



# PROVINCIA DI BOLOGNA

*Settore Lavori Pubblici*

STRADA

*S.P. 569 "DI VIGNOLA"*

LAVORO

**COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE GENERALE ALLA  
S.P. 569 E VARIANTE ALLA S.P. 27 E ALLA S.P. 78 NEI  
COMUNI DI CREPELLANO E BAZZANO**

ELABORATO

RELAZIONI E CALCOLI STRUTTURE

OPERE D'ARTE PRINCIPALI

VARIANTE S.P. N°569 DI "VIGNOLA"

SOTTOPASSO VIA BARGELLINA prog. km 4+385

RELAZIONE DI CALCOLO FONDAZIONI ED ELEVAZIONI

PROGETTAZIONE GENERALE

PROGETTISTA

Geom. Emanuele Tracchi

Dott. Ing. Marco Ferrarini

Dott. Ing. Chiara Ferrari

P.i.e. Stefano Romagnoli

Geom. Federico Vannucchi

Servizio  
Progettazione  
e Costruzioni  
Stradali

DATA LUGLIO 2013

N.

**B.2.1.8**

SCALA

-

RIFERIMENTO :

**PROGETTO ESECUTIVO**

PROGETTAZIONE STRUTTURALE



IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Pietro Luminasi

1

09/12/2013

revisione

0

16/07/2013

emissione

REVISIONE

DATA

MODIFICA

QUESTO DISEGNO E LA RELATIVA INVENZIONE SONO DI PROPRIETA' DELL'AMMINISTRAZIONE  
NON NE E' CONSENTITO L'UTILIZZO SE NON SU ESPLICITA AUTORIZZAZIONE  
OGNI DIRITTO A TALE RIGUARDO E' ESPRESSAMENTE RISERVATO ED ESCLUSIVO



1	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
2	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI .....</b>	<b>6</b>
	2.1 Altri documenti .....	6
3	<b>CRITERI DI CALCOLO .....</b>	<b>7</b>
	3.1 Combinazioni di carico .....	7
	3.1 Programma di calcolo .....	9
4	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>13</b>
	4.1 Conglomerato cementizio per sottofondazioni .....	13
	4.2 Conglomerato cementizio strutturale .....	13
	4.3 Acciaio per cemento armato .....	13
	4.4 Copriferro minimo e copriferro nominale .....	14
	4.5 Aderenza barre in c.a. ....	14
5	<b>PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DELLE STRUTTURE .....</b>	<b>15</b>
6	<b>GEOMETRIA DELLE SEZIONI TIPO .....</b>	<b>17</b>
	6.1 Modellazione adottata .....	18
7	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>20</b>
	7.1 Peso proprio e carichi permanenti portati .....	23
	7.2 Spinte sulle pareti laterali e sulla soletta inferiore .....	23
	7.2.1 Spinta terreno .....	23
	7.2.2 Spinte e sottospinta idraulica .....	24
	7.2.3 Sovraccarico stradale sulle pareti .....	24
	7.2.4 Sovraspinta sismica terreno .....	24
	7.3 Carichi mobili sulla soletta superiore degli scatolari e soletta di ripartizione .....	24
	7.3.1 Frenamento ( $q_3$ ) .....	25
	7.4 Azioni simiche .....	25
	7.4.1 Eccentricità masse simiche .....	27
	7.4.2 I rischi di doppio accoppiamento delle frequenze di risonanza di terreno-strutture .....	29
8	<b>CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE .....</b>	<b>30</b>
	8.1 Condizioni di carico elementari .....	30
	8.2 Combinazioni di calcolo .....	30
	8.3 Carichi e azioni interne .....	37
	8.3.1 Verifica a flessione .....	48
	8.3.2 Verifica a taglio .....	65

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 2 di 172

8.3.3	Verifica paraghiaia .....	68
9	VERIFICA A FATICA .....	74
10	VERIFICA GIUNTI .....	78
11	VERIFICA APPOGGI .....	80
12	VERIFICA BAGGIOLO .....	84
13	VERIFICA RITEGNO SISMICO .....	89
14	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE .....	90
15	CONCLUSIONI .....	97

### **Allegati:**

- Tabulati di calcolo scatolare
- Validazione del software PROSAP

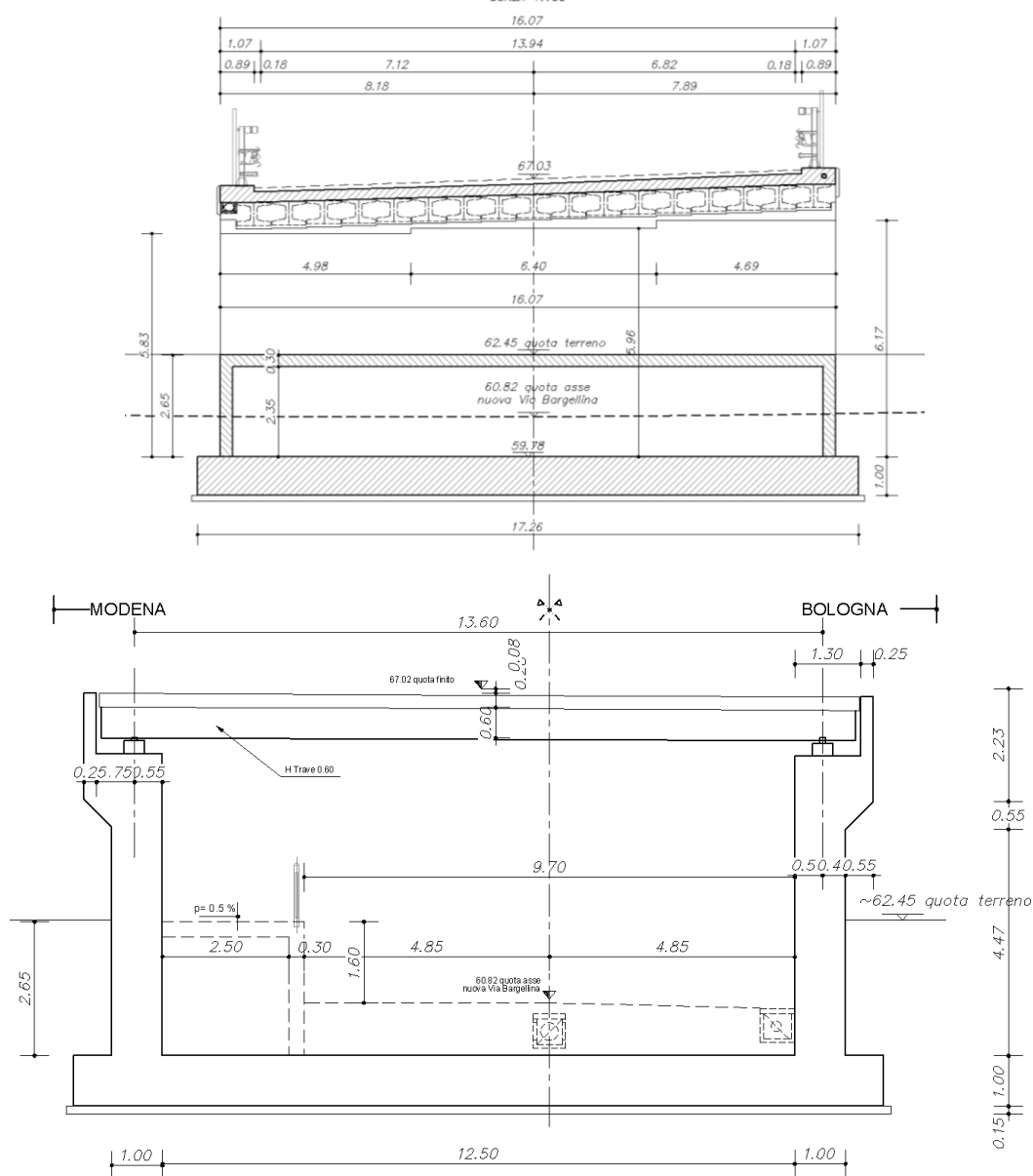
<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 3 di 172

