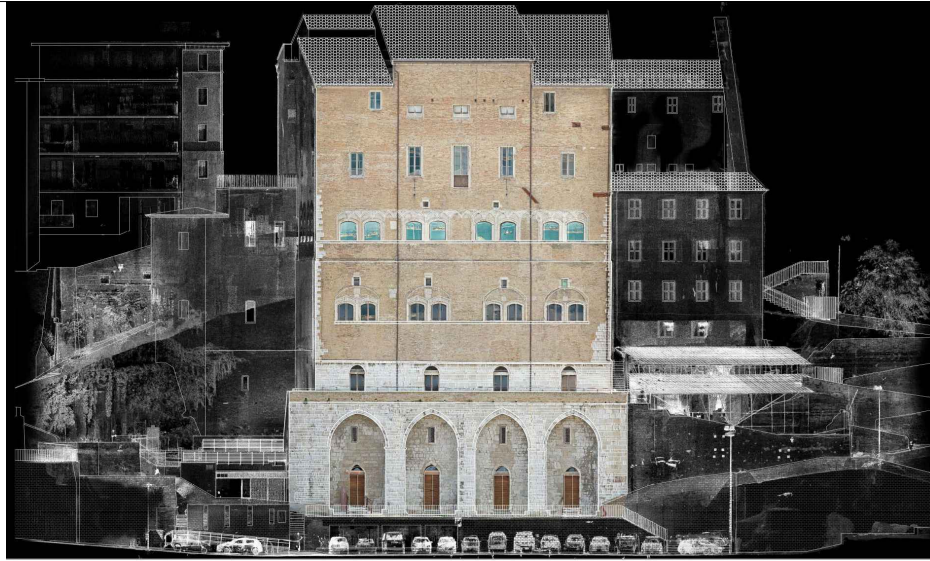




# COMUNE DI ANCONA



ITI WATERFRONT DI ANCONA 3.0 - POR FERS MARCHE 2014-20 - ASSE 6 - AZ.16.1  
PERCORSO ARCHEOLOGICO PALAZZO DEGLI ANZIANI-SACELLO MEDIOEVALE PIAZZALE DANTE  
ALIGHIERI- CASA DEL CAPITANO. RESTAURO E VALORIZZAZIONE CAPISALDI STORICI E SPAZI APERTI.

## Progetto Esecutivo

Responsabile Unico del Procedimento Arch. Claudio Centanni

Progettazione architettonica

ABDR

ABDR Architetti Associati  
Via delle Conche, 20 - 00154 Roma "A"  
Prof. Arch. Michele Beccu  
Prof. Arch. Paolo Desideri  
Prof. Arch. Filippo Raimondo



Mondaini Roscani Architetti Associati  
Viale della Vittoria, 14 - 60123 Ancona  
Arch. Gian Paolo Roscani  
Giovane professionista :  
Ing. Arch. M. Roscani



Coordinamento operativo :  
Arch. Nicola Bissanti  
Collaboratori : Arch. M. Gemmiti

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI MACERATA  
Collaboratori : Dott. F. Chiacchiera  
Dott. Ing. MARCO ROSCIANI  
POTENZA PICENA  
INGEGNERE a Civile e Ambientale  
n. 1780

Progettazione strutturale

Studio di Ingegneria Talevi  
Piazza Cavour, 13 - 60121 Ancona  
Ing. Maurizio Talevi

Dott. Ing. MAURIZIO TALEVI  
Collaboratori: Geom. R. Pasqualini  
Ordine Ingegneri Prov. An. n. 820

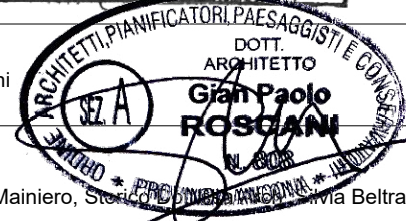
Progettazione impianti

SIGEA srl  
Via C. Battisti n.1 - 60022 Castelfidardo (AN)  
Ing. Elio Ottaviani

Dott. Ing. ELIO OTTAVIANI  
Ordine Ingegneri Prov. An. n. 986

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione

Mondaini Roscani Architetti Associati Arch. Gian Paolo Roscani



Consulenti

Archeologo Dott.ssa Chiara Cesaretti - Geologo Dott. Maurizio Mainiero, Studio Ingegneria Beltramo

Elaborato					Fase	Ambito	Tipo elaborato N. elaborato	
SCALA B Relazione di calcolo						ST	RL	313
Data di emissione	Data revisione	N. Revisione	Scala	Quota	Area	Redazione progetto	Redazione elaborato	Verifica elaborati
Marzo 2022	Maggio 2022	REV 02	1:100					

“STRATEGIA DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE ITI WATERFRONT 3.0 – POR FESR MARCHE 2014 -2020 – ASSE 6 – AZ.16.1 PERCORSO ARCHEOLOGICO PALAZZO DEGLI ANZIANI – SACELLO MEDIOEVALE – PIAZZALE DANTE ALIGHIERI – CASA DEL CAPITANO. RESTAURO E VALORIZZAZIONE DI CAPISALDI STORICI E SPAZI APERTI”

## PROGETTO STRUTTURALE DELLA SCALA “B” IN CARPENTERIA METALLICA

**COMMITTENTE: COMUNE DI ANCONA**

RELAZIONE DI CALCOLO R2

ANCONA, MAGGIO 2022

IL PROGETTISTA STRUTTURALE  
DOTT.ING. MAURIZIO TALEVI

## INDICE

<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>	<b>3</b>
a) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO	3
b) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA	3
c) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	3
d) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO	4
e) ANALISI DEI CARICHI	5
f) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	10
g) COMBINAZIONE DEI CARICHI	13
h) METODO DI ANALISI ESEGUITO	14
i) CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI	15
j) CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI	18
k) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO	21
<b>VERIFICA DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI</b>	<b>22</b>
<b>VERIFICA DEI PARAPETTI.</b>	<b>24</b>
<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>	<b>25</b>
Spostamenti Verticali agli SLE statici.	25
Travi Secondarie (cosciali della scala)	25
Verifiche allo stato limite di esercizio travi in c.a.	26
<b>VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI</b>	<b>27</b>
<b>COLLEGAMENTO GRADINI E COSCIALI UPN200.</b>	<b>27</b>
<b>COLLEGAMENTO TRA PLINTI DI FONDAZIONE E COSCIALI UPN200.</b>	<b>28</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>31</b>

## RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

### a) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO

Le strutture oggetto della presente relazione, commissionate dal Comune di Ancona, da installarsi nell'area portuale del Comune di Ancona, consistono in una scala in acciaio, formata da elementi standard della carpenteria metallica con gradini in tavolato in legno tipo Greenwood dello spessore di 3,0 cm.

### b) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

La struttura metallica in oggetto, sarà installata all'esterno dell'area portuale del Comune di Ancona (AN), e sarà destinata a scala per rendere accessibile i vicini scavi del porto antico anconetano ed è classificata ai sensi del D.M. 17.01.2018 come categoria "C" *Ambienti suscettibili di affollamento*, in particolare "scale comuni, balconi e ballatoi".

La struttura avrà uno sviluppo in pianta rettangolare di dimensioni pari a 4,82 m di lunghezza e 1,025 m di larghezza per una superficie calpestabile di circa 4,09 m<sup>2</sup>.

Dal punto di vista strutturale, la struttura è composta da cosciali realizzati in profili UPN200 fissate un cordolo in c.a. di dimensioni B.=400 mm e H.500 mm mediante barre metalliche con ancorante chimico.

Tutti i profili succitati saranno prodotti in acciaio S275JR.

Il carico utile massimo che può gravare sul piano della scala è assunto pari a 500 daN/m<sup>2</sup>, carico accidentale in conformità alla Tab. 3.1.II del D.M. 17-01-18, per ambienti di categoria "C3";

Per tutti i collegamenti sono stati considerati:

Saldature: da eseguirsi con procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011 o procedimenti automatici o semi-automatici omologati. Dove non indicato diversamente sui disegni, lo spessore di gola delle saldature a cordone d'angolo e da assumersi pari a 0,7 volte lo spessore minimo dei piatti da saldare.

Bulloni: ad alta resistenza tipo "SB" cl. 8.8, "non a serraggio controllato" UNI EN 15048-1.

### c) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

Sono state considerate le seguenti normative:

- Legge 5-11-1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2-02-1974 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Ordinanza n.2788 - 12 luglio 1998 "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale" – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile.

- D.M. 17-01-2018 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circ. 21-01-2019 n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al decreto ministeriale 17-01-2018".

#### d) DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17.01.2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi			
		Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.  
\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento; in particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

## e) ANALISI DEI CARICHI

### Pesi Propri

Il peso proprio dei singoli elementi strutturali è inserito in automatico dal programma di calcolo.

### Carichi permanenti ( $G_1$ )

#### Gradini e pianerottolo di calpestio:

- Gradino in acciaio sp. 8,0 mm tavolato in legno dello spessore di 30 mm: 62,80 daN/m<sup>2</sup>
  - Pavimentazione formata dal tavolato in legno dello spessore di 30 mm:  
Considerando il peso specifico del tavolato in legno pari a 500 kg/mc si  
ottiene un carico 500 x 0,03= 15,00 daN/m<sup>2</sup>
- Totale: 77,80 daN/m<sup>2</sup> ≈ 90 daN/m<sup>2</sup>

**Carichi variabili**

Sovraccarico Accidentale [cat C3]:

500 daN/m<sup>2</sup>

Neve

120 daN/m<sup>2</sup>

**AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18**

**1.DEFINIZIONE DEI DATI**

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota  $a_s \leq 1500$  m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini  $a_s \geq 1500$  m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1  $a_s$  (altitudine sul livello del mare):  [m]

1.2 zona:

<p><b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b>Zona II</b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona</p>	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b>Zona III</b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo</p>	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$



Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si fa riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.  
 Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione si riduce come di seguito specificato:  
 - per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà  $TR \geq 5$  anni;  
 - per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi e un anno, si assumerà  $TR \geq 10$  anni.

**2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO**

$q_{sk}$  valore caratteristico della neve al suolo **1,50** [kN/m<sup>2</sup>]

### 3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

#### 3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta  $C_E=1$ . Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

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

3.1.1 Classe di topografia: Normale

Il coefficiente di esposizione vale:  $C_E$  1,00

#### 3.2 Coefficiente termico

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

Il coefficiente topografico vale:  $C_t$  1,00

### 4 CARICO NEVE SULLA COPERTURA E COMBINAZIONI DI CARICO

$q_s$  (carico neve sulla copertura [N/m<sup>2</sup>]) =  $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$

$\mu_i$  (coefficiente di forma)

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>])

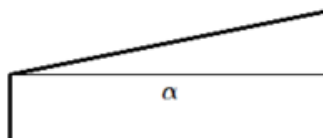
$C_E$  (coefficiente di esposizione)

$C_t$  (coefficiente termico)

#### 4.1 Combinazione per il caso di copertura ad una falda

Inclinazione falda 0 [deg]      1,20 kN/mq  $\mu_1$

$\mu_1$       0,80



#### Azione del vento

L'azione del vento è trascurabile rispetto alle altre condizioni di carico nelle varie combinazioni.

#### Effetto della temperatura

L'azione della temperatura è trascurabile rispetto alle altre condizioni di carico nelle varie combinazioni, si è comunque considerata nelle combinazioni di carico e come previsto dalle NTC 2018 cap. 3.5.5 nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici della sola componente  $\Delta T_u$  ricavandola direttamente dalla tabella sottostante.



**Tab. 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici**

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15$ °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10$ °C
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25$ °C
Strutture in acciaio protette	$\pm 15$ °C

Nel caso in esame essendo la struttura in esame esposta e non protetta si considera un  $\Delta T_u \pm 25$  °C, si riporta sotto la videata del programma di calcolo.

Par. genera x spaziale	
Diff.temper. °C	25
Spuntat.nulle	NO
Car.trapezoid.	NO
NoMesh pilastr	SI
Car.transv.auto	NO
Larg.transv. cm	0
Elem. Muratura	shell
Spunta pilastr	SI
Spunta pil.mura	SI
Mura.sopra fori	Non portan
Vincolo Cordoli	Incastro
Hmin Macro (cm)	50

### Azioni eccezionali

In relazione all'uso previsto ed all'ubicazione non si prevedono azioni eccezionali.

### Azione sismica

Secondo longitudine e latitudine del sito di installazione, utilizzando i seguenti parametri:

Vita nominale della struttura:  **$\geq 50$  anni** "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale".

Classe d'uso: **II** "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali....."

Tipo di terreno: **B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.. Come da relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Luca Amico.

Categoria topografica: **T1** "pendii e rilievi con inclinazione media non superiore a 15°"

Comportamento Strutturale: **Non Dissipativo** (par. 7.2.2 NTC 2018)

Fattore di struttura (par. 7.3.1 NTC 2018):

Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento  $q_{ND}$ , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione:

$$1 \leq q_{ND} = 2/3 q_{CD''B''} \leq 1.5 \quad [7.3.2]$$

Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base  $q_0$  del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	$q_0$	
	CD''A''	CD''B''
<b>Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)</b>		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 $\alpha_v/\alpha_1$	3,0 $\alpha_v/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 $\alpha_v/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5
<b>Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)</b>		
Strutture a pannelli	4,0 $\alpha_v/\alpha_1$	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5
<b>Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)</b>		
Strutture intelaiate	5,0 $\alpha_v/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi eccentrici		
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	2,0 $\alpha_v/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	4,0 $\alpha_v/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0

**Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018**

La costruzione, nuova, è caratterizzata da una non regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata considerando un comportamento non dissipativo (ND).

