <sub>r</sub>	z <sub>0</sub> [m]	z <sub>min</sub> [m]	c <sub>t</sub>
IV	0.22	0.3	8	1

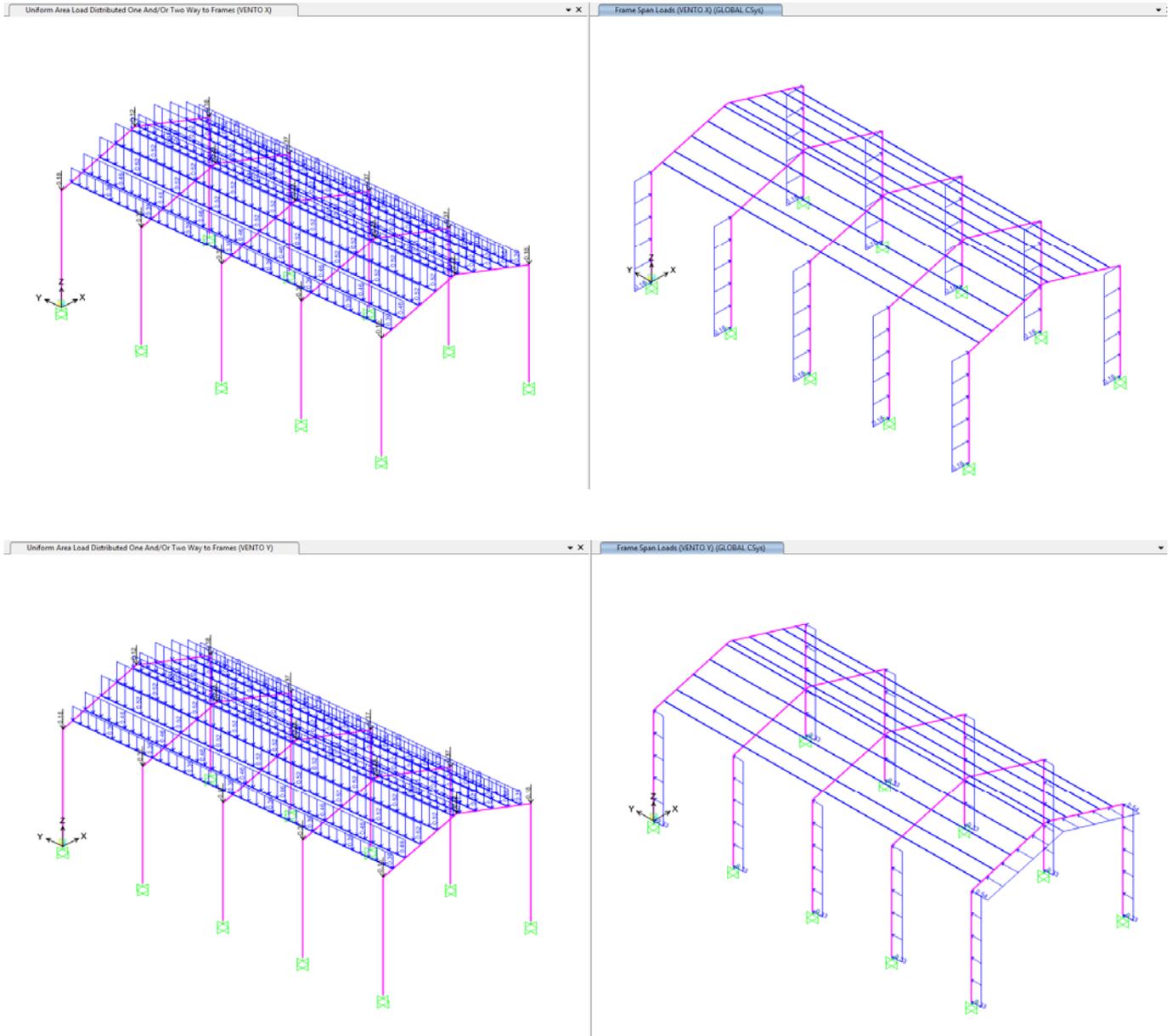
c <sub>e</sub>	1.63
----------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: 744.59 N/mq (0.7445 kN/mq)

Tettoie e pensiline isolate	
Vento ortogonale alla copertura	(punto C.3.3.8.2 Circolare 21-01-19)
c <sub>F</sub> =	1.40
La pressione del vento vale q <sub>p</sub> =	1042.42 N/mq ⇒ 1.04 KN/mq
Vento orizzontale su travi e pilastri	(punto C.3.3.8.6.1 Circolare 21-01-19)
c <sub>F</sub> =	1.40
La pressione del vento vale q <sub>p</sub> =	1042.42 N/mq ⇒ 1.04 KN/mq

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	25 di 58



### 8.1 PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI

Il passaggio dei convogli ferroviari induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione secondo gli schemi riportati nel seguito.

L'ampiezza delle azioni dipende principalmente dai seguenti fattori:

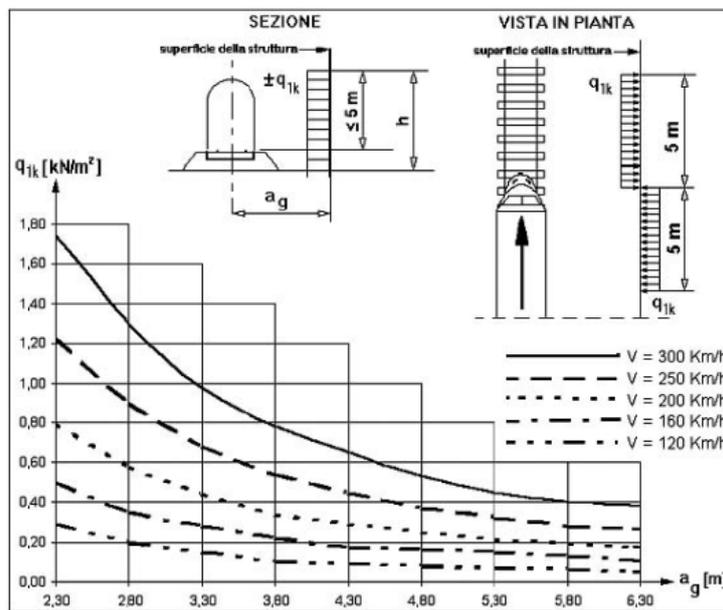
- (a) dal quadrato della velocità del treno;
- (b) dalla forma aerodinamica del convoglio;
- (c) dalla forma della struttura;
- (d) dalla posizione della struttura e dalla distanza della stessa dal binario.

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno.

I carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni.

In ogni caso, i valori delle azioni aerodinamiche dovranno essere cumulati con l'azione del vento, secondo le regole riportate nei successivi capitoli relativi alle combinazioni delle azioni e, precisamente, al punto 1.7.3.2 per il metodo delle T.A. e al punto 1.7.4.2 per il metodo agli SLU

### Superfici Verticali Parallele Al Binario



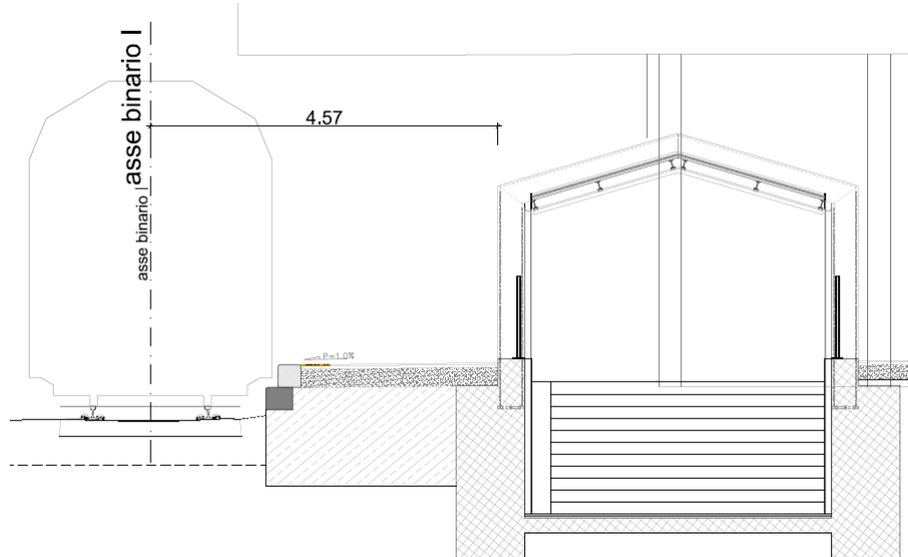
**Fig. 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni  $q_{1k}$  per superfici verticali parallele al binario**

I valori caratteristici dell'azione  $\pm q_{1k}$  relativi a superfici verticali parallele al binario sono forniti in Fig. 5.2.8 in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino.

I suddetti valori sono relativi a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli; per i casi di forme aerodinamiche favorevoli, questi valori dovranno essere corretti per mezzo del fattore  $k_1$ , ove:  $k_1 = 0,85$  per convogli formati da carrozze con sagoma arrotondata;  $k_1 = 0,60$  per treni aerodinamici. Se l'altezza di un elemento strutturale (o parte della sua superficie di influenza) è  $\neq 1,0$  m o se la larghezza è  $\neq 2,50$  m, l'azione  $q_{1k}$  deve essere incrementata del fattore  $k_2 = 1,3$ .