## 1 PREMESSA

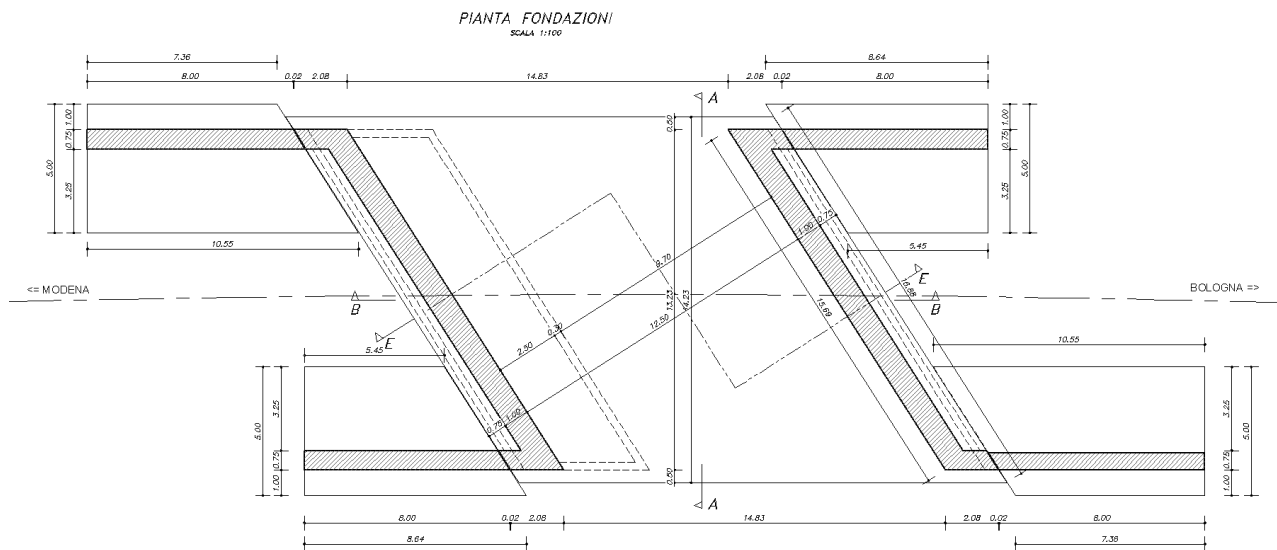
Nell'ambito del Progetto Esecutivo relativo al "Completamento della variante generale alla s.p. n.569 e realizzazione delle varianti alla s.p. n.27 "valle del samoggia" e alla s.p. n.78 "castelfranco - monteveglio" nei comuni di Bazzano e Crespellano" in Provincia di Bologna, si prevede la realizzazione di n.1 scatolare stradale di dimensioni interne 15.00x6.00 m su Via Bargellina con impalcato indipendente fungente da puntone. Tale opere sono verificate con un ricoprimento minimo di 25 cm. e con agenti i carichi accidentali dello "schema 1" delle NTC'08 e le azioni sismiche.

### SEZIONE C-C (SPALLA LATO MODENA)

SCALA 1:100



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 4 di 172



Scatolare 15.00x6.00 m

Il sistema strutturale è costituito da scatolari rettangolari di adeguata lunghezza e posti al di sotto della quota di progetto dell'asse stradale e dei relativi muri andatori realizzati in opera. Gli scatolari ed i relativi muri sono previsti con sezioni di calcolo differenti e saranno adagiati su un letto di calcestruzzo a basso dosaggio "magrone" di circa 15 cm. Gli scatolari hanno la sezione per garantire un franco minimo per consentire il transito veicolare. Al di sopra dell'estradosso degli scatolari si realizza la pavimentazione stradale.

L'impalcato, non oggetto di verifica in questa relazione, è stato modellato tramite elementi tipo "beam" per travi e traversi e "shell" per soletta.

La presente relazione di calcolo prende in considerazione le azioni tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale, con applicazione della Normativa sui ponti stradali *D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni*.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 5 di 172

## 2 NORMATIVA E RIFERIMENTI

- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

### 2.1 Altri documenti

- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 6 di 172

### 3 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al *D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni)*, i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

#### 3.1 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al Cap. 2 delle NTC.

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

I carichi sono denominati:

- ✓  $G_k$  valore caratteristico del carico permanente, costituito dai pesi propri e dalla pressione del terreno;
- ✓  $Q_k$  valore caratteristico di carichi accidentali di tipo stradale.
- ✓  $E$  azione sismica

Come già anticipato, le verifiche sono tutte effettuate nei riguardi degli stati limite ultimi SLU, sismici SLV e di esercizio SLE.

Gli stati limite introducono dei coefficienti moltiplicativi  $\gamma$  sulle azioni di calcolo, generalmente maggiori dell'unità.

Parimenti per le resistenze dei materiali si introducono dei coefficienti riduttivi applicati alle resistenze dei materiali.

#### Combinazione fondamentale agli SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 7 di 172



Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Frequente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Quasi permanente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$\text{Rara} \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Nelle NTC sono contenute diverse tabelle con i coefficienti moltiplicativi da utilizzare per le varie combinazioni SLU ed SLE, si riporta quella per le azioni di calcolo SLU;

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

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
<i>Permanenti</i>	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.35	1.0
<i>Permanenti non strutturali</i>	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.35	1.0
<i>Variabili</i>	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3
<i>Variabili da traffico</i> (da Tab. 5.1.V NTC)	favorevole	$\gamma_Q$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15

### 3.1 Programma di calcolo

Di seguito si indicano (si riporta l'uscita del programma di calcolo per il modello strutturale) l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

#### **PROSAP**

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2013-04-162)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	STIGEA s.r.l.
Codice Utente:	dsi2332
Codice Licenza:	Licenza dsi2332

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <a href="http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm">http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm</a>

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica**.

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 9 di 172

Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
<b>Progetto-verifica degli elementi</b>	
Progetto cemento armato	D.M. 14-01-2008
<b>Azione sismica</b>	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 14-01-2008
<b>Combinazioni dei casi di carico</b>	
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU terreno A1	NO
SLU terreno A2	NO
SLU terreno G	SI
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$       dove     $\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 10 di 172

**u** = vettore spostamenti nodali

**F** = vettore forze nodali

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

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

#### Modalità di presentazione dei risultati.

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuipi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 11 di 172

- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

#### **Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.**

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

La presente relazione viene redatta in accordo con il D.M.14-01-2008 (NTC2008).

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 12 di 172

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali.

### 4.1 Conglomerato cementizio per sottofondazioni

Classe	C12/15
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 15 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 12 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	-
Classe di consistenza	S4 / S5
Copriferro minimo	-

### 4.2 Conglomerato cementizio strutturale

Classe	C32/40
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 18.13 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 2.12 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1.41 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 19.20 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 14.40 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC2 – XF1
Classe di consistenza	S4

### 4.3 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,30 \text{ N/mm}^2$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 13 di 172

#### 4.4 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$ , per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari ad almeno 5 mm. Considerata la Classe di esposizione ambientale dell'opera, si adotta un copriferro minimo pari a mm, pertanto  $c_{nom}=mm$ , valore valido per tutte le parti di struttura.

Il copriferro netto minimo considerato per le opere in oggetto è pari a 4 cm.

#### 4.5 Aderenza barre in c.a.

Si valuta la condizione cautelativa di una struttura realizzata con calcestruzzo classe minima C25/30 e acciaio per c.a. B450C sfruttato al 70% con un diametro inferiore a  $\varnothing 32$  mm; seguono i seguenti valori minimi di lunghezza di ancoraggio per barre in zona tesa e compressa :

$$l_{min} = \frac{1}{4} \times \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \times \phi$$

$$l_{min} = \left\{ \begin{array}{l} \frac{l_{min\_zona\_tesa}}{\phi} \rightarrow \frac{1}{4} \times \frac{450 \times 0.70}{\frac{2.5 \times 1 \times 0.7 \times 0.3 \times 25^{2/3}}{1.5 \times 1.5}} \\ \frac{l_{min\_zona\_compr}}{\phi} \rightarrow \frac{1}{4} \times \frac{450 \times 0.70}{\frac{2.5 \times 1 \times 0.7 \times 0.3 \times 25^{2/3}}{1.5}} \end{array} \right\}$$

$$l_{min \text{ zona tesa}} = [56 \varnothing]_{100\%} = [40 \varnothing]_{70\%}$$

$$l_{min \text{ zona compr}} = [38 \varnothing]_{100\%} = [30 \varnothing]_{70\%}$$

Come prescrizione minima, a meno di valutazioni specifiche, si adottano :

$$l_{min \text{ zona tesa}} = 40 \varnothing$$

$$l_{min \text{ zona compr}} = 30 \varnothing$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 14 di 172

## 5 PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DELLE STRUTTURE

Per le caratteristiche geo-meccaniche del terreno si sono assunte le seguenti quantità:

- Peso proprio terreno  $\gamma_t = 19 \text{ KN/m}^3$
- Angolo di attrito interno  $\phi = 30^\circ$
- Coesione  $c = 0 \text{ KPa}$

Il coefficiente di spinta a riposo usato per il calcolo delle spinte del terreno vale:

- $K_0 = 1 - \sin\phi = 0.50$

Il modello del terreno di fondazione si assume essere secondo la teoria di *Winkler*.