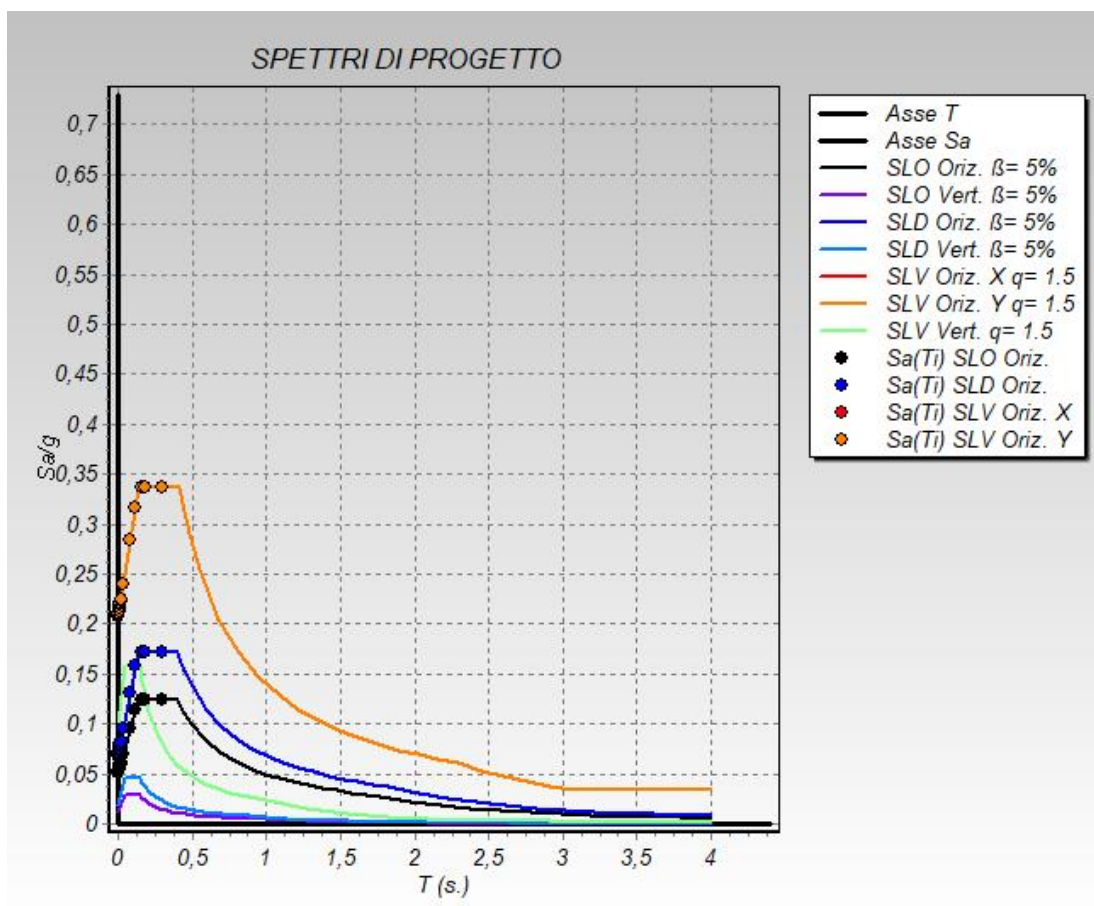
**Parametri fattore in direzione x ed y**

Sistema costruttivo: acciaio o composto acciaio-calcestruzzo  
 Tipologia strutturale: strutture intelaiate o strutture con controventi eccentrici  
 Valore base fattore  $q_0 = 4.000$   
 Fattore di regolarità  $K_R = 1.0$   
 Fattore dissipativo  $q_D = q_0 \cdot K_R = 4.000$   
 Fattore non dissipativo  $q_{ND} = 2/3 \cdot q_D = 1.500 (\leq 1.5)$

**Fattori di comportamento utilizzati**

	Dissipativi	Non dissipativi
q SLU x	4.000	1.500
q SLU y	4.000	1.500
q SLU z	1.500	1.500

Nel caso in esame, per un comportamento non dissipativo, si assume **q=1.50 in entrambe le direzioni.**

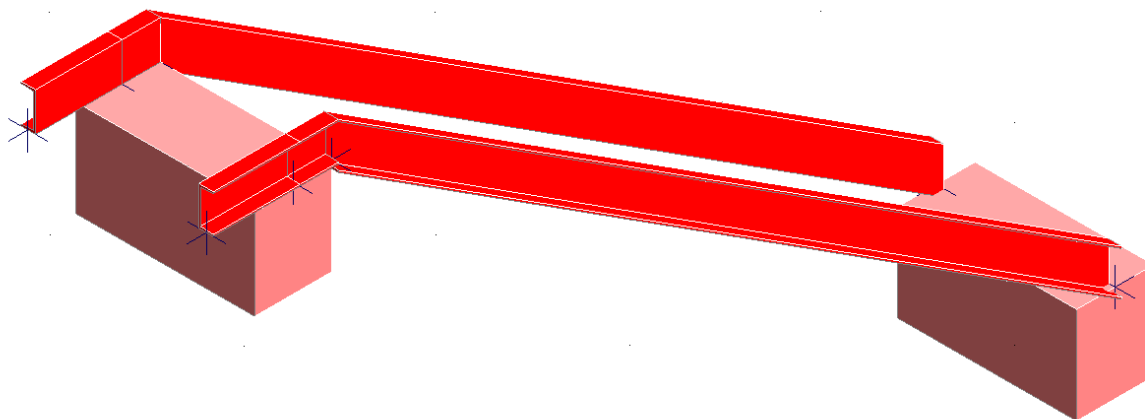


Il sisma verticale è stato considerato.

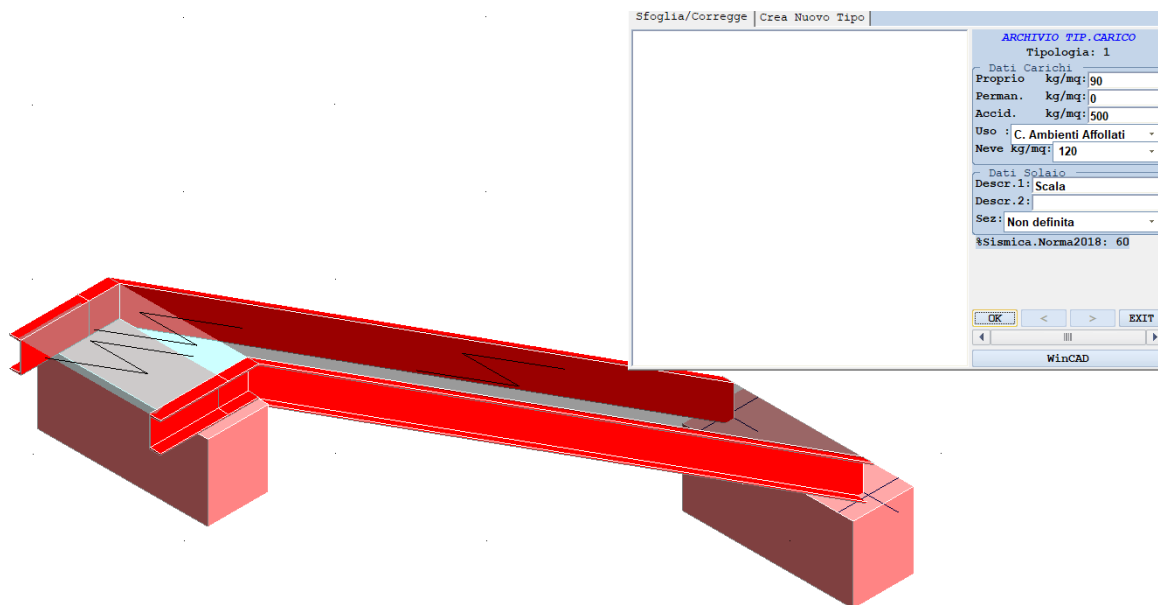
**f) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE**

Il dimensionamento è stato condotto secondo i normali metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni, con schemi conservativi e a favore di sicurezza.

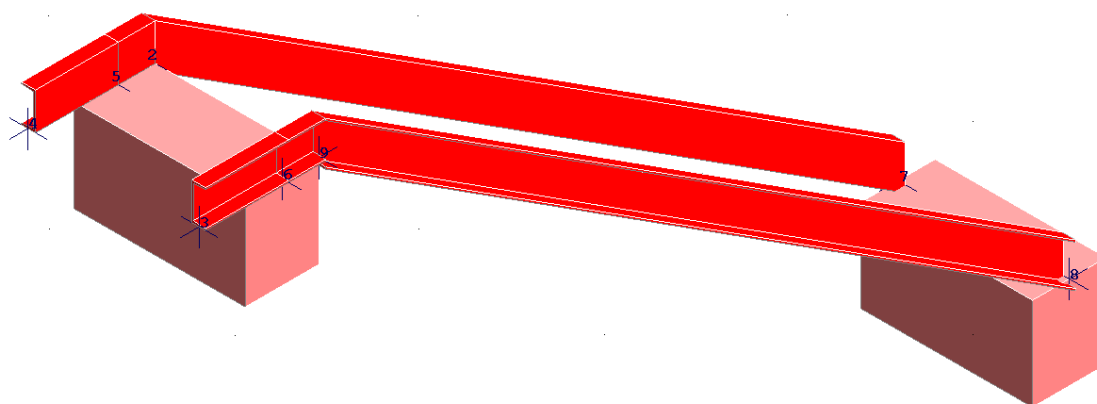
Per la schematizzazione delle strutture è stato utilizzato un modello tridimensionale:



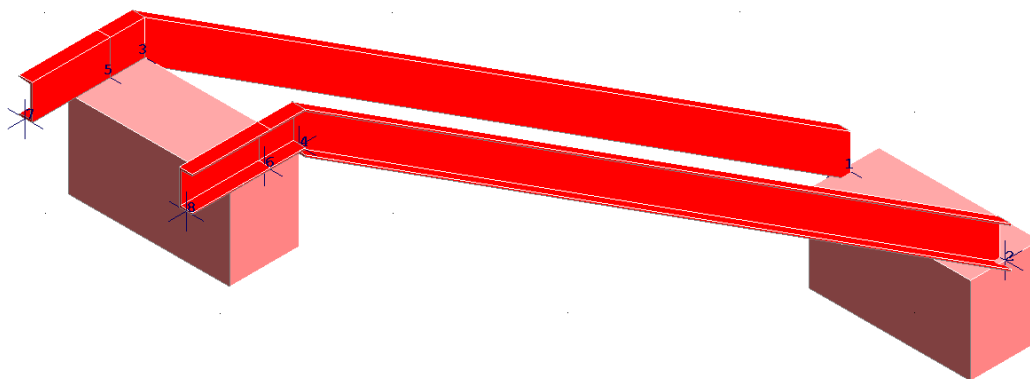
Vista del modello 3D della scala.



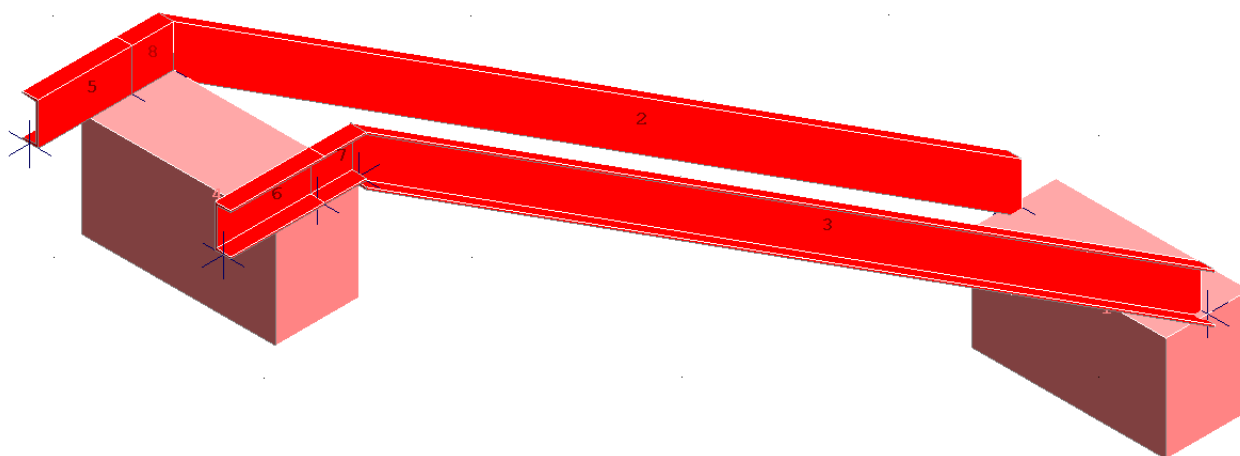
Vista del modello 3D con applicazione dei carichi.