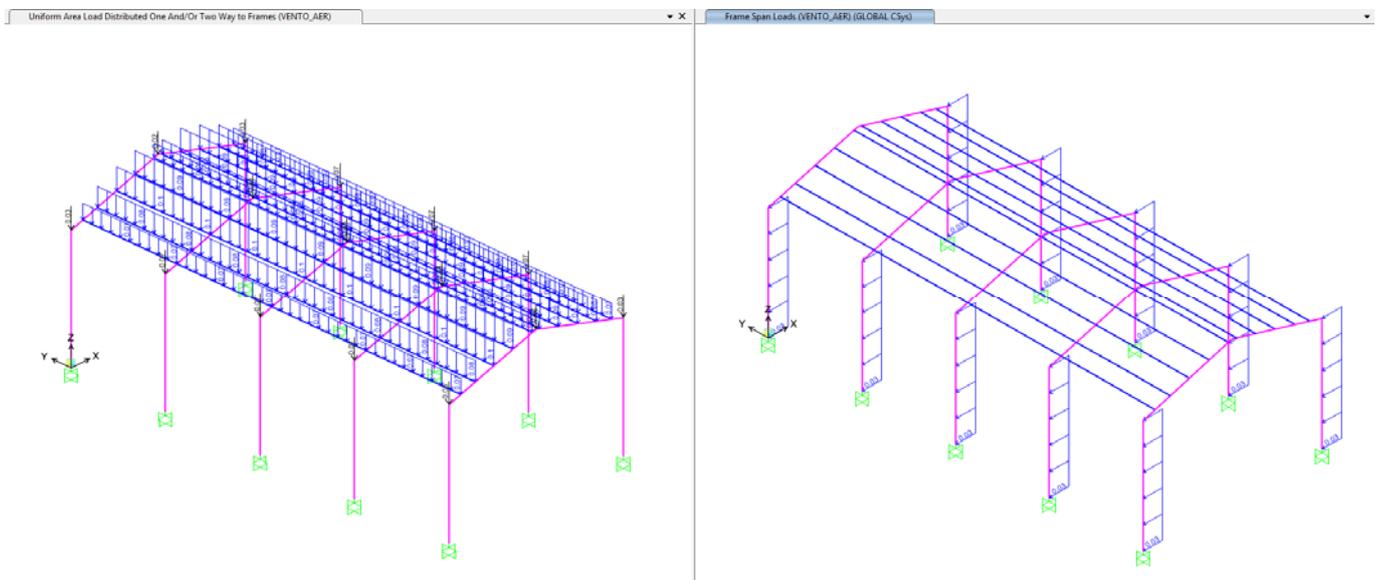
**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°**  
**MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	27 di 58



$a_g = 4.60\text{m}$

Si assume un valore di  $q_{1k}$  pari a  $0.19\text{ kN/m}^2$



## 8.2 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è definita al capitolo 5

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	28 di 58

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si riportano per comodità le combinazioni delle azioni riportate nella normativa ponti alla quale è possibile fare riferimento per la simbologia adottata:

– Combinazione fondamentale. generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara). generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione frequente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili; utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione quasi permanente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_y \pm 0.30 \times E_z \text{ oppure } E = \pm 0.30 \times E_y \pm 1.00 \times E_z$$

avendo indicato con  $E_y$  e  $E_z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica (da DM 14/01/2008)

		Coefficiente	$E_{QU}^{(1)}$	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	29 di 58

Azioni		$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
AZIONI SINGOLE DA TRAFFICO	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0.80	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.80	0.80	0.0
GRUPPI DI CARICO	$gr_1$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_2$	1.00 <sup>(2)</sup>	-	-
	$gr_3$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_4$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
	$gr_5$	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 (0.6; 0.4) <sup>(1)</sup>	0.0
AZIONI DEL VENTO	$F_{wk}$	0.60	0.50	0.0
AZIONI TERMICHE	$T_k$	0.60	0.60	0.50

**Tabella 1.7.4.3.2** - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	30 di 58

	SLU1-STR	SLU1A-STR	SLU2-STR	SLU2A-STR	SLU3-STR	SLU3A-STR	SLU4-STR
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
ACC COP	-	1.5	-	1.5	-	1.5	-
NEVE CV	1.5	-	1.5	-	1.5	-	1.5
NEVE SV	-	-	-	-	-	-	-
VENTO X	0.9	0.9	-	-	-	-	-
VENTO X-	-	-	0.9	0.9	-	-	-
VENTO Y	-	-	-	-	0.9	0.9	-
VENTO Y-	-	-	-	-	-	-	0.9
TEMP +	-	-	-	-	-	-	-
TEMP -	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

	SLU9-STR	SLU10-STR	SLU11-STR	SLU12-STR	SLU13-STR	SLU14-STR	SLU15-STR
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
ACC COP	-	-	-	-	-	-	-
NEVE CV	0.75	-	-	-	-	-	-
NEVE SV	-	-	-	-	-	-	-
VENTO X	-	1.5	-	-	-	0.9	-
VENTO X-	-	-	1.5	-	-	-	0.9
VENTO Y	-	-	-	1.5	-	-	-
VENTO Y-	1.5	-	-	-	1.5	-	-
TEMP +	-	0.9	0.9	0.9	-	1.5	1.5
TEMP -	0.9	-	-	-	0.9	-	-

	SLU23-GEO	SLU24-GEO	SLU25-GEO	SLU26-GEO	SLU27-GEO	SLU28-GEO	SLU29-GEO
DEAD	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1
ACC COP	-	-	-	-	-	-	-
NEVE CV	1.3	1.3	1.3	1.3	-	0.65	0.65
NEVE SV	-	-	-	-	1.3	-	-
VENTO X	0.78	-	-	-	-	1.3	-
VENTO X-	-	0.78	-	-	-	-	1.3
VENTO Y	-	-	0.78	-	-	-	-
VENTO Y-	-	-	-	0.78	-	-	-
TEMP +	-	-	-	-	-	-	-
TEMP -	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78

	SLU37-GEO	SLU38-GEO	SLU39-GEO	SLU40-GEO	SLU41-GEO	SLU42-GEO	SLU43-GEO
DEAD	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1
ACC COP	-	-	-	-	-	-	-
NEVE CV	-	-	-	0.65	0.65	0.65	0.65
NEVE SV	-	-	-	-	-	-	-
VENTO X	-	-	-	0.78	-	-	-
VENTO X-	0.78	-	-	-	0.78	-	-
VENTO Y	-	0.78	-	-	-	0.78	-
VENTO Y-	-	-	0.78	-	-	-	0.78
TEMP +	1.3	1.3	1.3	-	-	-	-
TEMP -	-	-	-	1.3	1.3	1.3	1.3

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	31 di 58

	SLU4A-STR	SLU5-STR	SLU5A-STR	SLU6-STR	SLU6A-STR	SLU7-STR	SLU8-STR
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
ACC COP	1.5	-	1.5	-	1.5	-	-
NEVE CV	-	-	-	0.75	-	0.75	0.75
NEVE SV	-	1.5	-	-	-	-	-
VENTO X	0.9	-	-	1.5	-	-	-
VENTO X-	-	-	0.9	-	-	1.5	-
VENTO Y	-	-	-	-	0.9	-	1.5
VENTO Y-	-	-	-	-	-	-	-
TEMP +	0.9	-	0.9	-	0.9	-	-
TEMP -	-	0.9	-	0.9	-	0.9	0.9

	SLU16-STR	SLU17-STR	SLU18-STR	SLU19-STR	SLU20-STR	SLU21-STR	SLU22-STR
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
PERM	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
ACC COP	-	-	-	-	-	-	-
NEVE CV	-	-	0.75	0.75	0.75	0.75	-
NEVE SV	-	-	-	-	-	-	0.75
VENTO X	-	-	0.9	-	-	-	-
VENTO X-	-	-	-	0.9	-	-	-
VENTO Y	0.9	-	-	-	0.9	-	-
VENTO Y-	-	0.9	-	-	-	0.9	-
TEMP +	1.5	1.5	-	-	-	-	-
TEMP -	-	-	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

	SLU30-GEO	SLU31-GEO	SLU32-GEO	SLU33-GEO	SLU34-GEO	SLU35-GEO	SLU36-GEO
DEAD	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1
ACC COP	-	-	-	-	-	-	-
NEVE CV	0.65	0.65	-	-	-	-	-
NEVE SV	-	-	-	-	-	-	-
VENTO X	-	-	1.3	-	-	-	0.78
VENTO X-	-	-	-	1.3	-	-	-
VENTO Y	1.3	-	-	-	1.3	-	-
VENTO Y-	-	1.3	-	-	-	1.3	-
TEMP +	-	-	0.78	0.78	0.78	0.78	1.3
TEMP -	0.78	0.78	-	-	-	-	-

	SLU44-GEO	SLU45-GEO	SLU46-GEO	SLU47-GEO	SLU48-GEO	SLU49-GEO	SLU50-GEO
DEAD	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1
ACC COP	-	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
NEVE CV	-	-	-	-	-	-	-
NEVE SV	0.65	-	-	-	-	-	-
VENTO X	-	0.78	-	-	0.78	-	-
VENTO X-	-	-	0.78	-	-	0.78	-
VENTO Y	-	-	-	0.78	-	-	0.78
VENTO Y-	-	-	-	-	-	-	-
TEMP +	-	-	-	-	0.78	0.78	0.78
TEMP -	1.3	0.78	0.78	0.78	-	-	-

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	32 di 58

	+1.0X+0.3Y	+0.3X+1.0Y	+1.0X-0.3Y	+0.3X-1.0Y	-1.0X-0.3Y	-0.3X-1.0Y	-1.0X+0.3Y	-0.3X+1.0Y
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SIS_SLV X	1	0.3	1	0.3	-1	-0.3	-1	-0.3
SIS_SLV Y	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-1	0.3	1