La costante di sottofondo presa di riferimento per i calcoli è la seguente:

$$K_{w\_v} = 2.00 \text{ daN/cm}^3$$

$$K_{w\_v} = 5.00 \text{ daN/cm}^3$$

Si allega calcolo molle con modello alla Winkler in base alle caratteristiche del suolo e della struttura per due condizioni estremanti (sopra riportate) atte ad ottenere le azioni massime sulle fondazioni :

GEO Fondazione Superficiale \_ Ks Winkler

File Azione

VALUTAZIONE DEL MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO SECONDO VESIC (1961)

File: 7\317\_molle\_v1.VES Data: 12-04-2013

LAVORO: GEO Fondazioni

Calcolo Geotecnico

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI IN INGRESSO.

B = 5 (m) - Larghezza della Fondazione

H = 1 (m) - Spessore della Fondazione

J = 1.00000 (m<sup>4</sup>) - Momento di Inerzia della Sezione (1/12 BH<sup>3</sup> sez. rettangolare)

Es = 85 (MN/m<sup>2</sup>) - Modulo elastico del suolo

μ = 0.3 - Coefficiente di Poisson

Ef = 30000 (MN/m<sup>2</sup>) - Modulo elastico della fondazione

CALCOLO DI Ks

Ks =  $1/B * 0.65 * [(Es * B^4) / (Ef * J)]^{1/2} * Es / (1 - \mu^2)$

= 12,7351 (MN/m<sup>3</sup>)

= 1,2735 (daN/cm<sup>3</sup>)

DIFFERENZIAZIONE DI Ks PER FONDAZIONI A PLATEA, SECONDO BOWLES (1988)

Ks = 12,7351 (MN/m<sup>3</sup>) - Al centro della platea

Ks = 25,4702 (MN/m<sup>3</sup>) - Ai nodi di bordo degli elementi discreti

Ks = 19,1027 (MN/m<sup>3</sup>) - Valore Mediano

Programma GEOSLU

Molla k= 2 daN/cmc

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 15 di 172



GEO Fondazione Superficiale \_ Ks Winkler

File Azione

VALUTAZIONE DEL MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO  
SECONDO VESIC' (1961)

File: 7\317\_molle\_v1.VES Data: 12-04-2013

LAVORO: GEO Fondazioni  
Calcolo Geotecnico

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI IN INGRESSO.

B = 4 (m) - Larghezza della Fondazione  
H = 1 (m) - Spessore della Fondazione  
J = 0.3333 (m<sup>4</sup>) - Momento di Inerzia della Sezione (1/12 BH<sup>3</sup> sez. rettangolare)  
Es = 150 (MN/m<sup>2</sup>) - Modulo elastico del suolo  
μ = 0.3 - Coefficiente di Poisson  
Ef = 30000 (MN/m<sup>2</sup>) - Modulo elastico della fondazione

CALCOLO DI Ks

$K_s = 1/B * 0.65 * [(E_s * B^4) / (E_f * J)]^{1/2} * E_s / (1 - \mu^2)$   
= 29,9638 (MN/m<sup>3</sup>)  
= 2,9964 (daN/cm<sup>3</sup>)

DIFFERENZIAZIONE DI Ks PER FONDAZIONI A PLATEA, SECONDO BOWLES (1988)

Ks = 29,9638 (MN/m<sup>3</sup>) - Al centro della platea  
Ks = 59,9277 (MN/m<sup>3</sup>) - Ai nodi di bordo degli elementi discreti  
Ks = 44,9458 (MN/m<sup>3</sup>) - Valore Mediano

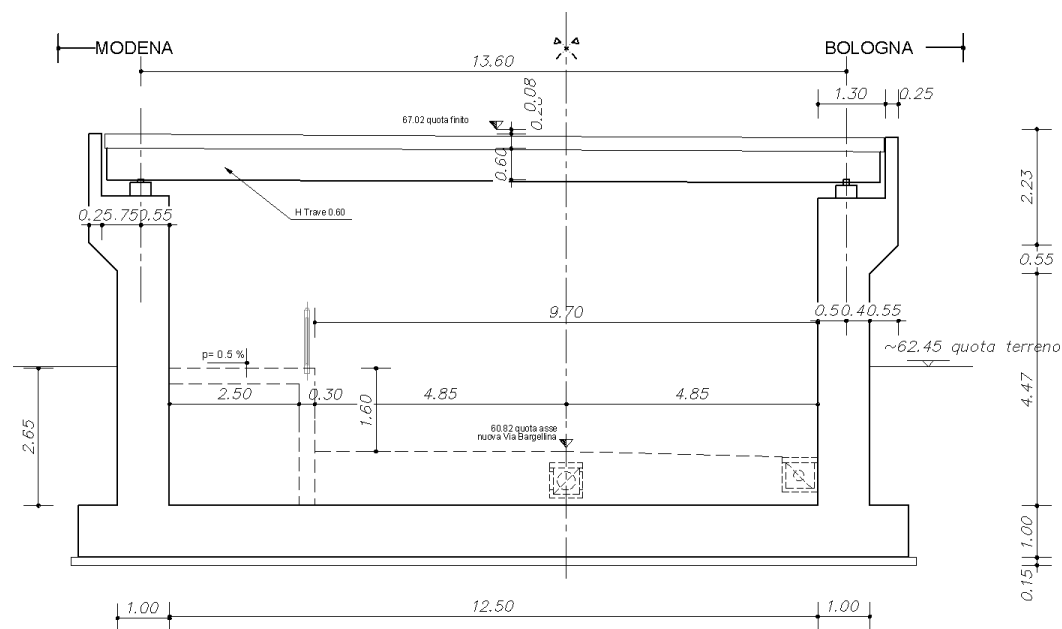
Programma GEOSLU

Molla k= 5 daN/cmc

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 16 di 172

6 GEOMETRIA DELLE SEZIONI TIPO

SEZIONE Scatolare tipo 1500x600x(100-100) cm



La sezione tipo ha uno spessore variabile : 100 cm il plinto, 100 cm l'elevazione e 25 cm paraghiaia.

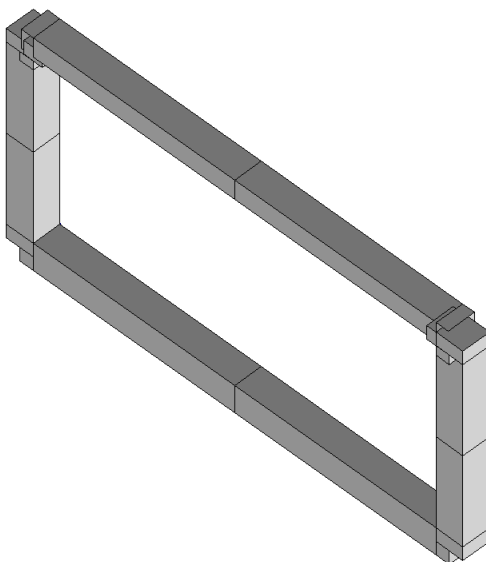
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 17 di 172

## 6.1 Modellazione adottata

La modellazione strutturale come già anticipato, è ricaduta sulla scelta di adottare elementi beam su una profondità di 1 metro.

Si riportano delle immagini con la modellazione adottata con analisi agli elementi finiti:

### SCATOLARE



Rendering



Scatolare tipo 1500x600x(100-100) cm

Il vincolo alla base (platea di fondazione) è realizzato con molle alla Whinkler con :

$$k_v = 2 \text{ daN/cmc}$$

$$k_o = 5 \text{ daN/cmc}$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 18 di 172

Si ritengo trascurabili i modi associati ai moti rotazionali dell'impalcato il quale tende a manifestarsi come un piano rigido senza mutare il comportamento dei modi della spalla.

Il modello dell'impalcato è implementato in ENG 8.31 e nel post-rocessore GRID per l'analisi di geometrie in pianta a parallelogramma. Le azioni sismiche per le verifiche delle strutture portanti dell'impalcato non sono dimensionanti rispetto alle azioni di peso proprio, carichi permanenti e carichi da traffico.

In particolare per generare le azioni da applicare al modello della spalla si adotta un foglio di calcolo che partendo dalla geometria e dei carichi di normativa genera le azioni da applicare agli appoggi del modello della spalla e la matrice delle combinazioni relative alle NTC'08.