Vista del modello 3D con numerazione dei fili.



Vista del modello 3D con numerazione dei nodi.



Vista del modello 3D con numerazione delle aste.

L'analisi di tipo numerico è stata realizzata mediante il seguente programma di calcolo:

**SOFTWARE UTILIZZATO:** CDS Win versione 2021 con licenza intestata al sottoscritto prodotto dalla:

*S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.*

*Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri*

*95030 Sant'Agata li Battiati (CT).*

E' stata utilizzata un'analisi lineare sismica dinamica modale nel rispetto delle norme indicate in precedenza. Le procedure di verifica adottate seguono il metodo di calcolo degli stati limite ultimo /esercizio. Le verifiche degli elementi strutturali significativi sono state svolte attraverso il software di cui sopra.

## PRESTAZIONI DI PROGETTO, CLASSE DELLA STRUTTURA, VITA UTILE E PROCEDURE DI QUALITA'

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza sono state individuate dal progettista di concerto con il Committente. A tal fine è stata posta attenzione alla tipologia della struttura ed al suo utilizzo; particolare rilievo è stato dato alla sicurezza delle persone.

La classe d'uso della struttura è del tipo II, la vita nominale dell'opera è stata assunta pari a 50 anni.

Risulta così definito l'insieme degli stati limite riscontrabili nella vita della struttura ed è stato accertato, in fase di dimensionamento, che essi non siano superati.

Altrettanta cura è stata posta per garantire la durabilità della struttura, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente realizzate solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Per quanto riguarda la durabilità si sono presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui l'opera dovrà vivere e dei cicli di carico a cui sarà sottoposta.

La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

### g) COMBINAZIONE DEI CARICHI

Le azioni sulla costruzione sono state combinate, ai fini delle verifiche, in accordo a quanto definito al paragrafo 2.5.3 delle NTC/2018 e come descritto nel seguito:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
 
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:
 
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
 
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
 
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):
 
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):
 
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3.

applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\psi_0$	$\psi$	$\psi$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Le combinazioni di carico inserite nel software di calcolo ottenute considerando le azioni variabili, come analizzate in precedenza, sono riportate nel rispettivo paragrafo del fascicolo dei calcoli.

## h) METODO DI ANALISI ESEGUITO

### IL METODO DI CALCOLO: ANALISI DINAMICA MODALE

Il programma effettua l'analisi dinamica con il metodo dello spettro di risposta.

Il sistema da analizzare è visto come un oscillatore a n gradi di libertà, di cui vanno individuati i modi propri di vibrazione. Il numero di frequenze da considerare è un dato di ingresso che l'utente deve assegnare. In generale si osservi che il numero di modi propri di vibrazione non può superare il numero di gradi di libertà del sistema.

La procedura attua l'analisi dinamica in due fasi distinte: la prima si occupa di calcolare le frequenze proprie di vibrazione, la seconda calcola spostamenti e sollecitazioni conseguenti allo spettro di risposta assegnato in input.

Nell'analisi spettrale il programma utilizza lo spettro di risposta assegnato in input, coerentemente con quanto previsto dalla normativa. L'eventuale spettro nella direzione globale Z è unitario. L'ampiezza degli spettri di risposta è determinata dai parametri sismici previsti dalla normativa e assegnati in input dall'utente. La procedura calcola inizialmente i coefficienti di partecipazione modale per ogni direzione del sisma e per ogni frequenza. Tali coefficienti possono essere visti come il contributo dinamico di ogni modo di vibrazione nelle direzioni assegnate. Si potrà perciò notare in quale direzione il singolo modo di vibrazione ha effetti predominanti.

Successivamente vengono calcolati, per ogni modo di vibrazione, gli spostamenti e le sollecitazioni relative a ciascuna direzione dinamica attivata, per ogni modo di vibrazione. Per ogni direzione dinamica viene calcolato l'effetto globale, dovuto ai singoli modi di vibrazione, mediante la radice quadrata della somma dei quadrati dei singoli effetti. E' prevista una specifica fase di stampa per tali risultati.

L'ultima elaborazione riguarda il calcolo degli effetti complessivi, ottenuti considerando tutte le direzioni dinamiche applicate. Tale risultato (involuppo) può essere ottenuto, a discrezione dell'utente in tre modi distinti, inclusi quelli suggeriti della normativa italiana e dall'Eurocodice 8.

#### *PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE:*

Per ogni combinazione di carico e per tutti i nodi non completamente bloccati il programma calcola spostamenti (unità di misura L) e rotazioni (radianti). Viene anche rappresentata la deformata in luce dell'asta che riproduce il comportamento di una funzione polinomiale di quarto grado. Gli spostamenti sono positivi se diretti nel verso degli assi globali X Y Z, le rotazioni positive se antiorarie rispetto all'asse di riferimento, per un osservatore disteso lungo il corrispondente semiasse positivo.

Viene anche determinato il valore massimo assoluto (con segno) di ogni singola deformazione e il valore massimo dello spostamento nello spazio (radice quadrata della somma dei quadrati degli spostamenti).

#### *ASPETTI PARTICOLARI DELL'ANALISI DINAMICA*

Nella stampa degli autovettori vengono riportati i relativi risultati, pertinenti ad ogni nodo.

Nel calcolo della risposta spettrale vengono determinate, per ogni verso del sisma, le deformazioni relative ai vari modi di vibrare e la corrispondente media quadratica. Tali risultati vengono successivamente combinati e danno luogo ad uno o più involuppi in relazione a quanto imposto dall'utente nella fase iniziale di intestazione del lavoro.

#### **i) CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI**

**METODO DI CALCOLO AGLI STATI LIMITE:** in generale ai fini della sicurezza sono stati adottati i criteri contemplati dal metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica) e allo stato limite di esercizio. Per quanto riguarda le azioni sismiche sono state esaminate anche le deformazioni relative, che controllano eventuali danni alle opere secondarie ed agli impianti (quando presenti). Le azioni eccezionali eventualmente agenti sulla struttura sono considerate nel calcolo solo se espressamente indicato nel paragrafo successivo.

Secondo quanto stabilito dalle norme è necessario verificare che la struttura sia in possesso dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di **stati limite ultimi (SLU)**: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di **stati limite di esercizio (SLE)**: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;



- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti (quando presenti).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva Tab. 3.2.1.

**Tabella 3.2.1** – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato

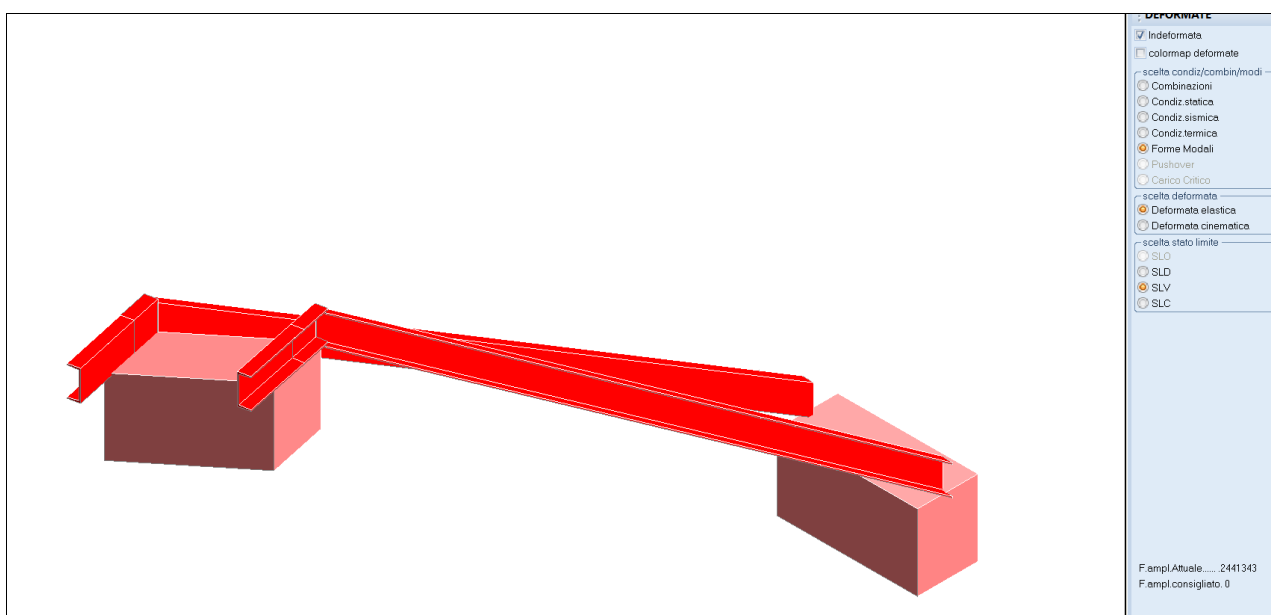
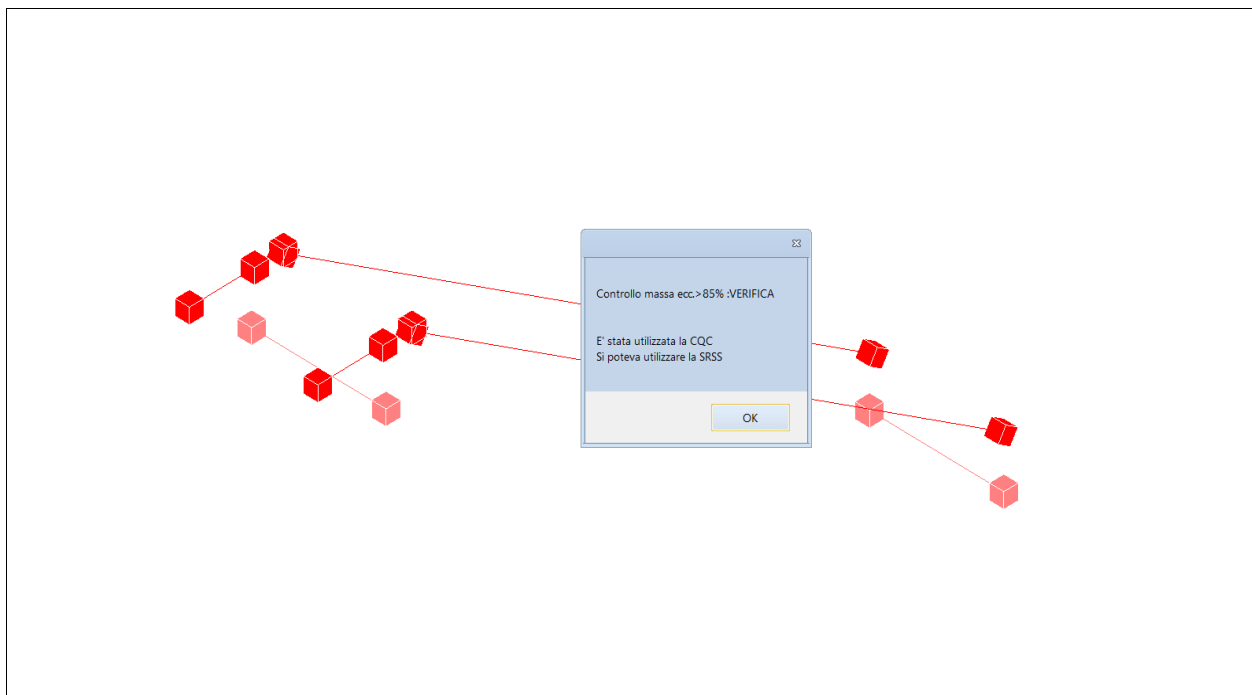
Stati Limite		$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria C quale definita al § 3.2.2 delle NTC/2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4 delle citate norme.

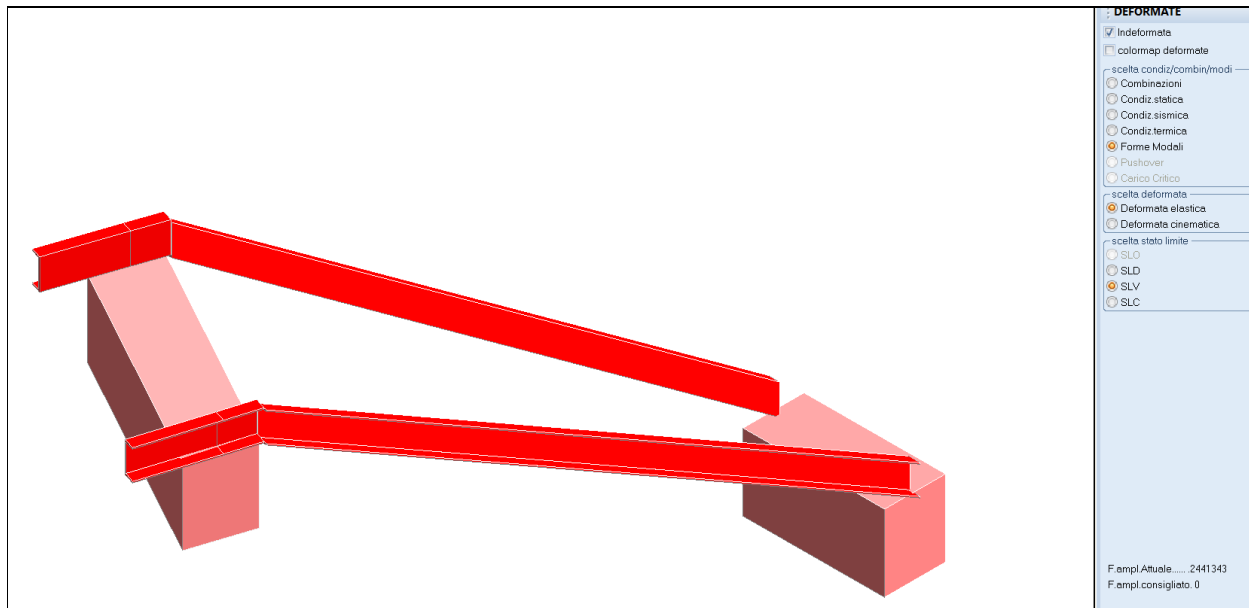
Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_{C^*}$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I parametri sopra elencati vengono determinati in funzione delle coordinate geografiche del luogo della costruzione sulla mappa del territorio nazionale (procedura automatica interna al software utilizzato per il calcolo e la verifica della struttura).