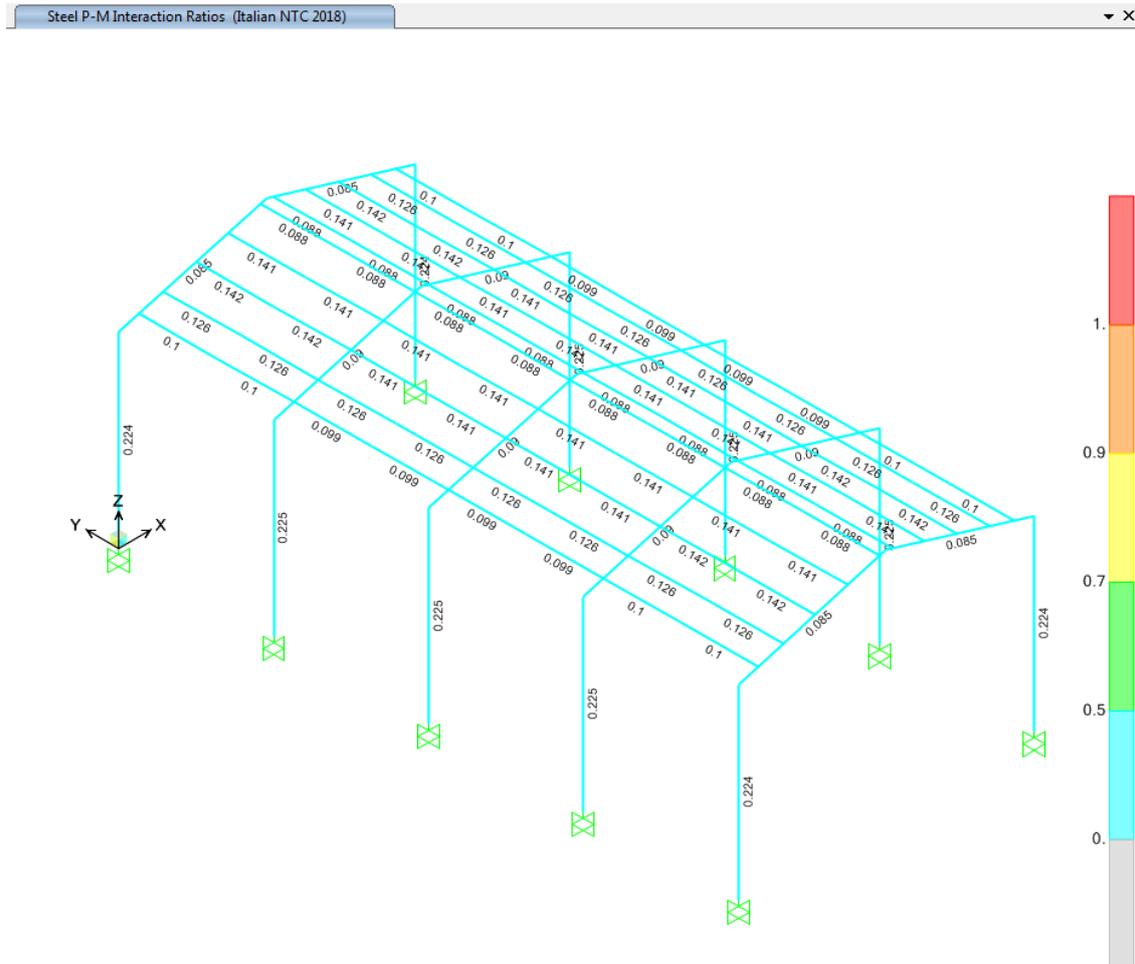
	+1.0X+0.3Y	+0.3X+1.0Y	-1.0X+0.3Y	-0.3X+1.0Y	+1.0X-0.3Y	+0.3X-1.0Y	-1.0X-0.3Y	-0.3X-1.0Y
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
SIS_SLO X	1	0.3	-1	-0.3	1	0.3	-1	-0.3
SIS_SLO Y	0.3	1	0.3	1	-0.3	-1	-0.3	-1

	SLE1	SLE2	SLE3	SLE4	SLE5	SLE6	SLE7	SLE8
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1
NEVE CV	0.2	-	-	-	-	-	-	-
NEVE SV	-	0.2	-	-	-	-	-	-
VENTO X	-	-	0.2	-	-	-	-	-
VENTO X-	-	-	-	0.2	-	-	-	-
VENTO Y	-	-	-	-	0.2	-	-	-
VENTO Y-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
TEMP +	-	-	-	-	-	-	0.5	-
TEMP -	-	-	-	-	-	-	-	0.5

	CAR1	CAR2	CAR3	CAR4	CAR5	CAR6	CAR7	CAR8
DEAD	1	1	1	1	-	-	-	-
PERM	1	1	1	1	-	-	-	-
ACC COP	-	-	1	1	-	-	1	1
NEVE CV	0.5	0.5	-	-	0.5	0.5	-	-
VENTO X	1	1	0.6	0.6	1	1	0.6	0.6
TEMP +	0.5	-	-	0.5	0.5	-	-	0.5
TEMP -	-	0.5	0.5	-	-	0.5	0.5	-

## 10 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE METALLICHE

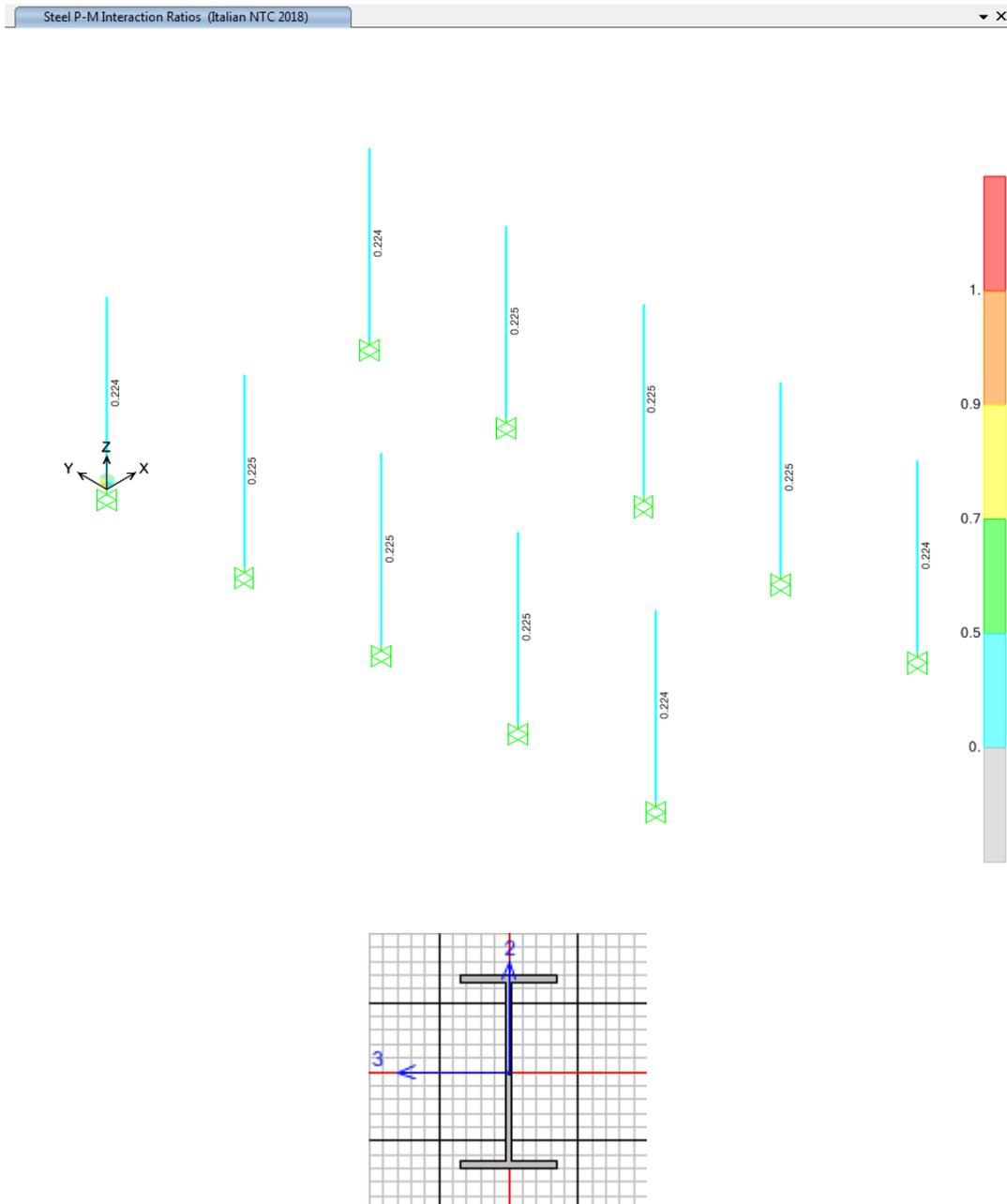
Si riportano di seguito i coefficienti di sicurezza ottenuti dal modello di calcolo.



*Coefficienti di verifica*

### 10.1 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE COLONNE IPE300

Si riporta di seguito la verifica del profilo maggiorante sollecitato



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 69	X Mid: 0.	Combo: Sismica_SLU_-0.3	Design Type: Column
Length: 2.794	Y Mid: -6.9	Shape: IPE300	Frame Type: Non Dissipative
Loc : 0.	Z Mid: 1.397	Class: Class 1	Rolled : Yes

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	35 di 58

Interaction=Method B                      MultiResponse=Envelopes                      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? No

GammaM0=1.05 An/Ag=1.	GammaM1=1.05 RLLF=1.	GammaM2=1.25 PLLF=0.75	D/C Lim=1.	
Aeff=0.005 A=0.005 It=0. Iw=0. E=210000000.	eNy=0. Iyy=8.356E-05 Izz=6.040E-06 Iyz=0. fy=275000.	eNz=0. iyy=0.125 izz=0.034 h=0.3 fu=430000.	Wel,yy=5.571E-04 Wel,zz=8.053E-05 Wpl,yy=6.280E-04 Wpl,zz=1.250E-04	Weff,yy=5.571E-04 Weff,zz=8.053E-05 Av,y=0.003 Av,z=0.003

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.	-7.37	-2.788	7.34	-1.078	-2.351	-0.194

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq 4.2.38)**

D/C Ratio: 0.225 = (0.017)^2. + (0.224)^1. < 1. OK  
= (My,Ed/Mn,y,Rd)^Alpha + (Mz,Ed/Mn,z,Rd)^Beta (NTC Eq 4.2.38)

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity				
Axial	-7.37	1409.048	1409.048				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	1409.048	1665.648	1468.911	1468.911	1.		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.21	5547.738	0.516	0.667	0.919	1295.054
MajorB(y-y)	a	0.21	45340.176	0.181	0.514	1.	1409.048
Minor (z-z)	b	0.34	401.009	1.921	2.637	0.225	317.041
MinorB(z-z)	b	0.34	3277.342	0.672	0.806	0.799	1126.315
Torsional TF	b	0.34	1468.911	1.004	1.14	0.595	838.019