Si è eseguito il modello FEM 3D completo in PROSAP per analizzare i modi di vibrare complessivi di spalle-impalcato. Si conclude osservando che le masse associate ai modi significativi relativi al modello della sola spalla e di spalle e impalcato sono del tutto analoghe, quindi si può procedere nell'analisi adottando il modello della sola striscia unitaria in cui si supera l'85% minimo di masse associate ai modi analizzati da normativa ed in particolare tutti i modi principali risultano considerati.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 19 di 172

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Seguono le analisi dei carichi agenti.

Per l'analisi della geometria e dei carichi agenti sulla struttura si è adottato un foglio di calcolo (di cui si riportano le parti essenziali) che conduce alle azioni da applicare agli appoggi del modello FEM ed alla matrice delle combinazioni.

Le unità di misura sono per le forze "kN", per le distanze "m" e segue per i momenti "kNm", se non diversamente indicato.

L'analisi parte dall'input della geometria e carichi (peso proprio, permanenti, corsie da traffico, vento, frenamento, attrito, centrifuga, sismica, urto e spinte di terreno-carico accidentale e sismica) dell'impalcato (considerando le eccentricità trasversali di pesi propri, permanenti e accidentali e la mobilità dei carichi da traffico anche in senso longitudinale per ottenere le condizioni di verifica più sfavorevoli), per procedere quindi con l'analisi delle permutazioni delle corsie di carico da traffico (eccentricità massima o sforzo normale massimo) sino ad ottenere le combinazioni di verifica relative alla normativa NTC'08.

Seguono le visualizzazioni principali dal foglio di calcolo sopra citato :

### Premesse e cautele :

N.B. :	
1) Il foglio funziona per ponti di 1° Categoria (non 2° e 3° tipo passerelle pedonali) !!!!!	
2) si inserisce in PILA la geom. dell'impalcato	
3) si inserisce parte della geom. Nella spalla SOLO se si calcola una spalla	
4) inserire le ordinate dello spettro di risposta $S_d(q_{strutt}, T_{opera})$ nel foglio COMB per spalla e pila	
5) nelle matrici "CASI-CAR" va copiato il caso in esame per PALI e BASE-ELEV	
6) nelle matrici "COMB_spalla" e "COMB_pila" va copiato il set di gamma in uso	
7) nelle matrici "Ver-N_pali-elevaz" vanno copiati i valori massimi in analisi per PALI e BASE-ELEV	
8) Per il sisma corretto vanno messi i fattori long, trasv e vert. in "COMB_spalla" e "COMB_pila" a destra	
9) vanno inseriti i valori con carattere rosso	
10) per scegliere approccio A1 o approccio A2 nel foglio COMB pila o spalla copiare i valori a destra della matrice	

### Premesse

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 20 di 172





## **SCATOLARE**

### **7.1 Peso proprio e carichi permanenti portati**

I pesi propri dei vari elementi strutturali sono computati in automatico dal programma di calcolo agli FEM. Si riporta il calcolo di pesi propri, delle finiture, del peso di ricoprimento e della pavimentazione :

Barriere di sicurezza	$Q_{barr\_sic} = 1.50 \text{ kN/m}$
Parapetti	$Q_{parap} = 0.50 \text{ kN/m}$
Veletta in c.a.	$Q_{veletta} = 1.00 \text{ kN/m}$

#### **SEZIONE Scatolare tipo 1500x600x(100-100) cm:**

- Pp soletta sup	$0.704 \times 25 \times 1 = 17.60 \text{ kN/m}$
- Pp soletta inf	$1.00 \times 25 \times 1 = 25.00 \text{ kN/m}$
- Pp pareti	$1.00 \times 25 \times 1 = 25.00 \text{ kN/m}$
- carico perm. sup portato	$0.25 \times 22 \times 1 = 5.75 \text{ kN/m}$
- carico perm. inf portato	$0.80 \times 22 \times 1 = 17.60 \text{ kN/m}$

### **7.2 Spinte sulle pareti laterali e sulla soletta inferiore**

Si hanno rispettivamente la spinta del terreno e la spinta dovuta al sovraccarico stradale.

#### **7.2.1 Spinta terreno**

La pressione alla generica quota  $H$ , viene calcolata con la seguente formula:

$$P_z = \gamma_t * H * K_a$$

Ai fini delle combinazioni di calcolo, tale spinta viene considerata come carico permanente portato.

Altezze di ricoprimento:

$H_{max} = 7.80 \text{ m}$

$P_{max\_100\%} = H_{max} \times \gamma_t \times k_o = 74.10 \text{ KN/m}^2$

$P_{max\_60\%} = H_{max} \times \gamma_t \times k_o \times 0.60 = 44.46 \text{ KN/m}^2$

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 23 di 172



## 7.2.2 Spinte e sottospinta idraulica

Tale azione non interessa la struttura.

## 7.2.3 Sovraccarico stradale sulle pareti

La pressione prodotta dal carico mobile risulta:

$$P_q = q \cdot K_a$$

$$Q_{acc} = 20 \text{ kN/mq}$$

$$P_q = Q_{acc} \times k_o = 10 \text{ kN/m}^2$$

## 7.2.4 Sovrappinta sismica terreno

L'azione vale secondo la formulazione di Wood per opere interrato rigide senza spostamenti consentiti:

$$\Delta S_{terra\_Wood} = \xi_{sisma\_orizz} \times S \times \gamma_t \times H = 42.53 \text{ kN/m}$$

## 7.3 Carichi mobili sulla soletta superiore degli scatolari e soletta di ripartizione

Con riferimento alle norme vigenti (vedi paragrafo 5.1.3 del D.M. 14-01-2008, paragrafo 4.3 e 4.4 di EN 1991-2\_2005) come azioni variabili da traffico gravante sulla soletta superiore e/o inferiore si assume lo schema di carico 1. Il carico di normativa applicato è il doppio asse da 300+300 kN ognuno, con interasse di 2,00m (trasversalmente il senso di marcia) e 1.20 m nell'altra direzione, con impronte 0.40x0.40 m. Si deve sommare il carico distribuito pari a 9 kN/mq su una corsia larga 3.00 m.

Tale carico viene posizionato ortogonalmente all'asse dello scatolare e considerato ripartito, sia in direzione longitudinale che trasversale, con un angolo di diffusione di 45° sino al piano medio della soletta superiore.

Dati di input:

$$H_{Ricoprimento\_min} = 0.25 \text{ m}$$

$$S = 0.70 \text{ m}$$

La larghezza di diffusione trasversale diventa:

$$B_1 = 1.20 + 0.40 + 0.70 \times 1 + 0.50 \times 1 = 2.80 \text{ m}$$

La larghezza di diffusione longitudinale diventa:

$$B_2 = 2.00 + 0.40 + 0.70 \times 1 + 0.50 \times 1 = 3.60 \text{ m}$$

Il carico da normativa vale:

$$Q_{acc\_S1} = 600 / (B_1 \times B_2) + 9.00 = 68.52 \text{ kN/m}^2$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 24 di 172

### 7.3.1 Frenamento (q3)

L'azione vale:

$$q3_{\text{scat}_{\text{fren}}} = [0.6 \times 600 + 0.10 \times 9.00 \times 3.00 \times 8.60] / (3.00 \times 9.00) = 14.19 \text{ kN/m}$$

### 7.4 Azioni sismiche

Si riportano i parametri sismici adottati.