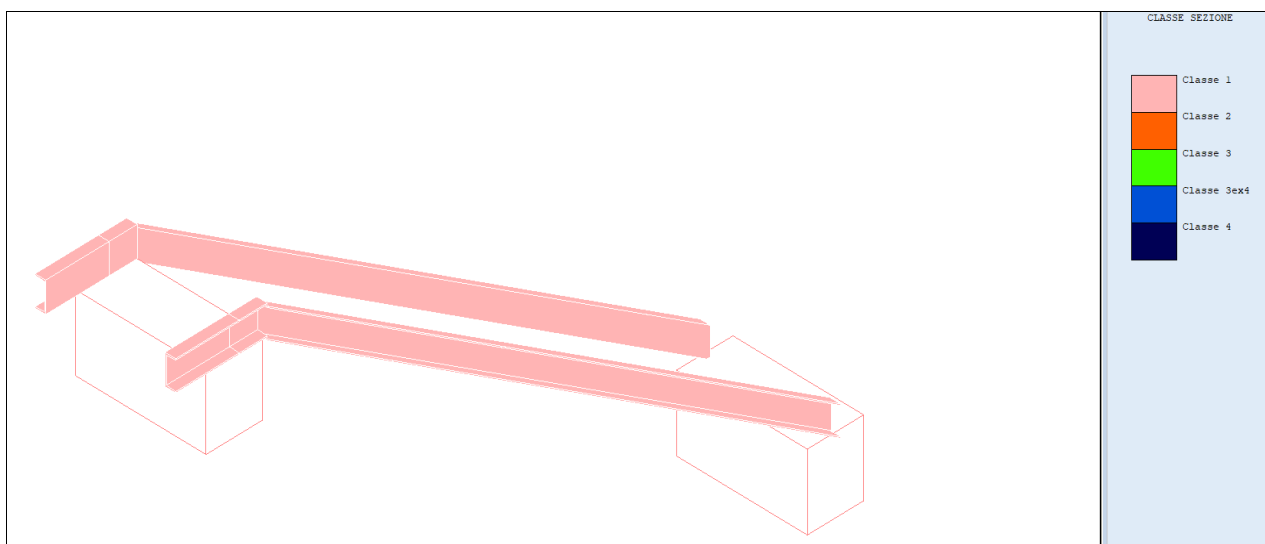


Deformata prima forma modale



Deformata seconda forma modale

Si riporta sotto la classificazione delle sezioni eseguita in automatico dal programma di calcolo.



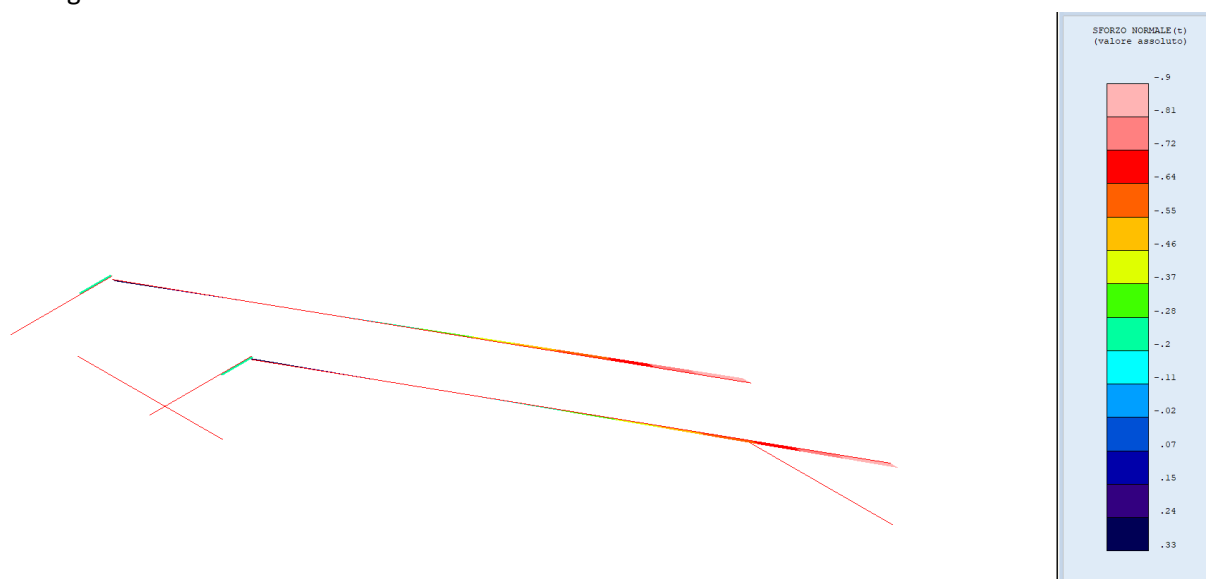
**j) CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI**

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni agenti sui principali elementi strutturali ottenute dall’involuppo delle combinazioni di carico statiche e sismiche. Tali azioni sono state successivamente considerate in fase di verifica degli elementi strutturali.

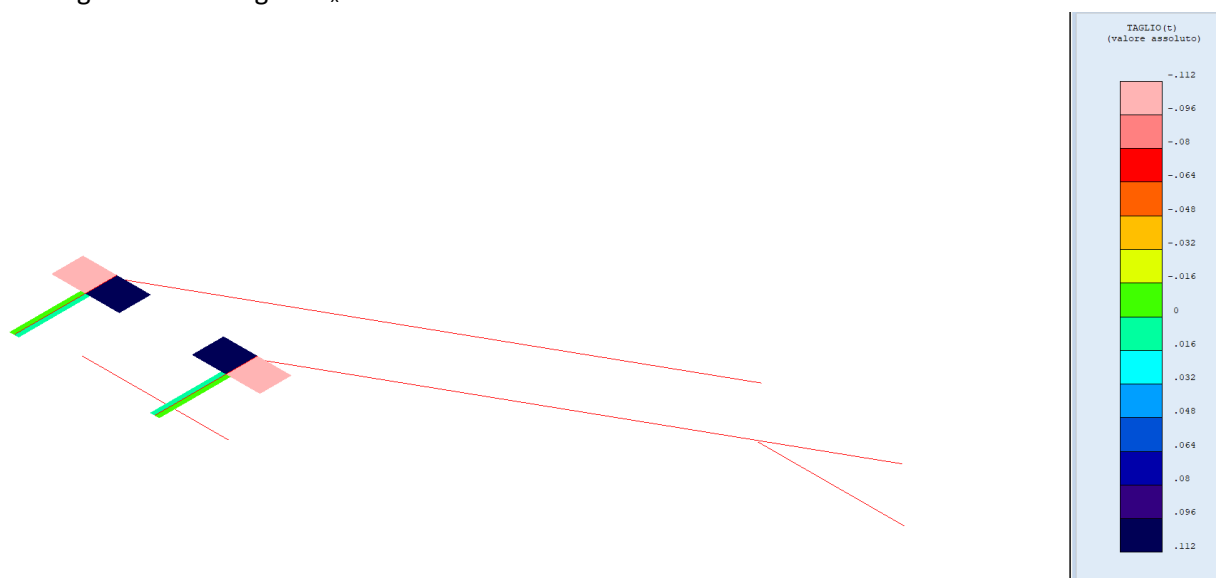
**DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI**

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni maggiormente significativi ottenuto dall'involuppo delle combinazioni di carico.

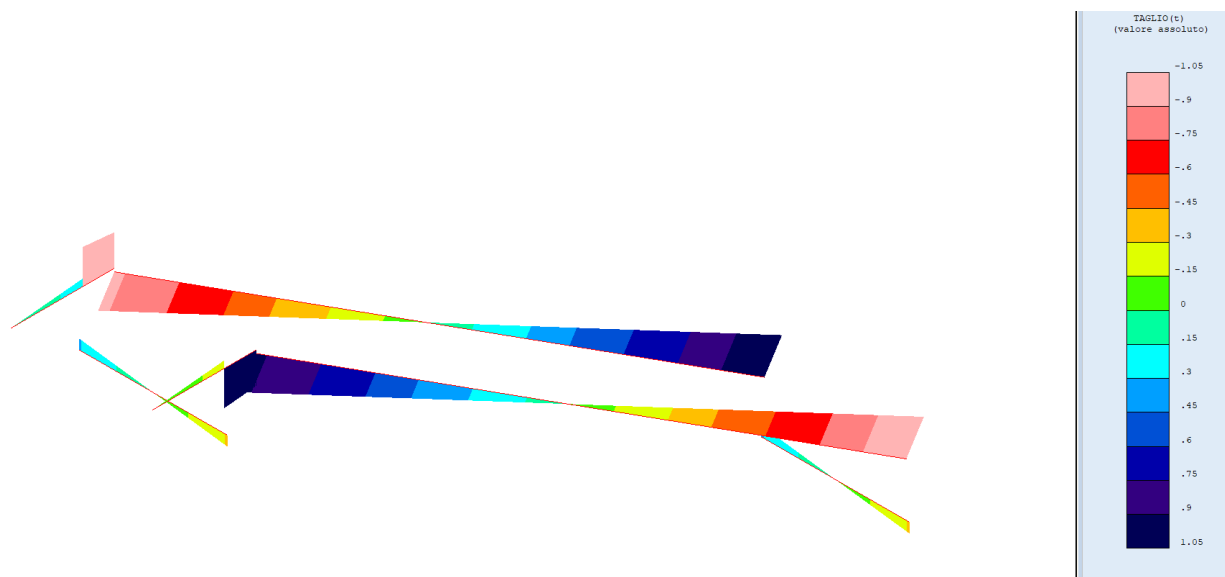
Si riporta il diagramma dello Sforzo Normale "N":



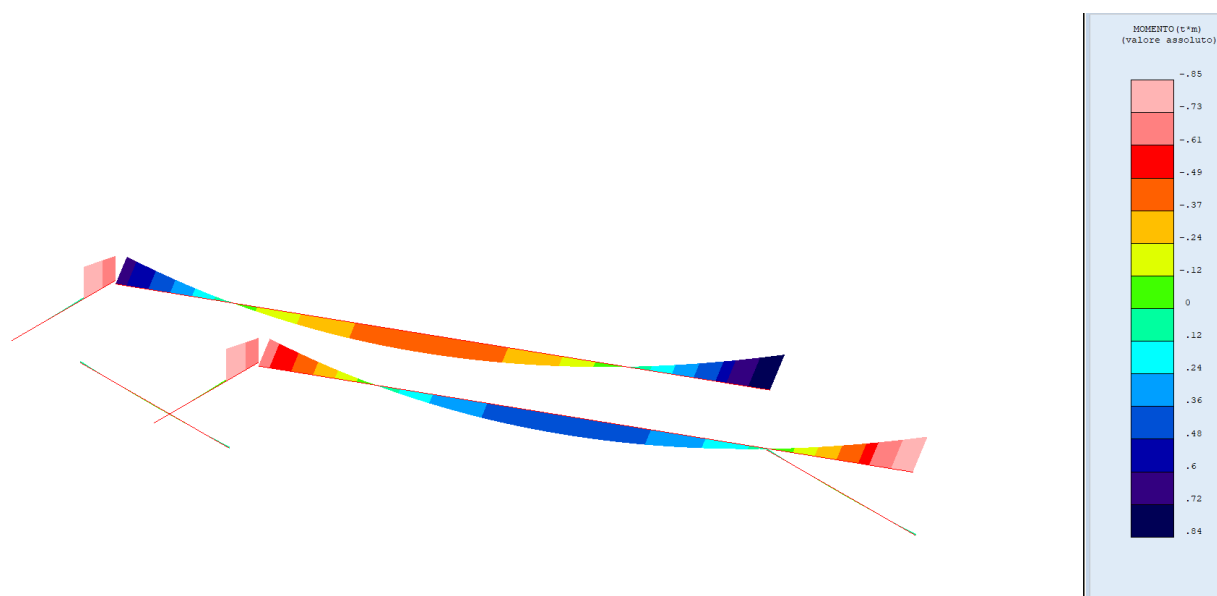
Si riporta il diagramma del Taglio "T<sub>x</sub>":