**MOMENT DESIGN**

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment			
Major (y-y)	-2.788	-2.788	-0.248	-1.115			
Minor (z-z)	7.34	7.34	4.102	4.75			
	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity			
Major (y-y)	164.476	164.476	164.476	119.138			
Minor (z-z)	32.738	32.738	32.738				
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Iw	Mcr
LTB	b	0.34	0.8	0.922	0.724	0.	269.728
	kw	Psi	C2	C3			
Factors	1.	2.35	0.	0.727			
	za	zs	zg	zz	zj		
	0.15	0.	0.15	0.	0.		
	kyy	kyz	kzy	kzz			
Factors	0.4	0.39	0.997	0.65			

**SHEAR DESIGN**

Ved	Ted	Vc,Rd	Stress	Status
-----	-----	-------	--------	--------

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	36 di 58

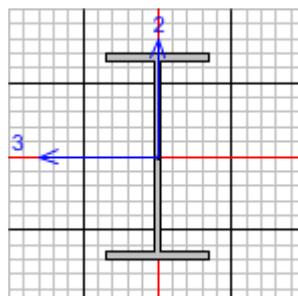
	Force	Torsion	Capacity	Ratio	Check
Major (z)	2.269	0.194	388.153	0.006	OK
Minor (y)	2.351	0.194	514.41	0.005	OK

Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdabarW
	388.153	1.	0.474

## 10.2 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI IPE 300

Si riporta di seguito la verifica del profilo maggiormente sollecitato



**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	37 di 58

Units : KN, m, C

Frame : 82 X Mid: 1.1 Combo: Sismica\_SLU\_-0.3 Design Type: Brace  
 Length: 2.293 Y Mid: -6.9 Shape: IPE300 Frame Type: Non Dissipative  
 Loc : 2.293 Z Mid: 3.118 Class: Class 1 Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No  
 Consider Torsion? No

GammaM0=1.05 GammaM1=1.05 GammaM2=1.25  
 An/Ag=1. RLLF=1. PLLF=0.75 D/C Lim=1.

Aeff=0.005 eNy=0. eNz=0.  
 A=0.005 Iyy=8.356E-05 iyy=0.125 Wel,yy=5.571E-04 Weff,yy=5.571E-04  
 It=0. Izz=6.040E-06 izz=0.034 Wel,zz=8.053E-05 Weff,zz=8.053E-05  
 Iw=0. Iyz=0. h=0.3 Wpl,yy=6.280E-04 Av,y=0.003  
 E=210000000. fy=275000. fu=430000. Wpl,zz=1.250E-04 Av,z=0.003

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.293	-1.738	2.318	2.633	0.76	0.085	-0.774

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.09 = 0.001 + 0.011 + 0.078 < 1. OK  

$$= \frac{Ned}{(Chi_z NRk / GammaM1)} + kzy \left( \frac{My, Ed + Ned eNy}{(Chi_{LT} My, Rk / GammaM1)} \right) + kzz \left( \frac{Mz, Ed + Ned eNz}{(Mz, Rk / GammaM1)} \right)$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	-1.738	1409.048	1409.048	1409.048	1665.648	63876.178	63876.178	1.

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.21	32933.69	0.212	0.524	0.997	1405.355
MajorB(y-y)	a	0.21	32933.69	0.212	0.524	0.997	1405.355
Minor (z-z)	b	0.34	50074.425	0.172	0.51	1.	1409.048
MinorB(z-z)	b	0.34	50074.425	0.172	0.51	1.	1409.048
Torsional TF	b	0.34	63876.178	0.152	0.503	1.	1409.048

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment
Major (y-y)	2.318	2.391	0.	1.299
Minor (z-z)	2.633	2.633	0.	1.317

	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	164.476	164.476	164.476	164.476
Minor (z-z)	32.738	32.738	32.738	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Iw	Mcr
LTB	b	0.34	0.182	0.513	1.	0.	5234.7

Factors	kw	Psi	C2	C3	zj
	1.	1.132	0.459	0.525	
	za	zs	zg	zz	
	0.15	0.	0.15	0.	0.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	38 di 58

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz
	0.757	0.579	0.772	0.965

**SHEAR DESIGN**

	Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	0.76	0.774	388.153	0.002	OK
Minor (y)	0.085	0.774	514.41	0.	OK

Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdabarW
	388.153	1.	0.47

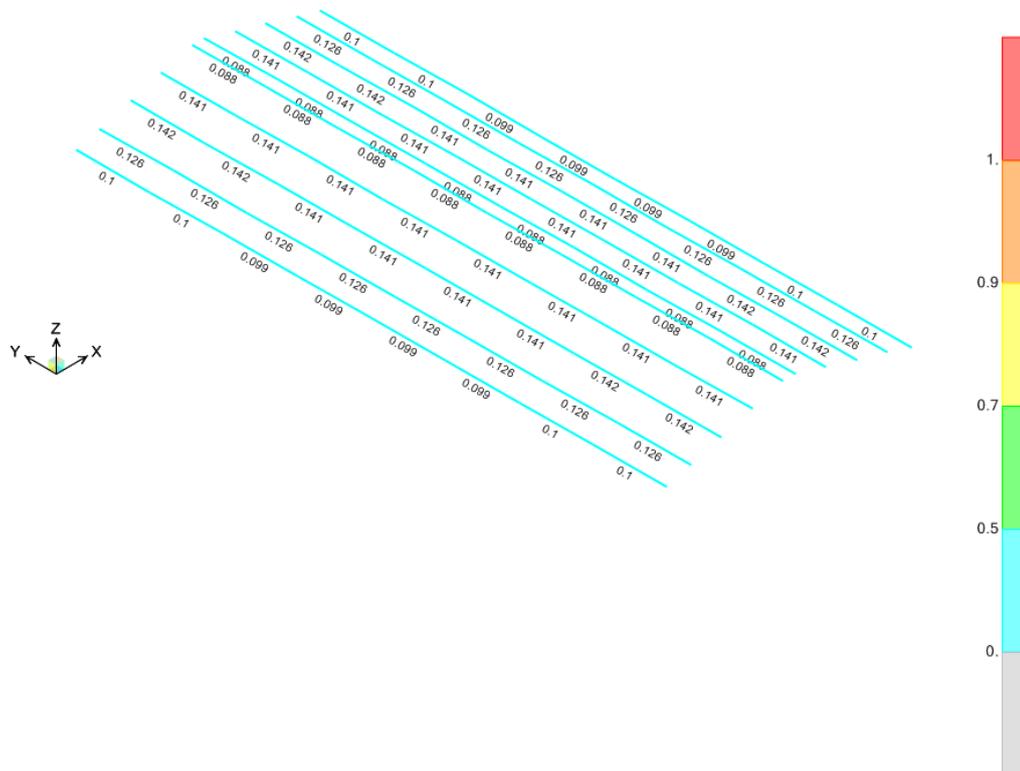
**BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS**

Axial	P Comp	P Tens
	-3.793	0.

### 10.3 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI IPE 100

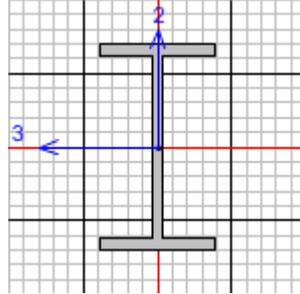
Si riporta di seguito la verifica del profilo maggiormente sollecitato

Steel P-M Interaction Ratios (Italian NTC 2018)



**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°**  
**MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	39 di 58



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 198	X Mid: 1.146	Combo: SLU_8	Design Type: Beam
Length: 1.15	Y Mid: -8.625	Shape: IPE100	Frame Type: Non Dissipative
Loc : 1.15	Z Mid: 3.131	Class: Class 1	Rolled : Yes

Interaction=Method B                      MultiResponse=Envelopes                      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? No

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25	
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=0.75	D/C Lim=1.

Aeff=0.001	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.001	Iyy=1.710E-06	iyy=0.041	Wel,yy=3.420E-05	Weff,yy=3.420E-05
It=0.	Izz=0.	izz=0.012	Wel,zz=5.782E-06	Weff,zz=5.782E-06
Iw=0.	Iyz=0.	h=0.1	Wpl,yy=3.940E-05	Av,y=6.667E-04
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl,zz=9.150E-06	Av,z=5.062E-04

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
1.15	-0.356	1.197	0.	0.	0.	8.747E-05

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.142 = 0.002 + 0.139 + 0. < 1. OK  
= NEd / (Chi\_z NRk / GammaM1) + kzy (My,Ed + NEd eNy) / (Chi\_LT My,Rk / GammaM1) + kzz (Mz,Ed + NEd eNz) / (Mz,Rk / GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	-0.356	348.238	348.238				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	348.238	378.216	821.625	821.625	1.		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.21	2679.905	0.369	0.586	0.961	334.543
MajorB(y-y)	a	0.21	2679.905	0.369	0.586	0.961	334.543
Minor (z-z)	b	0.34	249.184	1.211	1.406	0.472	164.369
MinorB(z-z)	b	0.34	249.184	1.211	1.406	0.472	164.369
Torsional TF	b	0.34	821.625	0.667	0.802	0.802	279.271

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mm,Ed	Meq,Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	1.197	1.197	0.776	1.008
Minor (z-z)	0.	0.	0.	0.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	40 di 58

	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	13.321	13.321	13.321	8.578
Minor (z-z)	3.094	3.094	3.094	

	Curve b	AlphaLT 0.34	LambdaBarLT 0.927	PhiLT 1.053	ChiLT 0.644	Iw 0.	Mcr 16.285
LTB							

Factors	kw 1.	Psi 1.132	C2 0.459	C3 0.525	zj 0.
	za 0.05	zs 0.	zg 0.05	zz 0.	

Factors	kyy 0.778	kyz 0.602	kzy 1.	kzz 1.003

**SHEAR DESIGN**

	Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	0.	8.747E-05	98.804	0.	OK
Minor (y)	0.	8.747E-05	130.147	0.	OK

Reduction	Vpl,Rd 98.804	Eta 1.	LambdabarW 0.299

**CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS**

Major (V2)	VMajor Left 2.081	VMajor Right 0.