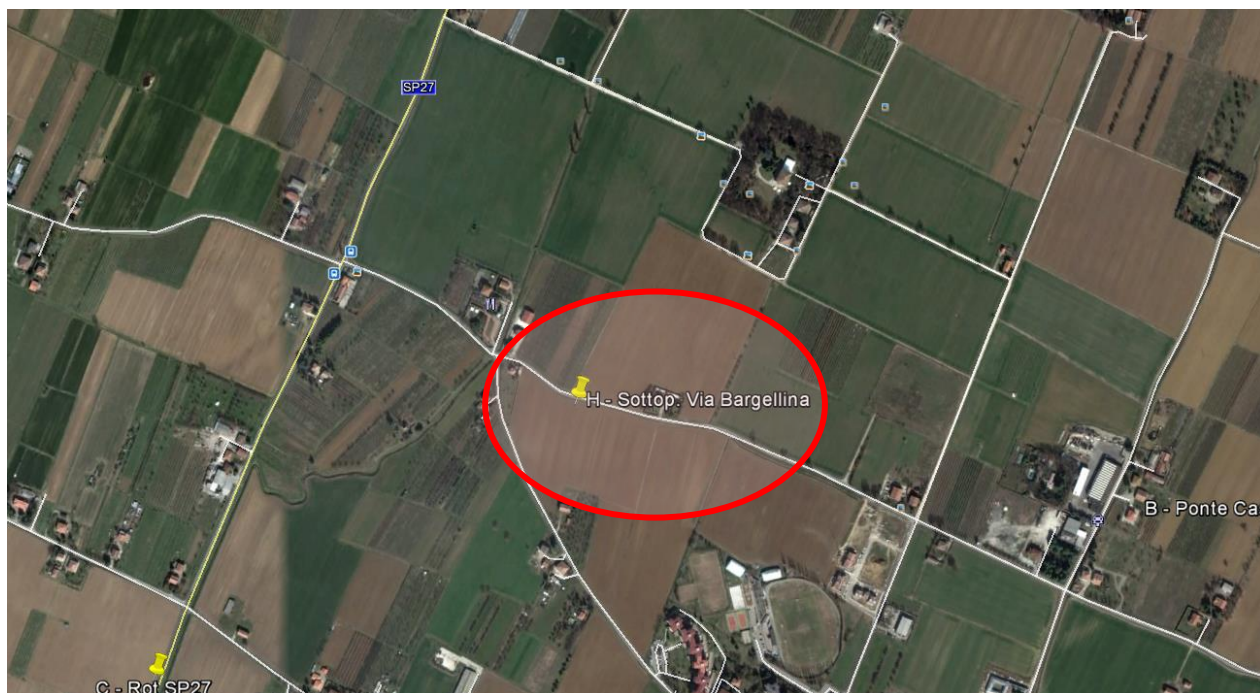
Comune: Bazzano

Provincia: Bologna

Coordinate geografiche:

Long. (E) = 11°,1232

Latit. (N) = 44°,5209



Si adottano i seguenti valori del fattore di struttura.

Per la spalla :

$$q_x = q_y = q_z = 1.00$$

Per la pila :

$$q_x = q_y = 1.50$$

$$q_z = 1.00$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 25 di 172

Parametri NTC'08 :

Aztec Informatica ® \* Aztec Sisma 10.0

Ricerca il Comune

n°	Comune	Prov	Latitudine	Longitudine

**Località**

Comune

Provincia

Regione

Latitudine 44,5209000

Longitudine 11,1232000

< Indietro Avanti >

Informazioni azienda Esegui nuovo calcolo >> Chiudi

Aztec Informatica s.r.l. \* Corso Umberto, 43 \* 87050 Casole Bruzio (CS) \* www.aztec.it

Aztec Informatica ® \* Aztec Sisma 10.0

**Tipo Opera**

Tipo di costruzione

☐ Opere provvisorie

☒ Opere ordinarie, opere infrastrutturali di importanza normale

☐ Grandi opere di importanza strategica

Vita Nominale -  $V_N$  50 anni

Classe d'uso

☐ I - Presenza occasionale di persone

☐ II - Normali affollamenti, industrie non pericolose

☐ III - Affollamenti significativi, industrie pericolose

☒ IV - Opere strategiche, industrie molto pericolose

Vita di Riferimento -  $V_R$  100 anni

< Indietro Avanti >

Informazioni azienda Esegui nuovo calcolo >> Chiudi

Aztec Informatica s.r.l. \* Corso Umberto, 43 \* 87050 Casole Bruzio (CS) \* www.aztec.it

Aztec Informatica ® \* Aztec Sisma 10.0

**Parametri sismici**

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [--]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,679	2,494	0,273
SLD	101	0,840	2,478	0,282
SLV	949	2,015	2,408	0,315
SLC	1950	2,518	2,441	0,321

☒ ID Punto 1 = 16727  
☐ ID Punto 2 = 16728  
☐ ID Punto 3 = 16506  
☐ ID Punto 4 = 16505  
 Dati sismici rilevati correttamente.

< Indietro Avanti >

Informazioni azienda Esegui nuovo calcolo >> Chiudi

Aztec Informatica s.r.l. \* Corso Umberto, 43 \* 87050 Casole Bruzio (CS) \* www.aztec.it

Per la determinazione dell'azione sismica agente sulla struttura si sono considerate le seguenti ipotesi di calcolo:

- Vita utile  $V_u = 50$  anni
- Classe d'uso tipo IV con  $C_u = 2.00$
- $V_r = 100$  anni
- Categoria sottosuolo: C
- Pendenza dei pendii tipo T1 con  $h/H=0.000$
- SLU adottato SLV con  $pr = 10\%$

Nel modello di calcolo si adottano i seguenti moltiplicatori :

$$a_g/g = 0.202$$

$$S_s = 1.403$$

$$S_t = 1.000$$

$$S = S_s \times S_t = 1.403$$

$$\xi_{orizz} = a_g/g \times S = 0.287 \text{ g}$$

$$\xi_{vert} = a_g/g \times S/2 = 0.144 \text{ g}$$

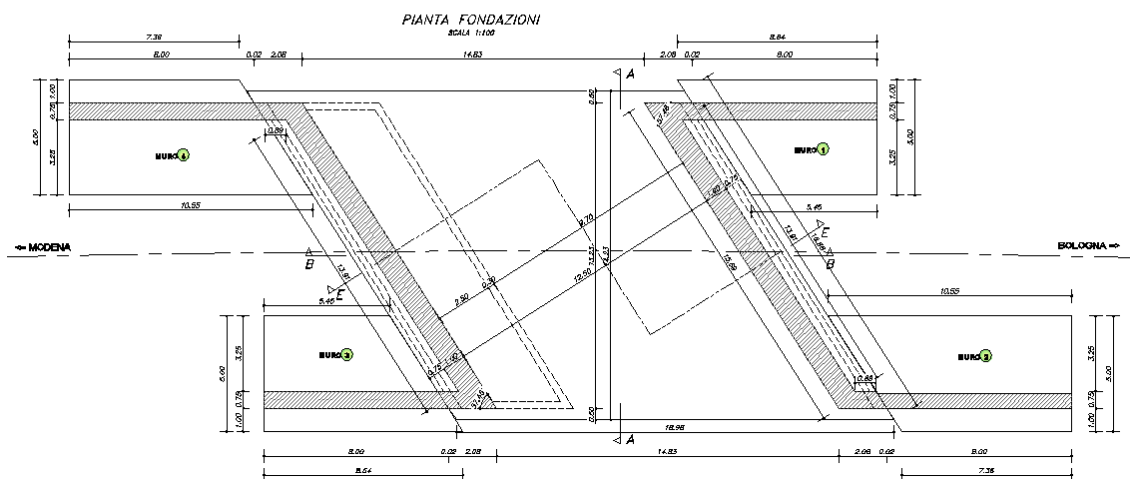
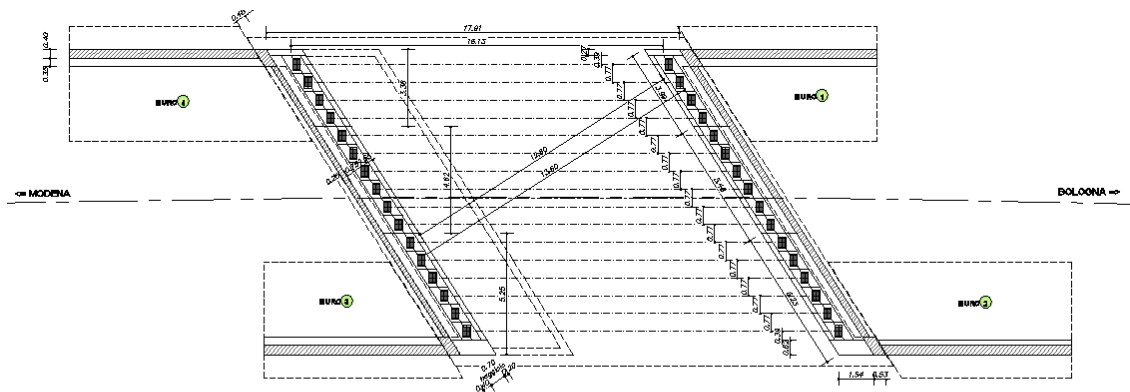
Tale azioni agiscono sui pesi propri, permanenti e spinta del terreno.

#### 7.4.1 Eccentricità masse simiche

Si riporta il calcolo dei momenti torcenti generati dall'eccentricità delle masse sismiche nel piano (Paragrafo P.7.3.3.1 e per i ponti P.7.9.3 delle NTC'08) per concludere che il fenomeno è trascurabile (ordine di variazioni delle forze sismiche del 4%) e pari quindi alla precisione dei calcoli condotti.