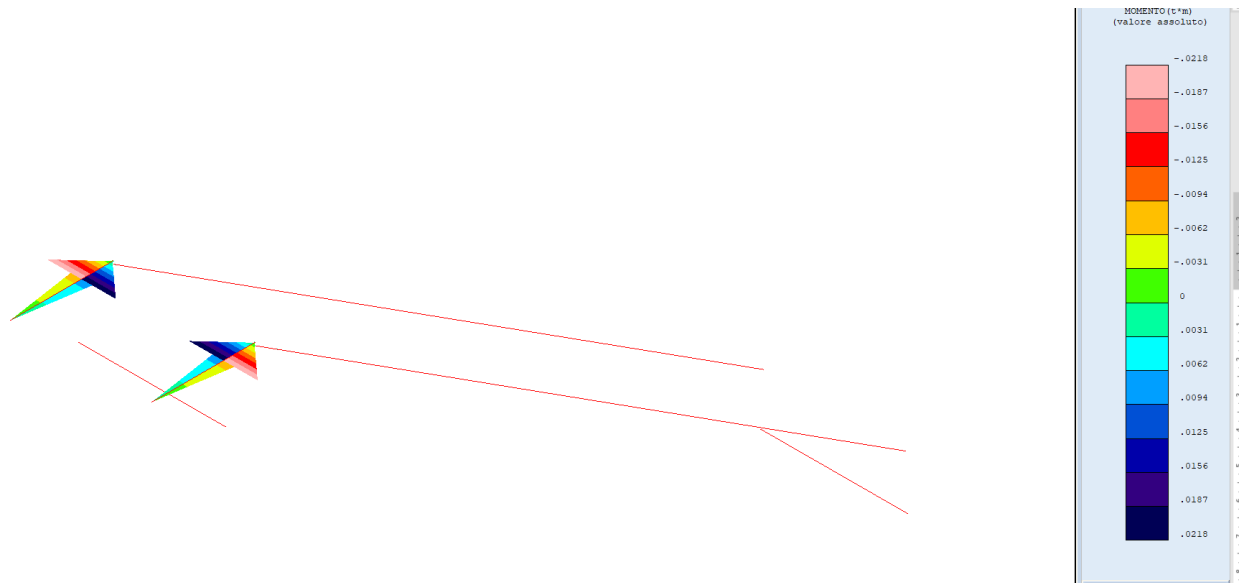
Si riporta il diagramma del Taglio "T<sub>y</sub>":



Si riporta il diagramma del Momento "M<sub>x</sub>":



Si riporta il diagramma del Momento "M<sub>y</sub>":



#### k) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Si allega alla presente i test sui casi prova forniti dalla S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti. La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulle verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

#### Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

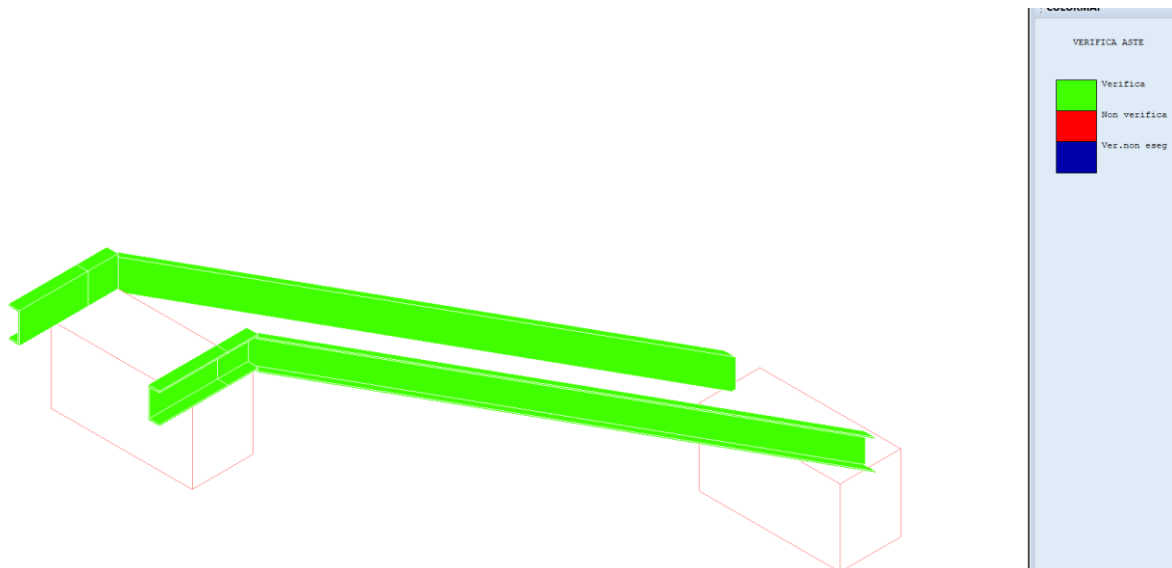
Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

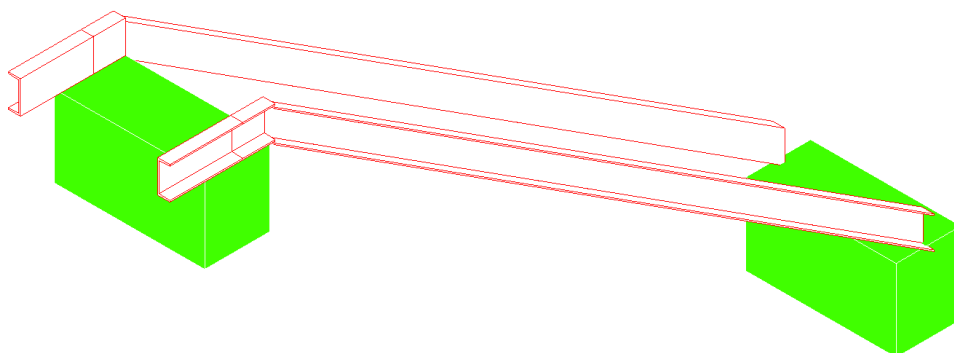
## VERIFICA DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le immagini delle principali verifiche effettuate, nel fascicolo di calcolo sono riportate le verifiche in dettaglio.

Tutti gli elementi, come è evidente nell'immagine sottostante tratta dal programma di calcolo, risultano verificati (colore VERDE = Verificato ).



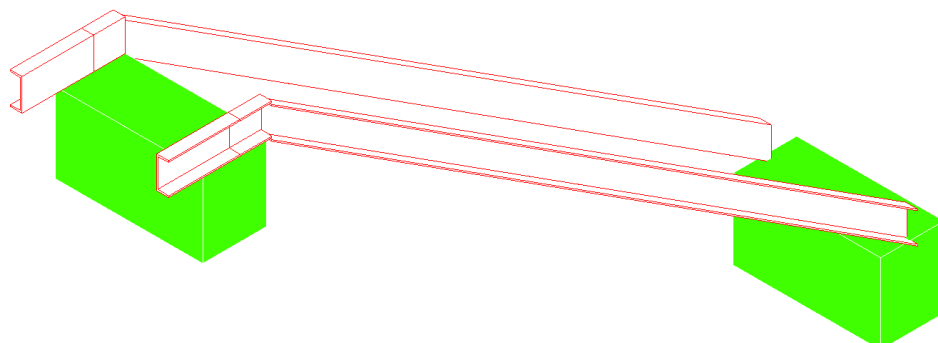
Verifica travi in acciaio



Verifica travi in acciaio

VERIFICA ASTE

Verifica
Non verifica
Ver. non eseg
Manca Esecut



Verifica travi in c.a.

VERIFICA ASTE

Verifica
Non verifica
Ver. non eseg
Manca Esecut

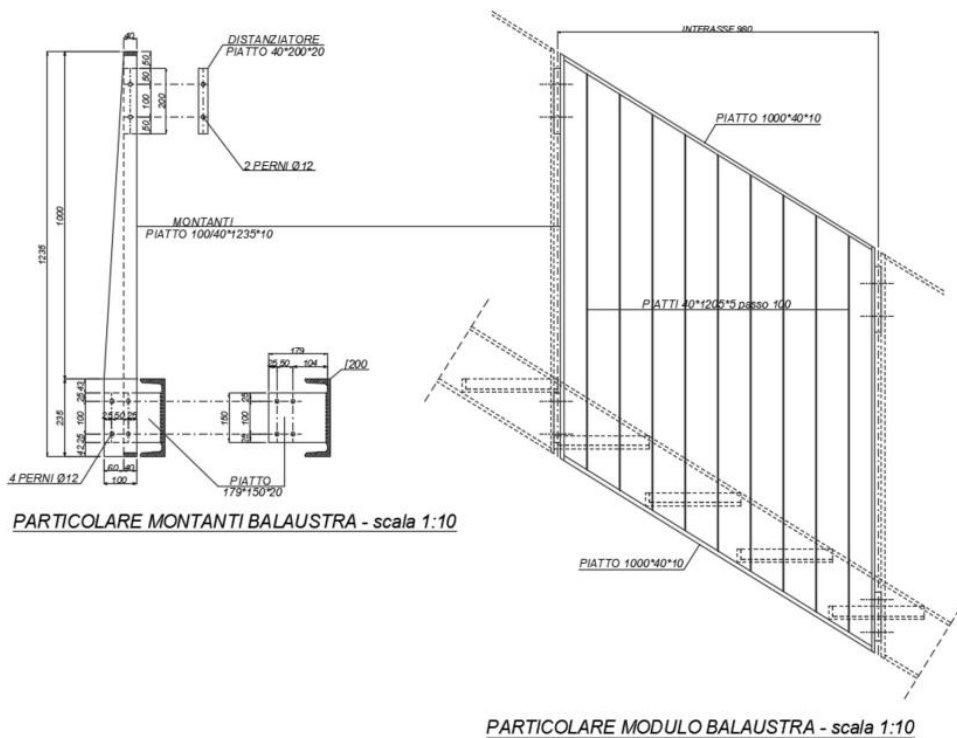


### VERIFICA DEI PARAPETTI.

La scala è dotata di parapetti di altezza complessiva pari a  $H=1.26$  m, costituiti da balaustre modulari; il montanti in patto di sezione variabile 100/40xsp.10 mm in acciaio S275JR, disposti con una distanza di influenza massima di 980 mm

Di seguito si riporta la verifica dei montanti delle balaustre soggette ad un carico orizzontale  $H_k=300$  daN/m (rif. Tab. 3.1.II NTC 17-01-2018 – Cat.C3).

Si riporta sotto lo schema dei parapetti.



#### Verifica del parapetto con piatto 100xsp.10 mm – S235JR

Input								
$V_Q$	$H_k$	$i$	$V_{Ed}$	$h$	$M_{Ed}$			
[/]	[daN/m]	[m]	[daN]	[m]	[daN*m]			
1,5	300,00	0,98	441	1,26	555,66			
<b>Verifica del Montante</b>						Tipo Montante	A [cm <sup>2</sup> ]	10,00
						Piatto 100xsp.10 mm	W [cm <sup>3</sup> ]	16,66
<b>Verifica a taglio</b>							Wplast [cm <sup>3</sup> ]	25,00
$A_v$	$V_{M0}$	$V_{c,Rd}$			Tipo acciaio			
[mm <sup>2</sup> ]	[/]	[daN]			S275JR	$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	275	
1000	1,05	15121,08	Taglio trascurabile					
<b>Verifica a flessione</b>								
$W_y$	$W_{y,plast}$	$M_{c,Rd}$	$M_{c,Rd,plast}$					
[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[daN*m]	[daN*m]					
16660	25000	436,33	654,76	Verifica ok				

## VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

### Spostamenti Verticali agli SLE statici.

Per la verifica degli spostamenti verticali agli stati limite di esercizio si fa riferimento ai limiti di deformabilità indicati nel paragrafo 4.2.4.2.1 e nella tabella 4.2.XII del D.M. 17-01-2018.