## 11 VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELLA STRUTTURA METALLICA

Le verifiche degli spostamenti orizzontali lungo X (U1) e lungo Y (U2) effettuate per le combinazioni di carico VENTO X e VENTO Y e degli abbassamenti/frecce (U3) dovuti al carico accidentale ( $\delta_2$ ) e al carico permanente + accidentale ( $\delta_{max}$ ) nella combinazione Caratteristica.

Riassumendo i limiti di deformazione sono:

- Gli abbassamenti limite delle travi in copertura sono:

$$\frac{\delta_{max}}{l} < \frac{1}{200}$$

$$\frac{\delta_2}{l} < \frac{1}{250}$$

- Gli spostamenti laterali limite alla sommità delle colonne sono:

$$\frac{\delta}{H} < \frac{1}{300}$$

## 11.1 TRAVI DELLA COPERTURA- SPOSTAMENTI VERTICALI

### 11.1.1 Verifica delle freccia della trave IPE100 in mezzeria.

Dall'analisi del modello di calcolo si ottiene:

**TABLE: Joint Displacements**

Joint	OutputCase	CaseType	U3								
Text	Text	Text	m								
178	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00055	192	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00233				
178	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00146	192	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00211				
178	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00133	192	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00088				
178	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00042	193	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00125				
179	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00058	193	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00247				
179	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00149	193	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00223				
179	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00135	193	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.001				
179	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00044	194	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00065				
180	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00058	194	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00194				
180	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00149	194	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00178				
180	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00135	195	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00049				
180	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00044	195	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00008	207	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.0023
181	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00055	195	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00209	207	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00207
181	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00146	195	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00191	207	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00094
181	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00133	196	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00062	208	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00116
181	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00042	196	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00008	208	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.0023
182	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00083	196	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00209	208	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00207
182	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00185	196	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00191	208	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00094
182	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00167	197	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00062	208	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00105
182	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00066	197	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00065	209	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00219
183	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.0009	197	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00194	209	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00197
183	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00191	197	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00178	209	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00184
183	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00173	198	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00049	209	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00084
183	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00071	198	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00065	210	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00185
184	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.0009	198	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00194	210	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00167
184	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00191	199	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00178	210	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00066
184	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00173	199	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00049	210	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00009
184	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00071	199	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00008	211	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00192
185	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00083	199	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00209	211	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00173
185	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00185	200	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00191	211	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00072
185	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00167	200	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00062	211	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.0009
185	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00066	200	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00008	211	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00192
186	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00105	200	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00209	212	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00173
186	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00218	201	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00191	212	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00072
186	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00197	201	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00062	212	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00084
186	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00084	201	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00065	212	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00167
187	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00116	201	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00194	212	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00185
187	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00229	202	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00178	213	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00084
187	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00207	202	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00049	213	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00185
187	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00093	202	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00111	213	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00167
188	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00116	202	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00234	213	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00066
188	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00229	203	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00211	213	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00055
188	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00207	203	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00088	214	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00146
188	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00093	203	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00125	214	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00133
189	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00105	203	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00247	214	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00042
189	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00218	204	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00223	214	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00058
189	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00197	204	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00101	215	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00149
189	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00084	204	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00125	215	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00136
190	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00111	205	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00247	215	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00045
190	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00233	205	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00223	215	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00058
190	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00211	205	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00101	215	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00149
190	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00088	205	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00111	216	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00136
191	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00125	206	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00234	216	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00045
191	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00247	206	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00211	216	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00055
191	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00223	206	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00088	216	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00146
191	CARATTERISTICA 4	Combination	-0.001	206	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00105	217	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00133
192	CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00111	207	CARATTERISTICA 2	Combination	-0.00219	217	CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00042
					CARATTERISTICA 3	Combination	-0.00197	217			
					CARATTERISTICA 4	Combination	-0.00084	217			
					CARATTERISTICA 1	Combination	-0.00116	217			

U3 (m)		L	dmax
max	min	m	m
-0.00042	-0.00247	2.30	0.0115



## 11.2 COLONNE - SPOSTAMENTI ORIZZONTALI

### 11.2.1 Verifica spostamenti orizzontali a quota 2.80m

Si effettua la verifica dello spostamento orizzontale massimo assoluto delle colonne indotto dai carico del Vento.

TABLE: Joint Displacements				TABLE: Joint Displacements			
Joint	OutputCase	CaseType	U1	Joint	OutputCase	CaseType	U2
Text	Text	Text	m	Text	Text	Text	m
49	VENTO X	LinStatic	8.18E-06	49	VENTO X	LinStatic	6.88E-12
49	VENTO X-	LinStatic	-7.6E-05	49	VENTO X-	LinStatic	7.83E-12
49	VENTO Y	LinStatic	-3.4E-05	49	VENTO Y	LinStatic	0.003654
49	VENTO Y-	LinStatic	-3.4E-05	49	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
49	VENTO_AER	LinStatic	-1.3E-05	49	VENTO_AER	LinStatic	1.42E-12
51	VENTO X	LinStatic	0.000076	51	VENTO X	LinStatic	5.24E-11
51	VENTO X-	LinStatic	-8.2E-06	51	VENTO X-	LinStatic	4.91E-11
51	VENTO Y	LinStatic	0.000034	51	VENTO Y	LinStatic	0.003654
51	VENTO Y-	LinStatic	0.000034	51	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
51	VENTO_AER	LinStatic	-8.2E-07	51	VENTO_AER	LinStatic	8.99E-12
79	VENTO X	LinStatic	-2.6E-05	79	VENTO X	LinStatic	6.88E-12
79	VENTO X-	LinStatic	-0.00011	79	VENTO X-	LinStatic	7.83E-12
79	VENTO Y	LinStatic	-6.7E-05	79	VENTO Y	LinStatic	0.003655
79	VENTO Y-	LinStatic	-6.7E-05	79	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
79	VENTO_AER	LinStatic	-1.9E-05	79	VENTO_AER	LinStatic	1.42E-12
81	VENTO X	LinStatic	0.000109	81	VENTO X	LinStatic	5.22E-11
81	VENTO X-	LinStatic	0.000026	81	VENTO X-	LinStatic	4.89E-11
81	VENTO Y	LinStatic	0.000067	81	VENTO Y	LinStatic	0.003655
81	VENTO Y-	LinStatic	0.000067	81	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
81	VENTO_AER	LinStatic	5.34E-06	81	VENTO_AER	LinStatic	8.96E-12
104	VENTO X	LinStatic	-2.6E-05	104	VENTO X	LinStatic	6.88E-12
104	VENTO X-	LinStatic	-0.00011	104	VENTO X-	LinStatic	7.83E-12
104	VENTO Y	LinStatic	-6.7E-05	104	VENTO Y	LinStatic	0.003656
104	VENTO Y-	LinStatic	-6.7E-05	104	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
104	VENTO_AER	LinStatic	-1.9E-05	104	VENTO_AER	LinStatic	1.42E-12
106	VENTO X	LinStatic	0.000109	106	VENTO X	LinStatic	5.22E-11
106	VENTO X-	LinStatic	0.000026	106	VENTO X-	LinStatic	4.89E-11
106	VENTO Y	LinStatic	0.000067	106	VENTO Y	LinStatic	0.003656
106	VENTO Y-	LinStatic	0.000067	106	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
106	VENTO_AER	LinStatic	5.34E-06	106	VENTO_AER	LinStatic	8.96E-12
129	VENTO X	LinStatic	-2.6E-05	129	VENTO X	LinStatic	6.88E-12
129	VENTO X-	LinStatic	-0.00011	129	VENTO X-	LinStatic	7.83E-12
129	VENTO Y	LinStatic	-6.7E-05	129	VENTO Y	LinStatic	0.003658
129	VENTO Y-	LinStatic	-6.7E-05	129	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
129	VENTO_AER	LinStatic	-1.9E-05	129	VENTO_AER	LinStatic	1.42E-12
131	VENTO X	LinStatic	0.000109	131	VENTO X	LinStatic	5.22E-11
131	VENTO X-	LinStatic	0.000026	131	VENTO X-	LinStatic	4.89E-11
131	VENTO Y	LinStatic	0.000067	131	VENTO Y	LinStatic	0.003658
131	VENTO Y-	LinStatic	0.000067	131	VENTO Y-	LinStatic	-0.00366
131	VENTO_AER	LinStatic	5.34E-06	131	VENTO_AER	LinStatic	8.96E-12
154	VENTO X	LinStatic	8.18E-06	154	VENTO X	LinStatic	6.88E-12
154	VENTO X-	LinStatic	-7.6E-05	154	VENTO X-	LinStatic	7.83E-12
154	VENTO Y	LinStatic	-3.4E-05	154	VENTO Y	LinStatic	0.003663
154	VENTO Y-	LinStatic	-3.4E-05	154	VENTO Y-	LinStatic	-0.00365
154	VENTO_AER	LinStatic	-1.3E-05	154	VENTO_AER	LinStatic	1.42E-12
156	VENTO X	LinStatic	0.000076	156	VENTO X	LinStatic	5.24E-11
156	VENTO X-	LinStatic	-8.2E-06	156	VENTO X-	LinStatic	4.91E-11
156	VENTO Y	LinStatic	0.000034	156	VENTO Y	LinStatic	0.003662
156	VENTO Y-	LinStatic	0.000034	156	VENTO Y-	LinStatic	-0.00365
156	VENTO_AER	LinStatic	-8.2E-07	156	VENTO_AER	LinStatic	8.99E-12

U1 (m)		H	d	U2 (m)		H	d
max	min	m	m	max	min	m	m
0.00011	-0.00011	2.80	0.0093	0.003663	-0.00366	2.80	0.0093