Segue l'analisi per l'impalcato in oggetto (Caso H - Sottopasso Via Bargellina) :

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 27 di 172



X = long

Y = trasv

$L_{long} = 16.00$  m

$B_{trasv} = 15.00$  m

$L_{app} = 17.00$  m

$e_x = 0.03 \times 16.00 = 0.48$  m

$e_y = 0.03 \times 15.00 = 0.45$  m

$a_{gmax} = 0.20 \text{ g} \times 1.405 \times 1.000 = 0.285 \text{ g}$

$P_{p\_impalcato} = 2 \times 2029.24 = 4058.48 \text{ kN}$

$F_{orizz\_sisma} = P_{p\_impalcato} \times a_{gmax} = 1156.67 \text{ kN}$

$M_{Torc\_ex} = F_{orizz\_sisma} \times e_x = 555.20 \text{ kNm}$

$M_{Torc\_ey} = F_{orizz\_sisma} \times e_y = 520.46 \text{ kNm}$

$\Delta F_{M\_torc\_ex} =$

$\Delta F_{M\_torc\_ey} = M_{Torc\_ey} / L_{app} = 32.66 \text{ kN/fila appoggi}$

$\% \Delta F_{M\_torc} = \Delta F_{M\_torc\_max} / F_{orizz\_sisma} \times 100 = 3 \%$

Trascurabile

Si conclude che la variazione delle forze orizzontali sismiche dovuta all'eccentricità delle masse è trascurabile (inferiore al 4%).

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 28 di 172

**7.4.2 I rischi di doppio accoppiamento delle frequenze di risonanza di terreno-strutture**

In base alle indicazioni riportate nella relazione geologica allegata, in particolare al paragrafo P.7.5.8 si afferma che si devono valutare i possibili effetti di risonanza terreno-struttura, ma essi non sono un pericolo reale per le opere in oggetto avendo ottenuto le frequenze delle strutture (circa 7 Hz) pari a circa la metà rispetto alla frequenza indicata dal geologo pari a circa 17 Hz.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 29 di 172

## 8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

### 8.1 Condizioni di carico elementari SCATOLARE

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

CDC	Tipo	Descrizione
1	G <sub>1k</sub>	Peso proprio della struttura
2	G <sub>2k</sub>	Carichi Permanenti Portati (comprese spinte terreno)
3	Q <sub>1k</sub>	Carico mobile
4	Q <sub>2k</sub>	Sovraccarico Accidentale di tipo Stradale
5	E	Sisma

### 8.2 Combinazioni di calcolo

#### SCATOLARE

Sono stati costruiti due modelli di calcolo per gli scatolari.

La condizione peggiore per gli scatolari è la presenza asimmetrica della spinta laterale del terreno e del sovraccarico accidentale, oltre ovviamente alla presenza di pesi propri, permanenti e accidentali da traffico (Approccio 1).

Si considera anche l'azione sismica e la verifica in condizione GEO per il terreno di fondazione.

#### **Combinazioni SLU**

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U.					
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5
PESO PROPRIO	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Permanenti Portati	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Carico Mobile DM 08	0,00	1,35	0,00	1,35	1,01
Sovraccarico Accidentale Stradale	0,00	0,00	1,35	1,01	1,35

#### **Combinazioni SLE**

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
PESO PROPRIO	1,00	1,00
Permanenti Portati	1,00	1,00
Carico Mobile DM 08	1,00	0,75
Sovraccarico Accidentale Stradale	0,75	1,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.		
DESCRIZIONI	1	2
PESO PROPRIO	1,00	1,00
Permanenti Portati	1,00	1,00
Carico Mobile DM 08	0,75	0,00
Sovraccarico Accidentale Stradale	0,00	0,75

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
PESO PROPRIO	1,00
Permanenti Portati	1,00
Carico Mobile DM 08	0,00

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 30 di 172

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Sovraccarico Accidentale Stradale	0,00

Segue la tabella delle combinazioni di input nel programma di calcolo :

Come già riportato in precedenza si adotta un foglio di calcolo per generare la matrice delle combinazioni (SLU, SLV, SLE rare-frequenti e quasi permanenti) per le verifiche delle strutture in oggetto, in particolare si riportano le matrici con identificazioni dei casi di carico, delle combinazioni, dei coefficienti moltiplicativi e dell'azione sismica da NTC'08 :

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 31 di 172



Spalla		Casi	LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18	LC19	LC20	LC21	LC22	Comb. dei carichi :			
N		Cod. Ver.																										
Combi.			1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	C1_SLU_1		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	C2_SLU_2		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	C3_SLU_3		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	C4_SLU_4		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	C5_SLU_5		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	C6_SLU_6		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	C7_SLU_7		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	C8_SLU_8		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	C9_SLU_9		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	C10_SLU_10		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	C11_SLU_11		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	C12_SLU_12		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	C13_SLU_13		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	C14_SLU_14		1	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	C15_Sluma_1		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	C16_Sluma_2		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	C17_Sluma_3		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	C18_Sluma_4		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	C19_Sluma_5		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	C20_Sluma_6		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	C21_Sluma_7		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	C22_Sluma_8		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	C23_Sluma_9		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	C24_Sluma_10		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	C25_Sluma_11		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	C26_Sluma_12		1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	C27_SLE_1		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	C28_SLE_2		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	C29_SLE_3		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	C30_SLE_4		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	C31_SLE_5		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	C32_SLE_6		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	C33_SLE_7		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	C34_SLE_8		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	C35_SLE_9		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	C36_SLE_10		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	C37_SLE_11		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	C38_SLE_12		2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	C39_SLE_13		3	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	C40_SLE_14		3	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	C41_SLE_15		3	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								

## Combinazioni per Spalla modello in PROSAP

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 32 di 172



Cavalcavia\_SP78

Superposition secondo Decreto Ministeriale per le Costruzioni 2008

Regola di combinazione Numero 100  
combinazione rara  
Superpositioning secondo la formula in MAXIMA4

$$E_{d, rrrr} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Tipi di loadcase risultanti Esercizio: combinazione rara

Selezione di LCa Azioni

Act	tipo	γ-u	γ-f	γ-a	ψ-0	ψ-1	ψ-2	Designaz.
Caso difattore	Tipico di carico							
G_1	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	peso proprio g1
1	1.00	carico permanente raggruppato in casi di carico						Fase proprio
G_2	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	G non strutturali
2	1.00	carico permanente raggruppato in casi di carico						Carichi permanenti
5	1.00	carico permanente raggruppato in casi di carico						Ricoprimento terreno
LFR	Q	1.35	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	carico variabile
501	1.00	Caso di carico alternativo						A 9 Frenatura centro
502	1.00	Caso di carico alternativo						A 9 Frenatura destra
503	1.00	Caso di carico alternativo						A 9 Frenatura sinistra
L_U	Q	1.00	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20	carico mobile
401	1.00	Caso di carico alternativo						A67 UDL centro
402	1.00	Caso di carico alternativo						A67 UDL destra
403	1.00	Caso di carico alternativo						A67 UDL sinistra
L_T	Q	1.00	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20	carico mobile
100	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 0
101	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 1
102	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 2
103	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 3
104	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 4
105	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 5
106	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 6
107	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 7
108	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 8
109	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 9
110	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 10
111	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 11
112	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 12
113	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 13
114	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 14
115	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 15
116	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 16
117	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 17
118	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 18
119	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 19
120	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 20
121	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 21
122	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 22
123	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 23
124	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 24
125	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 25
126	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 26
127	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 27
128	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 28
129	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 29
130	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem centro pos. 30
200	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 0
201	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 1
202	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 2
203	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 3
204	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 4
205	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 5
206	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 6
207	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 7
208	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 8
209	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 9
210	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 10
211	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 11
212	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 12
213	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 13
214	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 14
215	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 15
216	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 16
217	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 17
218	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 18
219	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 19
220	1.00	Caso di carico alternativo						A66 Tadem destra pos. 20

SUPERIMAG - www.superimag.it

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 34 di 172

Cavalcavia\_SP78

Selezione di LCE Azioni

Act	tipo	y-u	y-f	y-a	ψ-0	ψ-1	ψ-2	Designaz.
Caso difattore	Tipo di carico							
221	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 21
222	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 22
223	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 23
224	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 24
225	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 25
226	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 26
227	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 27
228	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 28
229	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 29
230	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem destra pos. 30
300	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 0
301	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 1
302	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 2
303	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 3
304	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 4
305	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 5
306	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 6
307	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 7
308	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 8
309	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 9
310	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 10
311	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 11
312	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 12
313	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 13
314	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 14
315	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 15
316	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 16
317	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 17
318	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 18
319	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 19
320	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 20
321	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 21
322	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 22
323	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 23
324	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 24
325	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 25
326	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 26
327	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 27
328	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 28
329	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 29
330	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem sinistra pos. 30
Q	1.00	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30		carico variabile
R	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		Spinta sovraccarico
4	1.00	carico permanente	raggruppato in	casi di carico				Spinta terreno