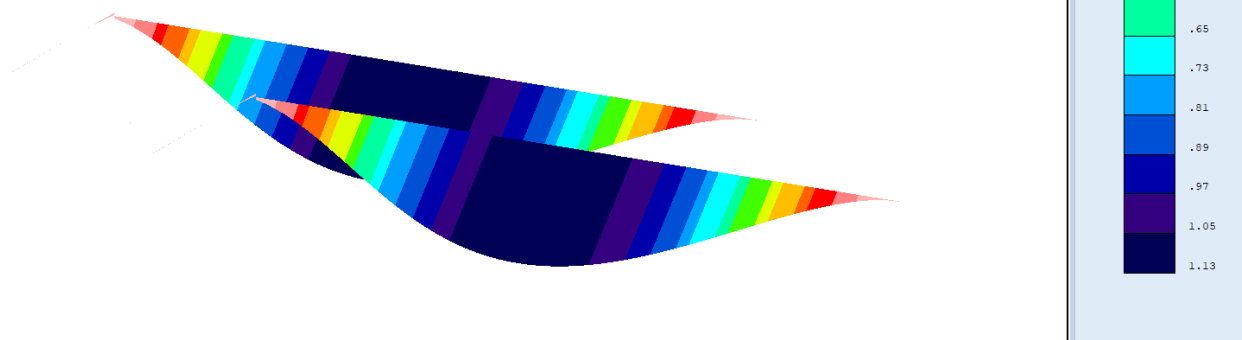
Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

### Travi Secondarie (cosciali della scala)

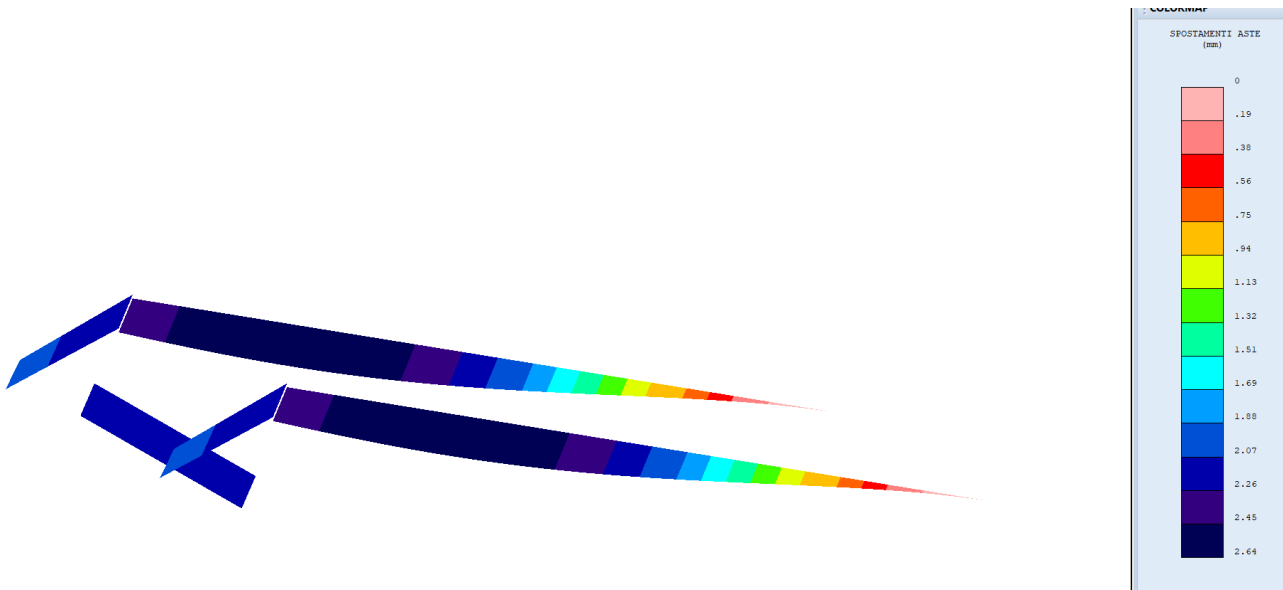
Il massimo abbassamento delle travi secondarie (cosciali) è pari a:



$f_{max} = 0,11 \text{ cm}$  (comb. SLE rara),

inferiore al limite di deformabilità per la luce della trave  $L = 392 \text{ cm}$ , pari a:

$$f_{lim} = 392/250 = 1,56 \text{ cm (verificato).}$$

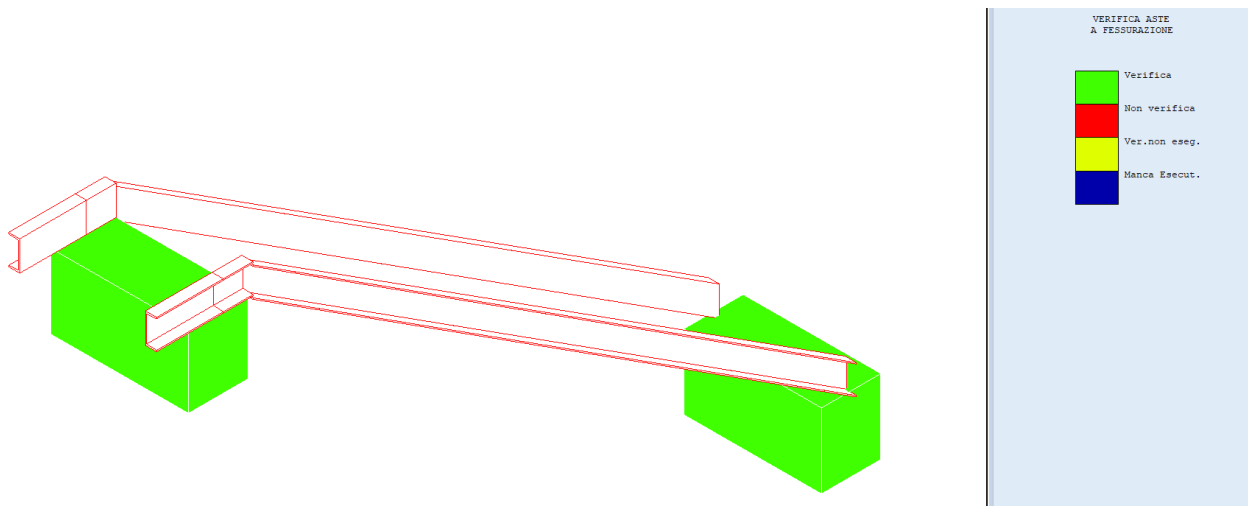


$f_{max} = 0,26 \text{ cm}$  (considerando i soli carichi variabili),

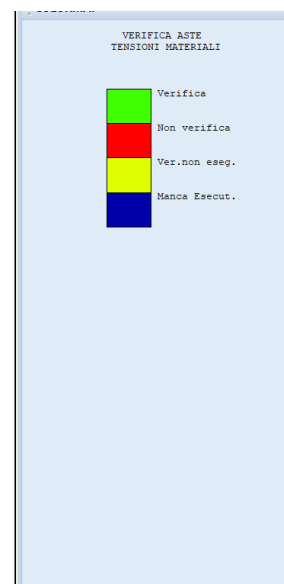
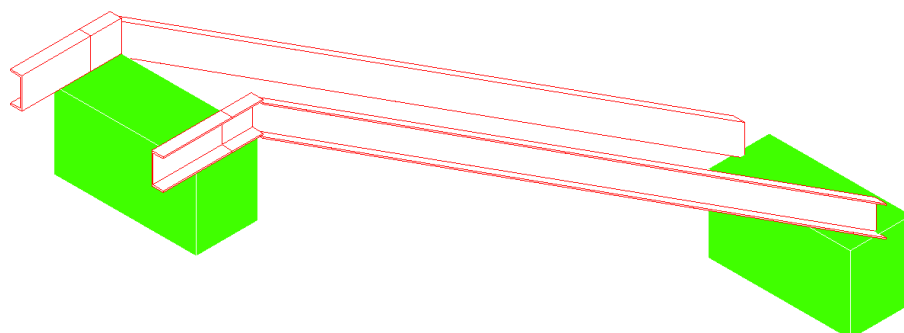
inferiore al limite di deformabilità per la luce della trave  $L = 392 \text{ cm}$ , pari a:

$f_{lim} = 392/300 = 1,30 \text{ cm}$  (verificato).

**Verifiche allo stato limite di esercizio travi in c.a.**



Verifiche a fessurazione delle travi.



Verifiche aste in c.a. alle tensioni di esercizio.

## VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI

### Collegamento gradini e cosciali UPN200.

Il collegamento tra il cosciale UPN200 ed i gradini avviene tramite 4+4 bulloni M10 di classe 8.8.

Conservativamente si sono considerati sia i carichi che i sovraccarichi, ottenendo quindi un carico pari a 710 kg/mq.

Considerando quindi la dimensione del gradino pari a 1,025 x 0,30 m si ottiene un carico verticale pari a 218,32 kg arrotondato a 250 kg.

Ogni bullone quindi si trova a dover resistere ad una sollecitazione tagliante di  $250/8 = 31,25$  kg.

Si riportano le verifiche del collegamento.

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed}$ (N)	350
$F_{t,Ed}$ (N)	0

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	12
$\gamma_{M2}$	1,25
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	640
$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	800
$A_n$ (mm <sup>2</sup> )	113
$A_{res}$ (mm <sup>2</sup> )	84

Piastra di collegamento	
Acciaio	S235
t (mm)	8
$\gamma_{M2}$	1,25
$d_0$ (mm)	13
$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	360

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

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

Caratteristiche piastra	
Acciaio	$f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )
S235	360
S275	430
S355	510
S450	550
S235 N/NL	390
S355 N/NL	490
S420 N/NL	520
S460 N/NL	540
S235 M/ML	370
S355 M/ML	470
S420 M/ML	520
S460 M/ML	540
S235 W	360
S355 W	510

Verifica di resistenza con formula 4.2.71

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

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,011
--	-------

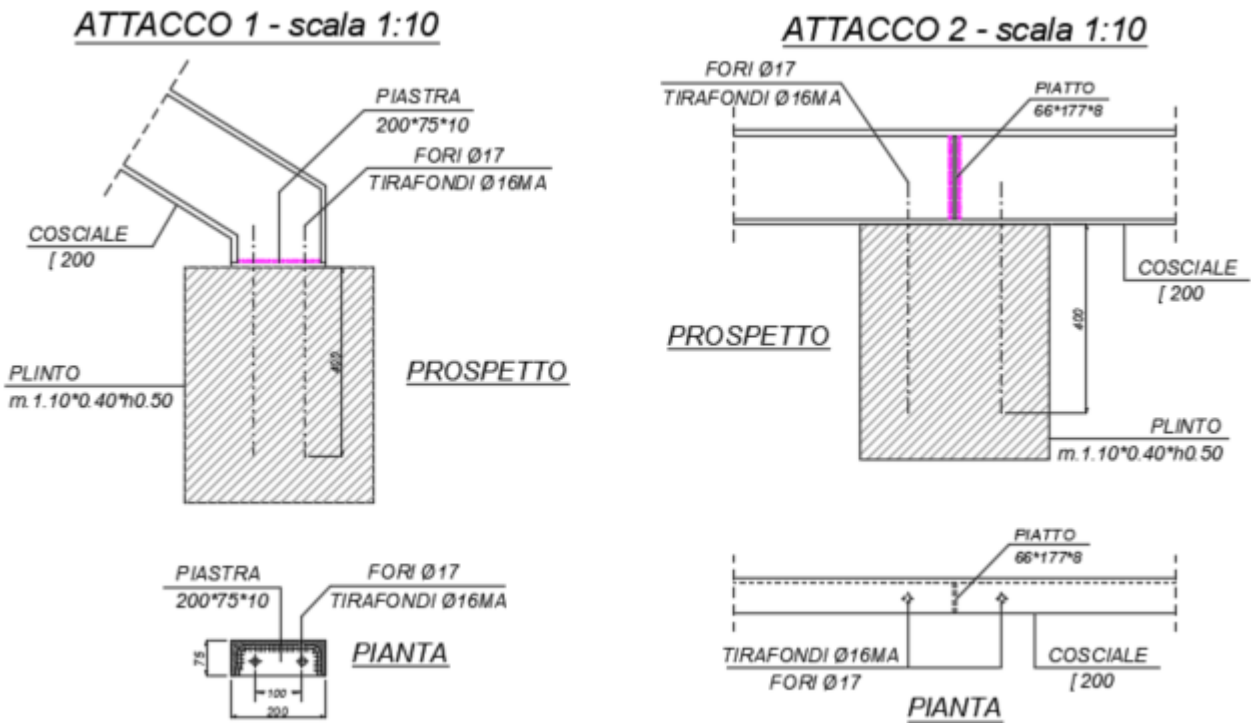
$F_{v,Rd}$ (N)	32256
$F_{t,Rd}$ (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,000
-----------------------------	-------

Come si può notare la verifica risulta ampiamente verificata.

### Collegamento tra plinti di fondazione e cosciali UPN200.

Il collegamento tra i cosciali UPN200 e i plinti in c.a. avviene tramite tirafondi di diametro 16 mm e profondità pari a 400 mm gettati direttamente nel plinto h. 500 mm.



Le massime sollecitazioni in corrispondenza degli attacchi di base sono:

**REAZIONI VINCOLARI COMBINAZIONE 1- S.L.V.**

Nodo 3D	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mz (t*m)
1	-0,218	0,000	1,627	-0,073	0,838	-0,004
2	-0,218	0,000	1,627	0,073	0,838	0,004
5	0,218	0,000	1,561	-0,072	-0,799	0,004
6	0,218	0,000	1,561	0,072	-0,799	-0,004

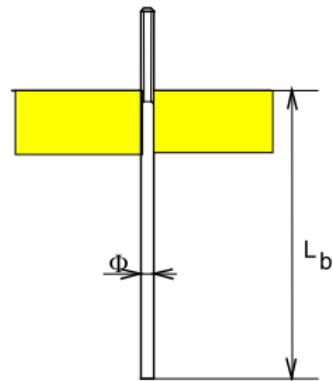
La massima sollecitazione di trazione sul tirafondo è quindi:

Trazione:  $83800 / 10 = 8380 \text{ kg} = 83,80 \text{ kN}$  (Trascurando a vantaggio di sicurezza la compressione).