### 11.2.2 Verifica spostamenti orizzontali a quota 3.50m

TABLE: Joint Displacements				TABLE: Joint Displacements			
Joint	OutputCase	CaseType	U1	Joint	OutputCase	CaseType	U2
Text	Text	Text	m	Text	Text	Text	m
77	VENTO X	LinStatic	9.53E-12	77	VENTO X	LinStatic	-4.2E-05
77	VENTO X-	LinStatic	3.39E-11	77	VENTO X-	LinStatic	0.000042
77	VENTO Y	LinStatic	0.01159	77	VENTO Y	LinStatic	1.57E-09
77	VENTO Y-	LinStatic	-0.01159	77	VENTO Y-	LinStatic	1.57E-09
77	VENTO_AER	LinStatic	6E-12	77	VENTO_AER	LinStatic	7.01E-06
102	VENTO X	LinStatic	9.45E-12	102	VENTO X	LinStatic	-4.2E-05
102	VENTO X-	LinStatic	3.38E-11	102	VENTO X-	LinStatic	0.000042
102	VENTO Y	LinStatic	0.011591	102	VENTO Y	LinStatic	3.13E-09
102	VENTO Y-	LinStatic	-0.01159	102	VENTO Y-	LinStatic	3.14E-09
102	VENTO_AER	LinStatic	5.98E-12	102	VENTO_AER	LinStatic	7.01E-06
127	VENTO X	LinStatic	9.44E-12	127	VENTO X	LinStatic	-4.2E-05
127	VENTO X-	LinStatic	3.38E-11	127	VENTO X-	LinStatic	0.000042
127	VENTO Y	LinStatic	0.011591	127	VENTO Y	LinStatic	3.14E-09
127	VENTO Y-	LinStatic	-0.01159	127	VENTO Y-	LinStatic	3.14E-09
127	VENTO_AER	LinStatic	5.98E-12	127	VENTO_AER	LinStatic	7.01E-06
152	VENTO X	LinStatic	9.45E-12	152	VENTO X	LinStatic	-4.2E-05
152	VENTO X-	LinStatic	3.38E-11	152	VENTO X-	LinStatic	0.000042
152	VENTO Y	LinStatic	0.011593	152	VENTO Y	LinStatic	3.13E-09
152	VENTO Y-	LinStatic	-0.01159	152	VENTO Y-	LinStatic	3.14E-09
152	VENTO_AER	LinStatic	5.98E-12	152	VENTO_AER	LinStatic	7.01E-06
177	VENTO X	LinStatic	9.53E-12	177	VENTO X	LinStatic	-4.2E-05
177	VENTO X-	LinStatic	3.39E-11	177	VENTO X-	LinStatic	0.000042
177	VENTO Y	LinStatic	0.011594	177	VENTO Y	LinStatic	1.57E-09
177	VENTO Y-	LinStatic	-0.01159	177	VENTO Y-	LinStatic	1.57E-09
177	VENTO_AER	LinStatic	6E-12	177	VENTO_AER	LinStatic	7.01E-06

U1 (m)		H	d	U2 (m)		H	d
max	min	m	m	max	min	m	m
0.01159	-0.01159	3.50	0.0117	0.000042	-4.2E-05	3.50	0.0117

## 11.3 VERIFICA AGLI SLE

### 11.3.1 Verifica spostamenti orizzontali a quota 2.80m

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non agibile la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori a  $0.01 \cdot h$  e quindi:

$dr < 0.01 \cdot h$  essendo  $dr$  lo spostamento di interpiano ed  $h$  l'altezza del piano.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	46 di 58

Si riportano di seguito le verifiche degli spostamenti orizzontali lungo X (U1) e lungo Y (U2) effettuate per le combinazioni di carico SismaX-SLE e SismaY-SLE.

TABLE: Joint Displacements					TABLE: Joint Displacements				
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U2
Text	Text	Text	Text	m	Text	Text	Text	Text	m
49	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000081	49	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.73E-10
49	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		1.44E-10	49	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006492
51	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000081	51	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.77E-10
51	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		1.38E-10	51	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006491
79	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000176	79	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.74E-10
79	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.45E-10	79	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006493
81	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000176	81	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.77E-10
81	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.54E-10	81	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006492
104	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000185	104	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.74E-10
104	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.25E-10	104	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006493
106	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000185	106	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.77E-10
106	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.25E-10	106	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006492
129	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000176	129	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.74E-10
129	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		4.04E-10	129	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006493
131	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000176	131	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.77E-10
131	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.89E-10	131	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006492
154	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000081	154	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.74E-10
154	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		2.15E-10	154	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006492
156	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000081	156	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		6.77E-10
156	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		2.25E-10	156	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.006491

U1 (m)		H	$\delta$	U2 (m)		H	$\delta$
max	min	m	m	max	min	m	m
0.0002	0.000000	2.80	0.028	0.0065	0.000000	2.80	0.028

### 11.3.2 Verifica spostamenti orizzontali a quota 3.50m

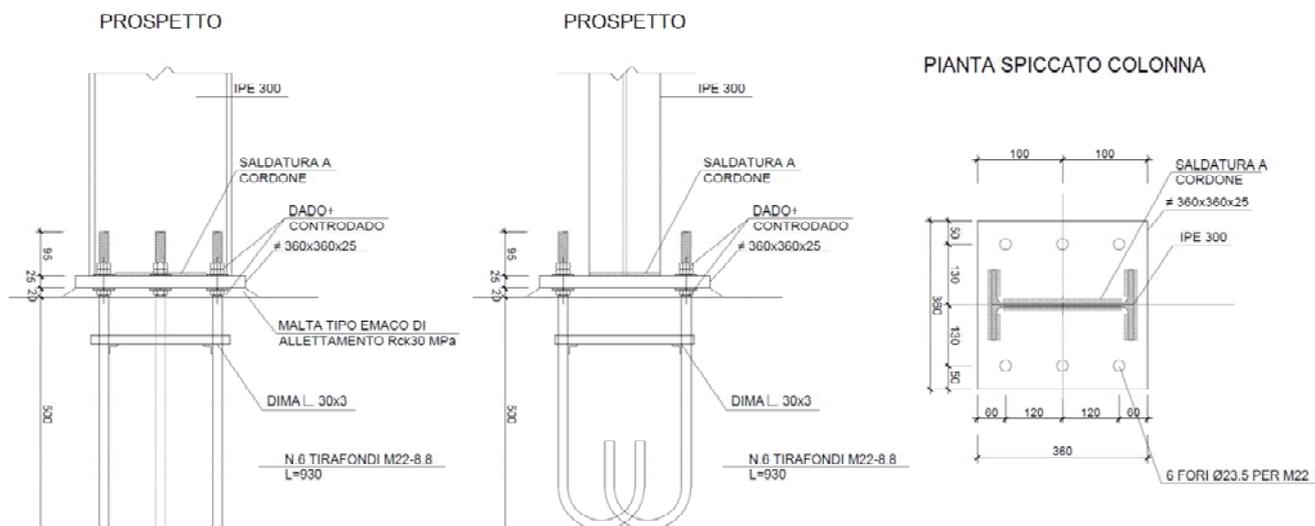
TABLE: Joint Displacements					TABLE: Joint Displacements				
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U2
Text	Text	Text	Text	m	Text	Text	Text	Text	m
77	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		4.62E-10	77	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000082
77	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.034563	77	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		1.32E-10
102	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		4.63E-10	102	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000178
102	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.034564	102	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.56E-10
127	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		4.63E-10	127	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000186
127	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.034564	127	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.3E-10
152	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		4.63E-10	152	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000178
152	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.034564	152	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		3.93E-10
177	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		4.62E-10	177	SISMA_SLE X	LinRespSp Max		0.000082
177	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		0.034563	177	SISMA_SLE Y	LinRespSp Max		2.11E-10

U1 (m)		H	$\delta$	U2 (m)		H	d
max	min	m	m	max	min	m	m
0.0346	0.000000	3.50	0.035	0.000042	-4.2E-05	3.50	0.0117

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	47 di 58

## 12 VERIFICA PIASTRA DI BASE



		F1	F2	F3	M1	M2	M3	Joint	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	1.3	2.4	4.9	7.3	1.5	<b>0.2</b>	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.7	-2.4	4.5	-7.3	0.6	<b>-0.2</b>	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M2</b>	<b>max</b>	<b>7.3</b>	<b>-0.2</b>	<b>15.4</b>	<b>0.5</b>	<b>10.9</b>	0.0	78	SLU_15
<b>M2</b>	<b>min</b>	-7.0	0.0	14.5	0.0	<b>-10.5</b>	0.0	105	SLU_14
<b>M1</b>	<b>max</b>	2.3	2.4	7.4	<b>7.3</b>	2.8	0.2	103	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M1</b>	<b>min</b>	1.1	-2.4	6.6	<b>-7.3</b>	0.7	-0.2	103	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F3</b>	<b>max</b>	5.2	0.1	<b>22.6</b>	-0.3	3.5	0.0	78	SLU_7
<b>F3</b>	<b>min</b>	0.1	-0.7	<b>4.1</b>	-2.2	-0.5	-0.1	48	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y
<b>F2</b>	<b>max</b>	1.3	<b>2.4</b>	4.9	7.3	1.5	0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F2</b>	<b>min</b>	0.7	<b>-2.4</b>	4.5	-7.3	0.6	-0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F1</b>	<b>max</b>	<b>7.7</b>	-0.1	19.3	0.3	10.0	0.0	78	SLU_11
<b>F1</b>	<b>min</b>	<b>-7.2</b>	-0.1	19.3	0.3	-9.5	0.0	80	SLU_4a

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	48 di 58

**CARATTERISTICHE ELEMENTI**
**Calcestruzzo**

Classe	C32/40	$R_{ck} =$	40 MPa
		$f_{ck} =$	32 MPa
		$f_{ctm} =$	3.02 MPa
		$f_{cm} =$	40.00 MPa
		$E_{cm} =$	33346 MPa
		$f_{ctk} =$	2.12 MPa
		$f_{bd} =$	3.18 MPa
		$f_{cd} =$	18.13 MPa
		$\gamma_c =$	1.5