Regola di combinazione Numero 101  
comb. frequente  
Superpositioning secondo la formula in MAXIMA5

$$E_{d,frequa} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i} \oplus \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Tipi di loadcase risultanti Esercizio: combinazione frequent

Selezione di LCE Azioni

Act	tipo	y-u	y-f	y-a	ψ-0	ψ-1	ψ-2	Designaz.
Caso difattore	Tipo di carico							
G_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	peso proprio g1
G_2	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Peso proprio
5	1.00	carico permanente	raggruppato in	casi di carico				Carichi permanenti
LFR	1.35	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Ricoprimento terreno
501	1.00	Caso di carico	alternativo	A 9				carico variabile
502	1.00	Caso di carico	alternativo	A 9				Frenatura centro
503	1.00	Caso di carico	alternativo	A 9				Frenatura destra
L_U	1.00	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20		Frenatura sinistra
401	1.00	Caso di carico	alternativo	A67				carico mobile
402	1.00	Caso di carico	alternativo	A67				UDL centro
403	1.00	Caso di carico	alternativo	A67				UDL destra
L_T	1.00	0.00	1.00	0.75	0.75	0.20		UDL sinistra
100	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				carico mobile
101	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem centro pos. 0
102	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem centro pos. 1
103	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem centro pos. 2
104	1.00	Caso di carico	alternativo	A66				Tadem centro pos. 3
								Tadem centro pos. 4

Combinazioni e permutazioni per modello in Sofistik (non presente nella relazione in oggetto)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 35 di 172

Seguono gli output delle impostazioni del modello FEM implementato relativi a carichi, casi di carico e combinazioni (congruenti con le indicazioni sopra riportate ed alle valutazioni del foglio di calcolo).

### **Combinazioni**

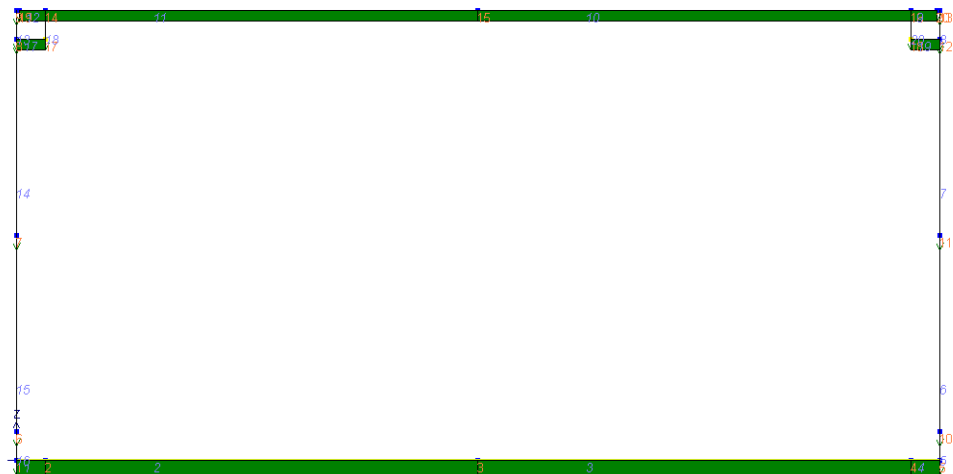
Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	C01 - SLU A1 Pp+Cp	
2	SLU	C02 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc	
3	SLU	C03 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc	
4	SLU	C04 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc+Fren.	
5	SLU	C05 - SLV Sisma +X	
6	SLU	C06 - SLV Sisma -X	
7	SLU	C07 - SLV Sisma +Z	
8	SLU	C08 - SLV Sisma -Z	
9	SLE(r)	C09 - SLE rara	
10	SLE(f)	C10 - SLE frequenti	
11	SLE(p)	C11 - SLE quasi perm.	
12	SLU	C12 - SLU GEO Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc solo sup +Fren.	
13	SLU(acc.)	C13 - SLU GEO Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc tot+Fren.	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	1.35	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	1.00	0.0	0.0		
6	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	1.00	0.0	0.0		
7	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.30	0.0	0.0		
8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	-0.30	0.0	0.0		
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.0	0.0	0.0	1.15	1.15		

8.3 Carichi e azioni interne

Si riportano i carichi applicati per ogni caso di carico adottato, con riferimento alle combinazioni sopra già esplicitate (avendo ottimizzato le visualizzazioni grafiche) :

Scatolare 1500x600x(100-100) cm



Peso proprio

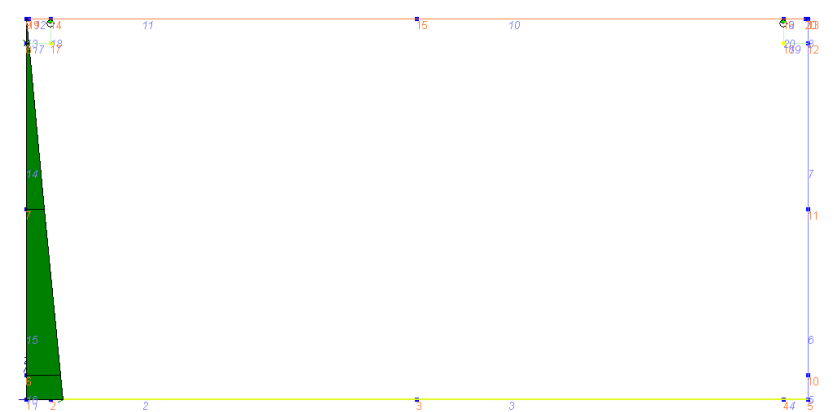


Cp SUP ricoprimento pavimentazione

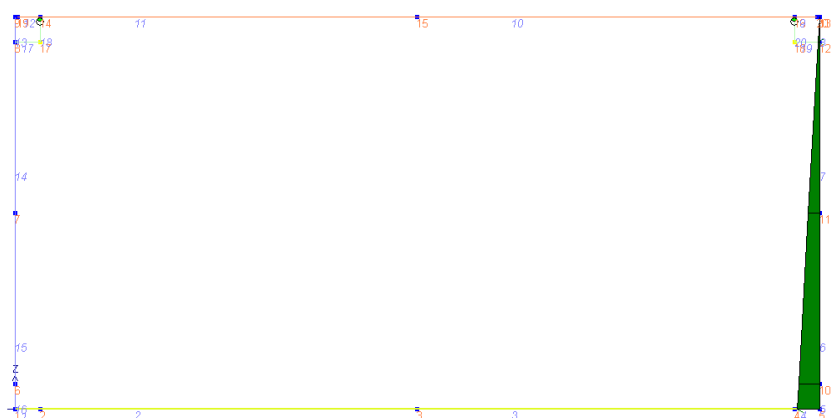
Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 37 di 172