Si procede quindi con la verifica a sfilamento della barra:

Calcestruzzo			Verifica sfilamento EN 50341-1:2012	
Classe	C25/30		$F_{a,Rd}$	54,15 kN
$\alpha_{cc}$	0,85		$F_{t,Rd}$	90,43 kN
$\gamma_c$	1,50			
$f_{ck}$	25,00	MPa		
$f_{cd}$	14,17	MPa		
$f_{cm}$	33,00	MPa		
$f_{ctm}$	2,56	MPa		
$f_{ctk}$	1,80	MPa		
$f_{ctd}$	1,20	MPa		
$f_{bk}$	4,04	MPa		
$f_{bd}$	2,69	MPa		
Tirafondo				
$\Phi$	16	mm		
Barra	Interamente filettata			
$A_s$	157,00	mm <sup>2</sup>		
$L_b$	400	mm		
Acciaio	8.8			
$\gamma_{Mb}$	1,25			
$f_{ub}$	800,00	MPa		

### Straight anchor



Essendo  $F_{t,Rd} > 83,90$  kN

la verifica risulta soddisfatta.

## RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

### • **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

#### Caratteristiche geometriche della fondazione:

$q$  = carico sul piano di fondazione

$B$  = lato minore della fondazione

$L$  = lato maggiore della fondazione

$D$  = profondità della fondazione

$\alpha$  = inclinazione base della fondazione

$G$  = peso specifico del terreno

$B'$  = larghezza di fondazione ridotta =  $B - 2 e_B$

$L'$  = lunghezza di fondazione ridotta =  $L - 2 e_L$

#### Caratteristiche di carico sulla fondazione:

$H$  = risultante delle forze orizzontali

$N$  = risultante delle forze verticali

$e_B$  = eccentricità del carico verticale lungo  $B$

$e_L$  = eccentricità del carico verticale lungo  $L$

$F_{hB}$  = forza orizzontale lungo  $B$

$F_{hL}$  = forza orizzontale lungo  $L$

#### Caratteristiche del terreno di fondazione:

$\beta$  = inclinazione terreno a valle

$c = c_u$  = coesione non drenata (condizioni  $U$ )

$c = c'$  = coesione drenata (condizioni  $D$ )

$\Gamma$  = peso specifico apparente (condizioni  $U$ )

$\Gamma = \Gamma'$  = peso specifico sommerso (condizioni  $D$ )

$\phi = 0$  = angolo di attrito interno (condizioni  $U$ )

$\phi = \phi'$  = angolo di attrito interno (condizioni  $D$ )

#### Fattori di capacità portante:

(Prandtl-Cauchot-Meyerhof)

$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

(Vesic)



$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan\phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan\phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$E$  = modulo elastico normale

$\mu$  = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[ \frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[ \left( 0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan\phi' + \frac{3,07 \sin\phi' \log(2Ir)}{1 + \sin\phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan\phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot\phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left( \frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot\phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan\phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

$$mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}}$$

$$\Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan\phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan\phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan\phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U) } \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan\beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan\phi \\ sc &= 1 + \frac{B'}{L'} \frac{Nq}{Nc} \end{aligned}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_{hi}$  e  $I_{gk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$  e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore  $I_{gk}$  modifica invece il solo coefficiente  $N_g$ ; il fattore  $N_g$  viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• **CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE**

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle:

- a) lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;
- b) molle non lineari elasto-plastiche non reagenti a trazione per le travi *Winkler* ed i plinti diretti.

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di *Winkler* del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi *Winkler*. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

- **CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$  = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[ \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

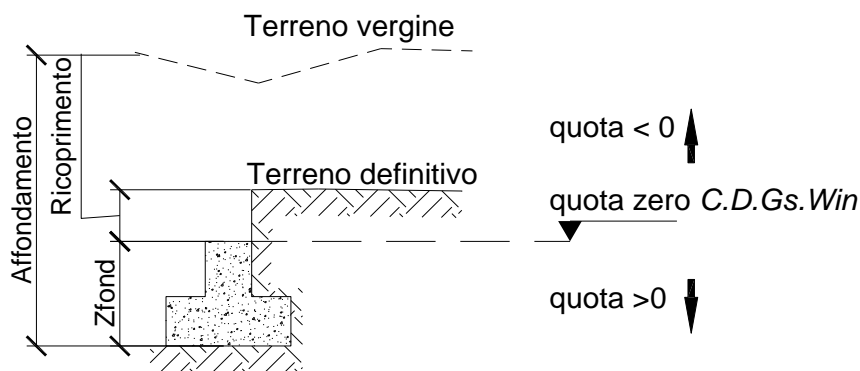
Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei dati geometrici delle travi *Winkler*.

<b>Trave</b>	: numero sequenziale della trave
<b>Asta3d</b>	: numero asta tipo in C.D.S. Win (spaziale)
<b>Filo Iniz</b>	: primo filo fisso
<b>Filo Fin.</b>	: secondo filo fisso
<b>Nodo3d In.</b>	: numero Nodo3d primo filo fisso
<b>Nodo3d Fin</b>	: numero Nodo3d secondo filo fisso
<b>X3d In.</b>	: ascissa Nodo3d Iniziale
<b>Y3d In.</b>	: ordinata Nodo3d Iniziale
<b>Z3d In.</b>	: quota Nodo3d Iniziale
<b>X3d Fin</b>	: ascissa Nodo3d finale
<b>Y3d Fin</b>	: ordinata Nodo3d finale

<b>Z3d Fin</b>	: quota <i>Nodo3d finale</i>
<b>Xfond</b>	: <i>ascissa baricentro fondazione</i>
<b>Yfond</b>	: <i>ordinata baricentro fondazione</i>
<b>Zfond</b>	: <i>quota baricentro base di fondazione nel riferimento di C.D.Gs. Win</i>
<b>Bfond</b>	: <i>dimensione trasversale trave Winkler</i>
<b>Lfond</b>	: <i>dimensione longitudinale trave Winkler</i>

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante le travi *Winkler*.



**NOTA:** La quota zero di *C.D.Gs. Win* coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di *C.D.S. Win* ma cambia la convenzione nel segno: infatti in *C. D. Gs.* le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in *C. D. S.* le quote sono positive crescenti verso l'alto.

<b>Trave</b>	: <i>numero di trave</i>
<b>Q.t.v.</b>	: <i>quota terreno vergine</i>
<b>Q.t.d.</b>	: <i>quota definitiva terreno</i>
<b>Q.falda</b>	: <i>quota falda</i>
<b>InclTer</b>	: <i>inclinazione terreno</i>
<b>Numero strato</b>	: <i>Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono</i>
<b>Sp.str.</b>	: <i>Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato</i>
<b>Peso Sp</b>	: <i>peso specifico</i>
<b>Fi</b>	: <i>angolo di attrito interno in gradi</i>
<b>C'</b>	: <i>coesione drenata</i>
<b>Cu</b>	: <i>coesione non drenata</i>

<b>Mod.El.</b>	: <i>modulo elastico</i>
<b>Poisson</b>	: <i>coefficiente di Poisson</i>
<b>Gr.Sovr</b>	: <i>grado di sovraconsolidazione</i>
<b>Mod.Ed</b>	: <i>modulo edometrico</i>

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle risultanti delle sollecitazioni agenti sull'area d'impronta delle travi *Winkler*, nel sistema di riferimento locale ( $y$ =asse trave).

<b>Trave</b>	: <i>numero di trave sequenziale</i>
<b>Comb.</b>	: <i>Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono</i>
<b>Rv</b>	: <i>Risultante delle pressioni verticali</i>
<b>Vx</b>	: <i>Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse x locale dell' asta</i>
<b>Vy</b>	: <i>Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse y locale dell' asta</i>
<b>Mrx</b>	: <i>Momento risultante di asse vettore x nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento flettente)</i>
<b>Mry</b>	: <i>Momento risultante di asse vettore y nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento torcente)</i>

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni superficiali (travi *Winkler*, plinti e piastre) in condizioni drenate e non drenate.

*Tabella 1: PARAMETRI GEOTECNICI*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: <i>Numero elemento</i>
<b>Infiss</b>	: <i>Infissione base fondazione dalla quota di terreno definitivo (<math>Z_{fond} + Ricoprimento</math>)</i>
<b>Tipo Tabella</b>	: <i>Tipo di tabella (<math>M1/M2</math>) per i coeff. parziali per i parametri del terreno</i>
<b>Gamma</b>	: <i>Peso specifico totale di calcolo</i>
<b>Fi</b>	: <i>Angolo di attrito interno di calcolo in gradi</i>
<b>Coes</b>	: <i>Coesione drenata di calcolo</i>
<b>Mod.El.</b>	: <i>Modulo elastico di calcolo</i>
<b>Poisson</b>	: <i>Coefficiente di Poisson</i>
<b>P base</b>	: <i>Pressione litostatica base di fondazione in condizioni drenate</i>
<b>Indice Rigid.</b>	: <i>Indice di rigidezza</i>
<b>IndRig Crit.</b>	: <i>Indice di rigidezza critico</i>
<b>Cu</b>	: <i>Coesione non drenata</i>
<b>Pbase</b>	: <i>Pressione litostatica base di fondazione in cond. non drenate</i>

*Tabella 2: COEFFICIENTI DI PORTANZA*

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: <i>Numero elemento</i>
<b>Nc</b>	: <i>Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen</i>
<b>Nq</b>	: <i>Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen</i>
<b>Ng</b>	: <i>Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen</i>
<b>Gc</b>	: <i>Coefficiente di inclinazione del terreno</i>
<b>Gq</b>	: <i>Coefficiente di inclinazione del terreno</i>
<b>bc</b>	: <i>Coefficiente di inclinazione del piano di posa</i>
<b>bq</b>	: <i>Coefficiente di inclinazione del piano di posa</i>
<b>Igk</b>	: <i>Coefficiente per effetti cinematici</i>
<b>Comb.Nro</b>	: <i>Numero della combinazione di carico</i>

<b>Icv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Iqv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Igv</b>	: Coefficiente di inclinazione del carico
<b>Dc</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
<b>Dq</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
<b>Dg</b>	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
<b>Sc</b>	: Coefficiente di forma
<b>Sq</b>	: Coefficiente di forma
<b>Sg</b>	: Coefficiente di forma
<b>Psic</b>	: Coefficiente di punzonamento
<b>Psig</b>	: Coefficiente di punzonamento
<b>Psig</b>	: Coefficiente di punzonamento

Tabella 3: PORTANZA (per Risultanti)

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
<b>Asta3d, Filo</b>	: Identificativo di input
<b>Comb.</b>	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Bx'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
<b>By'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
<b>GamEf</b>	: Peso specifico efficace di calcolo
<b>QlimV</b>	: Carico limite in condiz. drenate o non drenate comprensivo dei Coeff. Parziali R1/R2/R3
<b>N</b>	: Carico verticale agente
<b>Coeff.Sicur.</b>	: Minimo tra i rapporti ( $Q_{limV}/N$ ) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

<b>Minimo CoeSic</b>	: Minimo coefficiente di sicurezza
<b>N/Ar</b>	: Tensione media agente sull'impronta ridotta
<b>Qlim/Ar</b>	: Tensione limite sull'impronta ridotta
<b>Status Verifica</b>	: Si possono avere i seguenti messaggi:

**OK** = Verifica soddisfatta

**NONVERIF** = Non verifica nei seguenti casi:

Coefficiente di sicurezza minore di 1

Se  $B_x=0$  o  $B_y=0$  per eccentricità eccessiva dei carichi

Se  $Q_{limV}=0$  per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

**SCARICA** = Verifica soddisfatta: Impronta non sollecitata o in trazione

**DECOMPR** = Verifica soddisfatta:

lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

Tabella 3: PORTANZA (per Tensioni)

<b>Trave, Plinto o Piastra</b>	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
<b>Asta3d, Filo</b>	: Identificativo di input
<b>Comb.</b>	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
<b>Bx'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
<b>By'</b>	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
<b>GamEf</b>	: Peso specifico efficace di calcolo
<b>SgmLimV</b>	: Tensione limite in condiz. drenate o non drenate
<b>SgmTerr</b>	: Tensione elastica massima sul terreno

**Coeff.Sicur.** : Minimo tra i rapporti ( $S_{gmLimV}/S_{gmTerr}$ ) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

**Minimo CoeSic** : Minimo coefficiente di sicurezza  
**N/Ar** : Tensione media agente sull'impronta ridotta  
**Qlim/Ar** : Tensione limite media sull'impronta ridotta ( $S_{gmLimV}$  minima)  
**Status Verifica** : Si possono avere i seguenti messaggi:

**OK** = Verifica soddisfatta

**NOVERIF** = Non verifica nei seguenti casi:

Coefficiente di sicurezza minore di 1

Se  $B_x=0$  o  $B_y=0$  per eccentricita' eccessiva dei carichi

Se  $S_{gmLimV}=0$  per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

**SCARICA** = Impronta non sollecitata o in trazione

**DECOMPR** = Verifica soddisfatta:

lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

#### • SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

**$g_\varphi, g_C$**  : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

**$g_r$**  : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

**Comb.** : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

**Tipo Elem.** : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

**Elem. N.ro** : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

**N** : Scarico verticale

**$tg \varphi / g_\varphi$**  : Coefficiente attrito di progetto

**$g_r$   
C/  $g_C / g_r$**  : Adesione di progetto

**Area** : Area ridotta

**Vres** : Resistenza allo scorrimento dell'elemento strutturale

**Fh** : Azione orizzontale trasmessa dall'elemento strutturale

**Verifica Locale** : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

**S(Vres)** : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

**S(Fh)** : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

**Verifica Globale** : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei cedimenti.

**Filo** : numero del filo fisso in corrispondenza del quale viene calcolato lo stato deformativo

**Comb.** : numero di combinazione di carico

**Ced.El.** : cedimento elastico

**Ced.Ed.** : cedimento edometrico

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella dello stato tensionale.