**Tirafondi**

Bulloni	M22	$\Phi =$	22 mm
		$\Phi_{\text{foro}} =$	23.5 mm
		$A_{\text{res}} =$	303 mm <sup>2</sup>
tirafondi totali		$n =$	8
		$\Phi_{\text{equivalente}} =$	19.64 mm

Classe	8.8	$f_{yb} =$	640 MPa
		$f_{tb} =$	800 MPa
		$\gamma_{M2} =$	1.25

**Piastra**

Acciaio	S355	$f_{yk} =$	355 MPa
		$f_{tk} =$	510 MPa
		$f_{yd} =$	338 MPa
		$\gamma_{M0} =$	1.05
		$B =$	360 mm
		$L =$	360 mm
		$s =$	25 mm

Colonna	IPE300	$H =$	300 mm
		$B =$	150 mm

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	49 di 58

**Verifica piastra in zona tesa**

$n_1 =$	<b>1</b>	numero tirafondi presenti sulla mensola di verifica
$F_{t,Rd} =$	174.53 kN	resistenza a trazione del singolo tirafondo
$d =$	<b>60</b> mm	distanza tirafondi dalla sezione di verifica
$W_{el,tot} =$	<b>37500</b> mm <sup>3</sup>	modulo elastico sezione resistente

Momento sollecitante

$$M_{Ed} = n_1 \cdot F_{t,Rd} \cdot d_1 = 10.47 \text{ KNm} \quad F_{t,Rd} = 0.9 f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$$

Momento resistente

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_{el} = 12.68 \text{ KNm} > M_{Ed} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**Verifica a rifollamento piastra**

$$k = 2.50$$

$$\alpha = 0.71$$

 resistenza a rifollamento  $F_{b,Rd} = (k \cdot \alpha \cdot d \cdot s \cdot f_{tk}) / \gamma_{M2}$ 

$$F_{b,Rd} = 397.87 \text{ KN} > F_{v,Ed} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**Verifica a punzonamento piastra**

 resistenza a punzonamento  $B_{p,Rd} = (0.6 \cdot \pi \cdot d \cdot s \cdot f_{tk}) / \gamma_{M2}$ 

$$B_{p,Rd} = 422.98 \text{ KN} > F_{t,Ed} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

**Verifica sezione di contatto**
**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**
**NOME SEZIONE: PIASTRA TA**

(Percorso File: \\oceano\C39\LAVORO\MODELLI DI CALCOLO\PENSILINE ASSISI\Shelter - 1° marciapiede\PIASTRA TA.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Tensioni Ammissibili
Tipologia sezione:	Sezione generica
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CONGLOMERATO -	Classe: c32/40	
	Tensione Normale Ammiss. Sc	: 122.50 daN/cm <sup>2</sup>
	Tensione Normale media Amm.	: 85.75 daN/cm <sup>2</sup>
	Tensione Tangenz. Amm. TauC0	: 7.33 daN/cm <sup>2</sup>
	Tensione Tangenz. Amm. TauC1	: 21.14 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. N di omogeneizzazione	: 15.0
	Modulo Elastico Normale Ec	: 333458 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson	: 0.20
	Resis. media a trazione fctm	: 31.00 daN/cm <sup>2</sup>
ACCIAIO -	Tipo: CLASSE 8.8	
	Resist. caratt. rottura ftk	: 6956.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Tensione Ammissibile Sf	: 3730.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Modulo Elastico Ef	: 2000000 daN/cm <sup>2</sup>

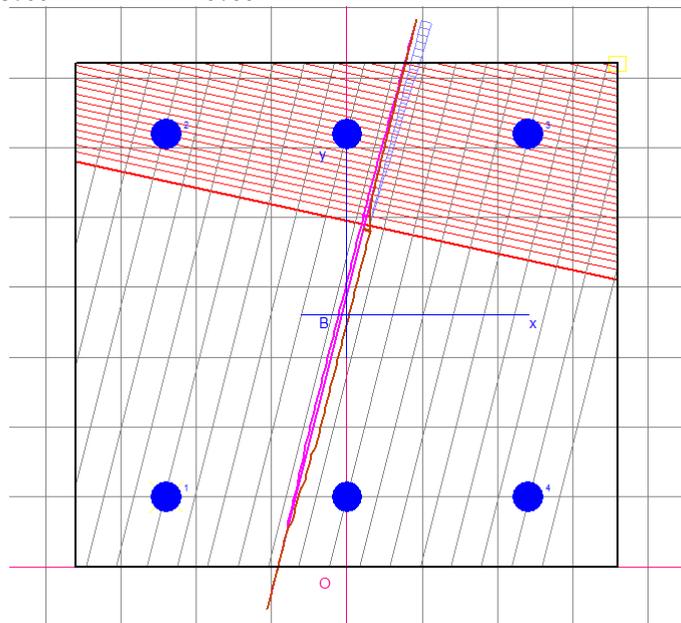
**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	50 di 58

**CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO**
**DOMINIO N° 1**

 Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: c32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-18.00	0.00
2	-18.00	36.00
3	18.00	36.00
4	18.00	0.00


**DATI BARRE ISOLATE**

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini  
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O  
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-12.00	5.00	19.70
2	-12.00	31.00	19.70
3	12.00	31.00	19.70
4	12.00	5.00	19.70

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.  
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.  
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	1	19.70
2	2	3	1	19.70

**TENS.AMMISS. - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	51 di 58

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	487	734	152	235	127
2	453	-734	57	-235	72
3	935	97	902	-35	556
4	888	97	-880	-35	-536
5	487	734	152	235	127
6	453	-734	57	-235	72
7	1297	-58	60	21	241
8	413	-220	-53	-71	9
9	487	734	152	235	127
10	453	-734	57	-235	72
11	935	97	902	-35	556
12	888	97	-880	-35	-536

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.0 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 2.6 cm

**METODO DELLE TENSIONI AMMISSIBILI - MASSIME E MINIME TENSIONI NORMALI**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 Sc max Massima tensione [in daN/cm<sup>2</sup>] nel conglomerato (positiva se di compress.)  
 Xc max Ascissa [in cm] corrispond. al punto di massima compressione  
 Yc max Ordinata [in cm] corrispond. al punto di massima compressione  
 Sc min Minima tensione [in daN/cm<sup>2</sup>] nel conglomerato (positiva se di compress.)  
 Xc min Ascissa [in cm] corrispond. al punto di minima compressione  
 Yc min Ordinata [in cm] corrispond. al punto di minima compressione  
 Sc med Tensione media [in daN/cm<sup>2</sup>] nel congl. in presenza di sf. normale  
 Sf min Minima tensione [in daN/cm<sup>2</sup>] nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Yf min Ordinata [in cm] corrispond. alla barra di minima tensione

N.Comb.	Ver	Sc max	Xcmax	Ycmax	Sc min	Xcmin	Ycmin	Sc med	Sf min	Xfmin	Yfmin
1	S	14.3	18.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-313	-12.0	5.0
2	S	11.9	18.0	0.0	0.0	-18.0	36.0	0.3	-288	-12.0	31.0
3	S	19.2	18.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.6	-436	-12.0	5.0
4	S	18.8	-18.0	36.0	0.0	18.0	0.0	0.6	-427	12.0	5.0
5	S	14.3	18.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-313	-12.0	5.0
6	S	11.9	18.0	0.0	0.0	-18.0	36.0	0.3	-288	-12.0	31.0
7	S	2.1	18.0	0.0	0.0	-18.0	36.0	0.8	-1	-12.0	31.0
8	S	4.5	0.0	0.0	0.0	18.0	36.0	0.3	-82	12.0	31.0
9	S	14.3	18.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-313	-12.0	5.0
10	S	11.9	18.0	0.0	0.0	-18.0	36.0	0.3	-288	-12.0	31.0
11	S	19.2	18.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.6	-436	-12.0	5.0
12	S	18.8	-18.0	36.0	0.0	18.0	0.0	0.6	-427	12.0	5.0

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°**  
**MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	52 di 58

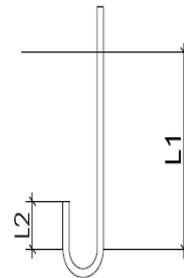
**Verifica a taglio trazione tirafondi**

$V_x =$	<b>7.30</b> kN	taglio in direzione x	$F_{v,Ed} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} / n$
$V_y =$	<b>0.20</b> kN	taglio in direzione y	
$F_{v,tot} =$	7.30 kN	taglio totale	
$n =$	8	numero tirafondi totali	
$F_{v,Ed} =$	0.91 kN	taglio agente sul singolo tirafondo	
$A_{res} =$	303 mm <sup>2</sup>	area resistente del singolo tirafondo	$F_{t,Ed} = \sigma_{max} \cdot A_{res}$
$\sigma_{max} =$	<b>302.60</b> N/mm <sup>2</sup>	tensione di trazione sul tirafondo più sollecitato	
$F_{t,Ed} =$	91.69 kN	trazione agente sul tirafondo più sollecitato	

$F_{v,Rd} =$	116.35 kN	$F_{v,Rd} = 0.6 f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$	
$F_{t,Rd} =$	174.53 kN		
$F_{v,Ed} =$	0.91 kN	$F_{t,Rd} = 0.9 f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2}$	
$F_{t,Ed} =$	91.69 kN		
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \Rightarrow 0.38 \leq 1$			verifica soddisfatta
con $\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1 \Rightarrow 0.53 \leq 1$			verifica soddisfatta

**Verifica lunghezza di ancoraggio tirafondi**

lunghezza senza uncino	$L1 =$	<b>50</b> cm
lunghezza oltre uncino	$L2 =$	<b>10</b> cm
lunghezza ancoraggio	$L =$	<b>97.40</b> cm
forza di precarico	$F_{p,Cd} =$	154.25 kN

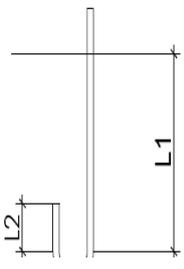


$F_{lim} = \pi \cdot \Phi \cdot L \cdot f_{bd} = 213.73$ kN	$>$	$F_{p,Cd}$	verifica soddisfatta
	$>$	$F_{t,Rd}$	verifica soddisfatta

### 13 VERIFICA DEL PLINTO

Le colonne terminali della pensilina sono appoggiate su una trave di fondazione in c.a. a differenza delle altre che invece sono fissate in testa ai muri ad U delle rampe scale. Si verifica di seguito la lunghezza di ancoraggio dei tirafondi valutata per un plinto di fondazione realizzato con un Rck 25/30

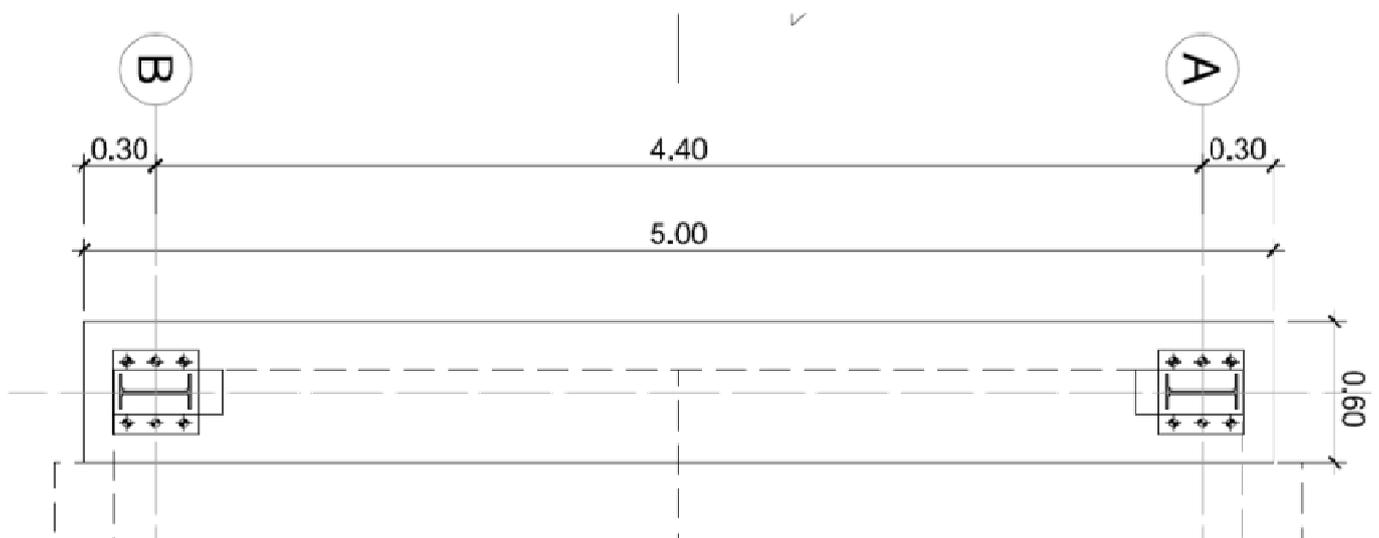
#### Verifica lunghezza di ancoraggio tirafondi

lunghezza senza uncino	L1=	50 cm	
lunghezza oltre uncino	L2=	10 cm	
lunghezza ancoraggio	L=	97.40 cm	
forza di precarico	$F_{p,Cd}$ =	154.25 KN	

$$F_{lim} = \pi \cdot \Phi \cdot L \cdot f_{bd} = 181.30 \text{ KN} > F_{p,Cd} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$> F_{t,Rd} \quad \text{verifica soddisfatta}$$

Si verifica di seguito la capacità portante della trave di fondazione di dimensione 0.60 x 5.0 m e spessore 80 cm.



Il terreno di fondazione è caratterizzato dai seguenti parametri

$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	19	peso di volume terreno ai lati
$\phi'$ (°)	30	angolo di attrito terreno ai lati
$c'$	0	Coesione efficace

Si riportano di seguito gli scarichi alla base delle 4 colonne di estremità e le verifiche a capacità portante eseguite per la combinazione peggiore evidenziata in rosso. Il calcolo viene eseguito ipotizzando che ogni colonna sia fondata su un plinto isolato di forma quadrata di lato pari a 0.60 m.

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
 MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	54 di 58

		F1	F2	F3	M1	M2	M3	Joint	OutputCase
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	1.3	2.4	4.9	7.3	1.5	<b>0.2</b>	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M3</b>	<b>min</b>	0.7	-2.4	4.5	-7.3	0.6	<b>-0.2</b>	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M2</b>	<b>max</b>	<b>5.6</b>	<b>-0.4</b>	<b>9.3</b>	<b>1.0</b>	<b>9.0</b>	0.0	48	SLU_15
<b>M2</b>	<b>min</b>	-5.4	-0.4	8.9	1.0	<b>-8.8</b>	0.0	50	SLU_14
<b>M1</b>	<b>max</b>	1.3	2.4	4.9	<b>7.3</b>	1.5	0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>M1</b>	<b>min</b>	0.7	-2.4	4.5	<b>-7.3</b>	0.6	-0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F3</b>	<b>max</b>	2.4	0.2	<b>13.0</b>	-0.6	0.6	0.0	48	SLU_7
<b>F3</b>	<b>min</b>	0.1	-0.7	<b>4.1</b>	-2.2	-0.5	-0.1	48	Sismica_SLU_+1.0_X_+0.3Y
<b>F2</b>	<b>max</b>	1.3	<b>2.4</b>	4.9	7.3	1.5	0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F2</b>	<b>min</b>	0.7	<b>-2.4</b>	4.5	-7.3	0.6	-0.2	48	Sismica_SLU_+0.3_X_+1.0Y
<b>F1</b>	<b>max</b>	<b>5.6</b>	-0.4	9.3	1.0	9.0	0.0	48	SLU_15
<b>F1</b>	<b>min</b>	<b>-5.4</b>	-0.4	8.9	1.0	-8.8	0.0	50	SLU_14

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

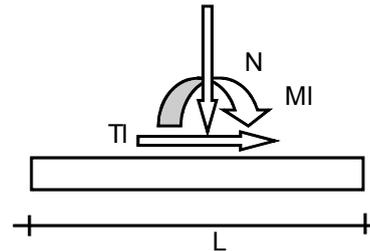
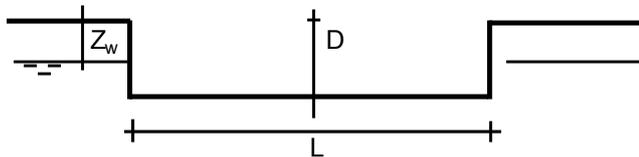
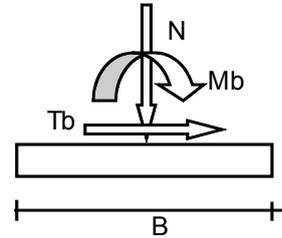
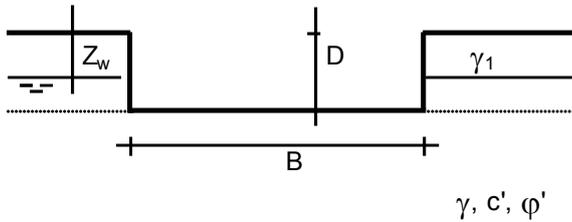
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2 \cdot e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2 \cdot e_L$ )

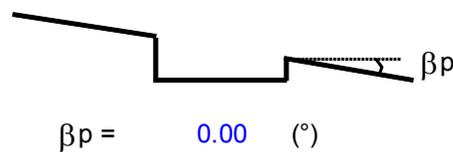
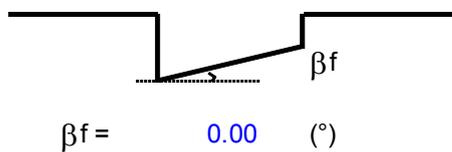
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°**  
**MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	55 di 58



B = 0.60 (m)  
L = 0.60 (m)  
D = 0.80 (m)



**AZIONI**

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	13.00	0.00	13.00
Mb [kNm]	0.60	0.00	0.60
MI [kNm]	0.60	0.00	0.60
Tb [kN]	2.40	0.00	2.40
TI [kN]	0.20	0.00	0.20
H [kN]	2.41	0.00	2.41

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 30.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 30.00$  (°)

*Profondità della falda*

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	56 di 58

$$Z_w = 10.00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0.05 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.05 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 0.51 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 0.51 \quad (\text{m})$$

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 15.20 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**$N_c, N_q, N_\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 18.40$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 30.14$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 22.40$$

**$s_c, s_q, s_\gamma$  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.61$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.58$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.60$$

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.50 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 85.24 \quad (^\circ)$$

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	57 di 58

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.50 \quad m = 1.50 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e  
m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>i</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

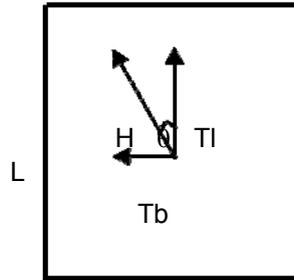
$$i_q = 0.74$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.72$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.60$$



B

**d<sub>c</sub>, d<sub>q</sub>, d<sub>γ</sub> : fattori di profondità del piano di appoggio**

per D/B\* ≤ 1; d<sub>q</sub> = 1 + 2 D tan φ' (1 - sen φ')<sup>2</sup> / B\*

per D/B\* > 1; d<sub>q</sub> = 1 + (2 tan φ' (1 - sen φ')<sup>2</sup>) \* arctan (D / B\*)

$$d_q = 1.29$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.31$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

**FABBRICATI E PIAZZALI - SHELTER 1°  
MARCIAPIEDE: RELAZIONE DI CALCOLO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL FV0100 001	A	58 di 58

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 457.45 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 50.44 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Verifica di sicurezza capacità portante**

$$q_{lim} / \gamma_R = 198.89 \geq q = 50.44 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**VERIFICA A SCORRIMENTO**

**Carico agente**

$$H_d = 2.41 \quad (\text{kN})$$

**Azione Resistente**

$$S_d = N \tan(\phi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 7.51 \quad (\text{kN})$$

**Verifica di sicurezza allo scorrimento**

$$S_d / \gamma_R = 6.83 \geq H_d = 2.41 \quad (\text{kN})$$