**Filo** : numero del filo fisso in corrispondenza del quale viene calcolato lo stato tensionale

**Quot** : quota dalla superficie in corrispondenza della quale viene calcolato lo stato tensionale

**Tens.** : tensione verticale indotta dai carichi esterni

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI																	
IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO					IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO					IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO				
Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)	Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)	Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)
1	0,00	0,00	0,00	0	0	2	0,00	0,00	0,00	0	0						

GEOMETRIA TRAVI WINKLER																
IDENTIFICATIVO						COORDINATE 3D ESTREMI ASTA WINKLER						DATI IMPRONTA				
Trave N.ro	Ast3d N.ro	Fil In.	Fil Fin	Nod3d Iniz.	Nod3d Fin.	X3dIn. (m)	Y3dIn. (m)	Z3dIn. (m)	X3dFin (m)	Y3dFin (m)	Z3dFin (m)	Xfond (m)	Yfond (m)	Zfond (m)	Bfond (m)	Lfond (m)
1	1	8	7	2	1	6,52	0,00	0,00	6,52	0,93	0,00	6,52	0,46	0,50	0,60	0,93
2	4	6	5	6	5	2,25	0,00	2,60	2,25	0,93	2,60	2,25	0,46	-2,10	0,60	0,93

STRATIGRAFIA TRAVI WINKLER																
Trave N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm	Numero Strato	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm	Cu kg/cm	Mod.El. kg/cm	Poisson	Gr.Sovr	Mod.Ed. kg/cm	
1	0,50	0,00	0,50	0	1,00	1		1800	25,00	0,20	0,20	50,00	0,20	1,00	50,00	
2	-2,10	-2,60	-2,10	0	1,00	1		1800	25,00	0,20	0,20	50,00	0,20	1,00	50,00	

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	1,50	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h>1000	1,05	1,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20



COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma verticale	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	-0,30	0,30
Sisma direz. grd 0	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma verticale	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	-0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sisma direz. grd 90	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma verticale	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Corr. Tors. dir. 0	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
Sisma verticale	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1															
DESCRIZIONI	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Var.Neve h>1000	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Corr. Tors. dir. 0	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Corr. Tors. dir. 90	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	
Sisma verticale	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	1,00	0,70
Var.Neve h>1000	0,70	1,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00
Sisma verticale	0,00	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
Peso Strutturale	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00
Var.Amb.affol.	0,70	0,60
Var.Neve h>1000	0,20	0,50
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00
Sisma verticale	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Amb.affol.	0,60
Var.Neve h>1000	0,20
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00

## COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00
Sisma verticale	0,00

## RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	A1/1	0	0	0	0	0
	A1/2	0	0	0	0	0
	X+ A1/3	0	0	0	0	0
	X- A1/19	0	0	0	0	0
	Y+ A1/35	0	0	0	0	0
	Y- A1/43	0	0	0	0	0
	A1/67	0	0	0	0	0
	A1/68	0	0	0	0	0
	A1/69	0	0	0	0	0
	A1/70	0	0	0	0	0
	A1/71	0	0	0	0	0
	A1/72	0	0	0	0	0
	A1/73	0	0	0	0	0
	A1/74	0	0	0	0	0
2	A1/1	2808	0	0	0	8950
	A1/2	2452	0	0	0	7424
	X+ A1/13	1433	0	78	1794	3762
	X- A1/30	1433	0	78	1794	3762
	Y+ A1/38	1433	0	261	2377	3762
	Y- A1/45	1433	0	261	2377	3762
	A1/67	1433	0	78	332	3762
	A1/68	1433	0	78	332	3762
	A1/69	1433	0	78	332	3762
	A1/70	1433	0	78	332	3762
	A1/71	1433	0	78	332	3762
	A1/72	1433	0	78	332	3762
	A1/73	1433	0	78	332	3762
	A1/74	1433	0	78	332	3762

## RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	SLD/1	0	0	0	0	0
	SLD/2	0	0	0	0	0
	X+ SLD/3	0	0	0	0	0
	X- SLD/19	0	0	0	0	0
	Y+ SLD/35	0	0	0	0	0
	Y- SLD/43	0	0	0	0	0
	SLD/67	0	0	0	0	0
	SLD/68	0	0	0	0	0
	SLD/69	0	0	0	0	0
	SLD/70	0	0	0	0	0
	SLD/71	0	0	0	0	0
	SLD/72	0	0	0	0	0
	SLD/73	0	0	0	0	0

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD						
Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	SLD/74	0	0	0	0	0
2	SLD/1	2808	0	0	0	8950
	SLD/2	2452	0	0	0	7424
	X+ SLD/3	1433	0	32	500	3762
	X- SLD/19	1433	0	32	551	3762
	Y+ SLD/35	1433	0	105	72	3762
	Y- SLD/43	1433	0	105	243	3762
	SLD/67	1433	0	32	147	3762
	SLD/68	1433	0	32	147	3762
	SLD/69	1433	0	32	147	3762
	SLD/70	1433	0	32	147	3762
	SLD/71	1433	0	32	147	3762
	SLD/72	1433	0	32	147	3762
	SLD/73	1433	0	32	147	3762
	SLD/74	1433	0	32	147	3762

PARAMETRI GEOTECNICI TRAVI WINKLER - S.L.U.												
IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Trave N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cmq	Mod.El kg/cmq	Poiss on	P base kg/cmq	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cmq	P base kg/cmq
1	0,50	M1	1800	25,00	0,20	50,00	0,20	0,09	82,29	56,18	0,20	0,09
2	0,50	M1	1800	25,00	0,20	50,00	0,20	0,09	82,29	56,18	0,20	0,09

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																					
Trave Nro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilgk Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento		
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig
1	20,72	10,66	10,88	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								X+ A1/3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								X- A1/19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								Y+ A1/35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								Y- A1/43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/68	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/71	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
								A1/74	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,33	1,30	0,74	1,00	1,00	1,00
2	20,72	10,66	10,88	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,30	1,27	0,77	1,00	1,00	1,00
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,30	1,27	0,77	1,00	1,00	1,00
								X+ A1/13	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								X- A1/30	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								Y+ A1/38	1,00	0,89	0,90	0,83	1,31	1,28	1,00	1,32	1,29	0,75	1,00	1,00	1,00
								Y- A1/45	1,00	0,89	0,90	0,83	1,31	1,28	1,00	1,32	1,29	0,75	1,00	1,00	1,00
								A1/67	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/68	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/69	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/70	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/71	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/72	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/73	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00
								A1/74	1,00	0,97	0,97	0,95	1,31	1,28	1,00	1,31	1,28	0,76	1,00	1,00	1,00

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI NON DRENATE - S.L.U.																					
Trave Nro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilgk Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento		
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig
1	5,14	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,13	1,00	0,74	1,00	1,00	1,00



## CEDIMENTI ELASTICI ED EDMETRICI

Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm	Filo N.ro	Combinaz N.ro	Ced.El. cm	Ced.Ed. cm
5	Rare 1	0,20	0,20	6	Rare 1	0,20	0,20	7	Rare 1	0,00	0,00	8	Rare 1	0,00	0,00
	Rare 2	0,17	0,17		Rare 2	0,17	0,17		Rare 2	0,00	0,00		Rare 2	0,00	0,00
	Freq 1	0,16	0,16		Freq 1	0,16	0,16		Freq 1	0,00	0,00		Freq 1	0,00	0,00
	Freq 2	0,15	0,15		Freq 2	0,15	0,15		Freq 2	0,00	0,00		Freq 2	0,00	0,00
	Perm 1	0,15	0,15		Perm 1	0,15	0,15		Perm 1	0,00	0,00		Perm 1	0,00	0,00
	MAX.	0,20	0,20		MAX.	0,20	0,20		MAX.	0,00	0,00		MAX.	0,00	0,00

## STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Rare 1

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
5	-2,1	0,18	6	-2,1	0,18	7	3,1	0,00	8	3,1	0,00						
	-2,0	0,16		-2,0	0,16		3,2	0,00		3,2	0,00						
	-1,9	0,15		-1,9	0,15		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,8	0,13		-1,8	0,13		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,7	0,11		-1,7	0,11		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,6	0,08		-1,6	0,08		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,5	0,05		-1,5	0,05		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,4	0,02		-1,4	0,02		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,3	0,01		-1,3	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,2	0,01		-1,2	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,1	0,00		-1,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,0	0,00		-1,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,9	0,00		-0,9	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,8	0,00		-0,8	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,7	0,00		-0,7	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,6	0,00		-0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,5	0,00		-0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,4	0,00		-0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,3	0,00		-0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,2	0,00		-0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,1	0,00		-0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,1	0,00		0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,2	0,00		0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,3	0,00		0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,4	0,00		0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,5	0,00		0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,6	0,00		0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						

## STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Rare 2

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
5	-2,1	0,15	6	-2,1	0,15	7	3,1	0,00	8	3,1	0,00						
	-2,0	0,14		-2,0	0,14		3,2	0,00		3,2	0,00						
	-1,9	0,13		-1,9	0,13		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,8	0,11		-1,8	0,11		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,7	0,10		-1,7	0,10		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,6	0,07		-1,6	0,07		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,5	0,04		-1,5	0,04		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,4	0,02		-1,4	0,02		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,3	0,01		-1,3	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,2	0,01		-1,2	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,1	0,00		-1,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,0	0,00		-1,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,9	0,00		-0,9	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,8	0,00		-0,8	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,7	0,00		-0,7	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,6	0,00		-0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,5	0,00		-0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,4	0,00		-0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,3	0,00		-0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,2	0,00		-0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,1	0,00		-0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,1	0,00		0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,2	0,00		0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,3	0,00		0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,4	0,00		0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,5	0,00		0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,6	0,00		0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						

**STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Freq 1**

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
5	-2,1	0,14	6	-2,1	0,14	7	3,1	0,00	8	3,1	0,00						
	-2,0	0,13		-2,0	0,13		3,2	0,00		3,2	0,00						
	-1,9	0,11		-1,9	0,11		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,8	0,10		-1,8	0,10		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,7	0,09		-1,7	0,09		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,6	0,06		-1,6	0,06		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,5	0,04		-1,5	0,04		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,4	0,01		-1,4	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,3	0,01		-1,3	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,2	0,01		-1,2	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,1	0,00		-1,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,0	0,00		-1,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,9	0,00		-0,9	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,8	0,00		-0,8	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,7	0,00		-0,7	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,6	0,00		-0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,5	0,00		-0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,4	0,00		-0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,3	0,00		-0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,2	0,00		-0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,1	0,00		-0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,1	0,00		0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,2	0,00		0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,3	0,00		0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,4	0,00		0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,5	0,00		0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,6	0,00		0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						

**STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Freq 2**

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
5	-2,1	0,14	6	-2,1	0,14	7	3,1	0,00	8	3,1	0,00						
	-2,0	0,13		-2,0	0,13		3,2	0,00		3,2	0,00						
	-1,9	0,11		-1,9	0,11		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,8	0,10		-1,8	0,10		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,7	0,08		-1,7	0,08		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,6	0,06		-1,6	0,06		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,5	0,04		-1,5	0,04		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,4	0,01		-1,4	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,3	0,01		-1,3	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,2	0,01		-1,2	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,1	0,00		-1,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,0	0,00		-1,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,9	0,00		-0,9	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,8	0,00		-0,8	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,7	0,00		-0,7	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,6	0,00		-0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,5	0,00		-0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,4	0,00		-0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,3	0,00		-0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,2	0,00		-0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,1	0,00		-0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,1	0,00		0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,2	0,00		0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,3	0,00		0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,4	0,00		0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,5	0,00		0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,6	0,00		0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						

**STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Perm 1**

Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
5	-2,1	0,13	6	-2,1	0,13	7	3,1	0,00	8	3,1	0,00						
	-2,0	0,12		-2,0	0,12		3,2	0,00		3,2	0,00						
	-1,9	0,11		-1,9	0,11		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,8	0,09		-1,8	0,09		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,7	0,08		-1,7	0,08		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,6	0,06		-1,6	0,06		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,5	0,04		-1,5	0,04		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,4	0,01		-1,4	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,3	0,01		-1,3	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,2	0,01		-1,2	0,01		0,0	0,00		0,0	0,00						

STATO TENSIONALE NEL TERRENO - COMBINAZIONE:Perm 1																	
Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq	Filo N.ro	Quota m	Tens. kg/cmq
	-1,1	0,00		-1,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-1,0	0,00		-1,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,9	0,00		-0,9	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,8	0,00		-0,8	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,7	0,00		-0,7	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,6	0,00		-0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,5	0,00		-0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,4	0,00		-0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,3	0,00		-0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,2	0,00		-0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	-0,1	0,00		-0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,1	0,00		0,1	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,2	0,00		0,2	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,3	0,00		0,3	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,4	0,00		0,4	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,5	0,00		0,5	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						
	0,6	0,00		0,6	0,00		0,0	0,00		0,0	0,00						