Cp INF ricoprimento pavimentazione

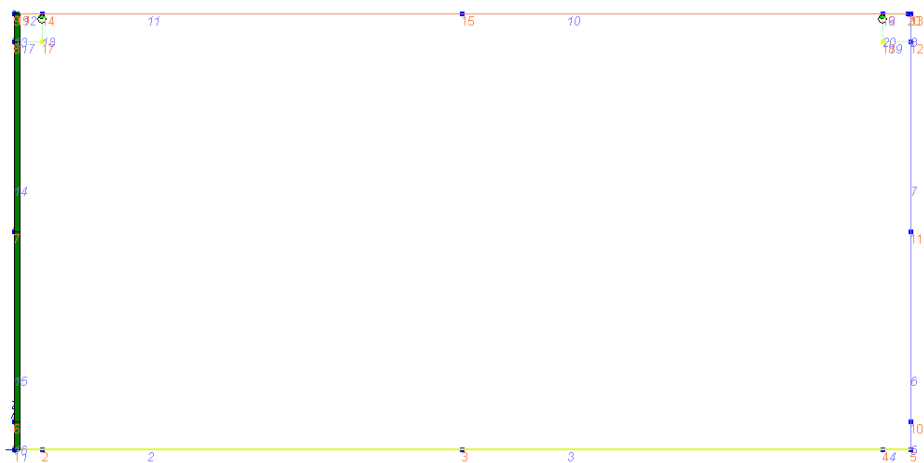


Spinta terreno (ko) in sinistra

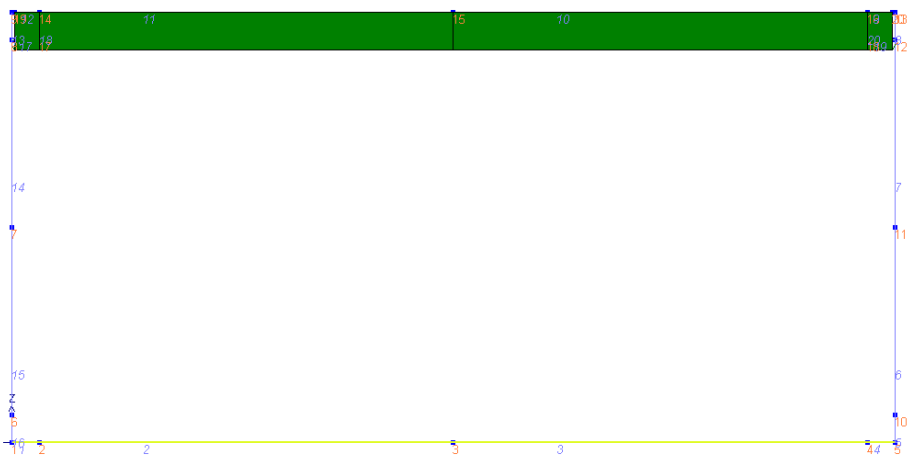


Spinta terreno (ko) in destra

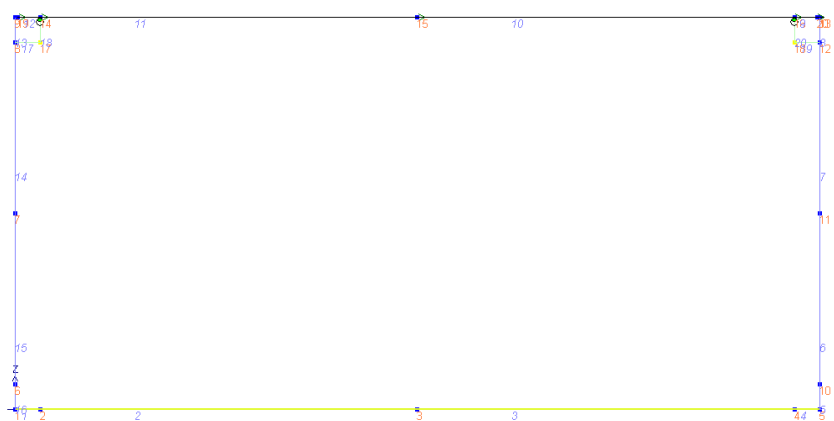
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 38 di 172



Spinta sovraccarico accidentale in sinistra



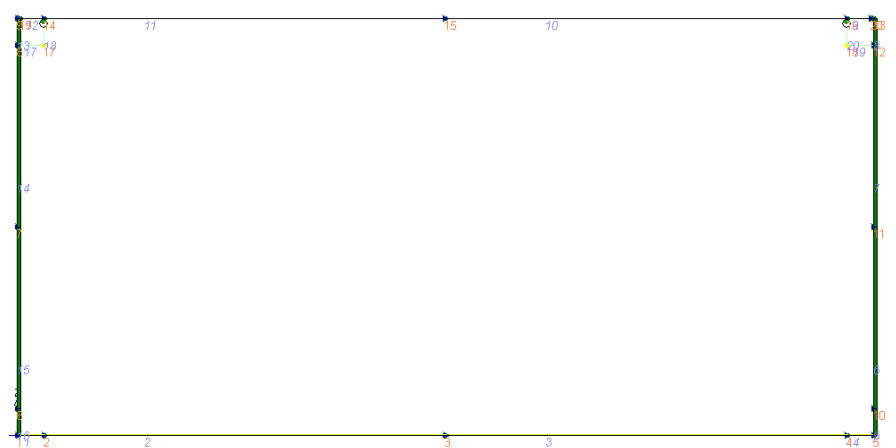
Qacc traffico sup – Schema 1



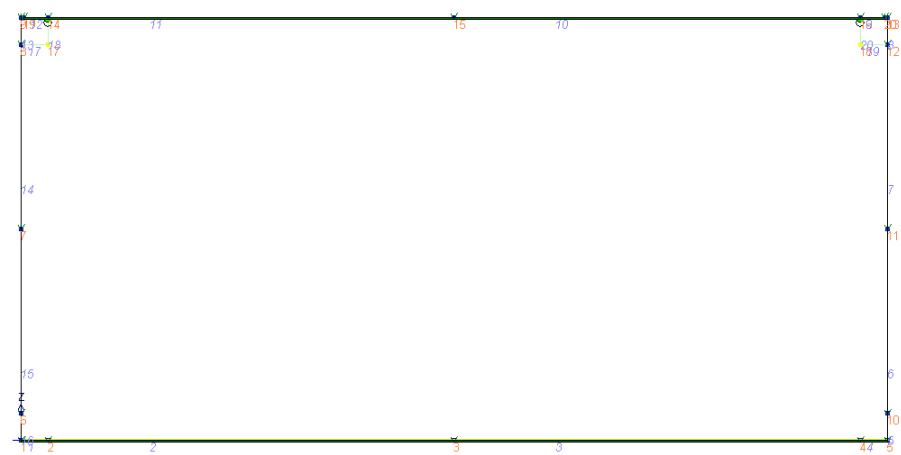
Frenamento

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 39 di 172

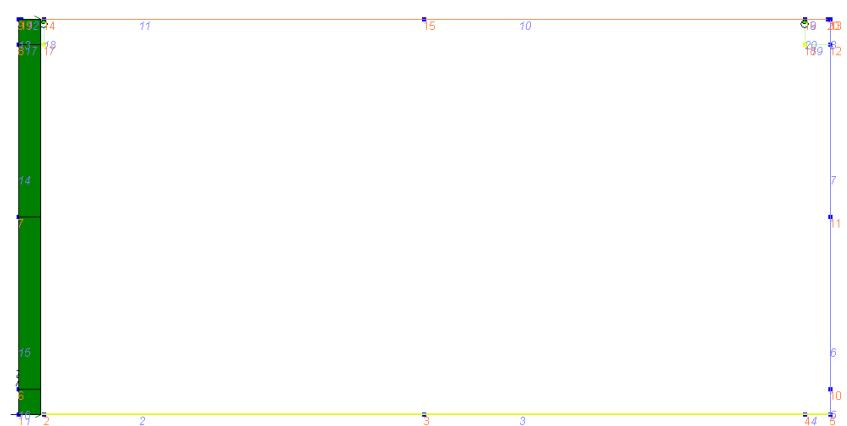




Sisma X



Sisma Z



Sovrappinta sisma terra Sx (Wood)

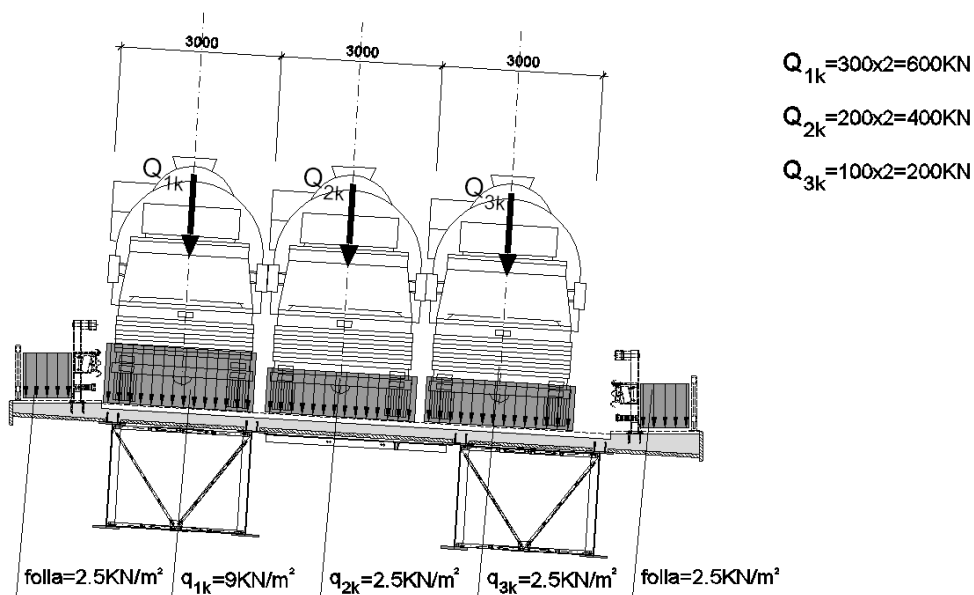
Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 40 di 172



Qacc traffico inf – Schema 1

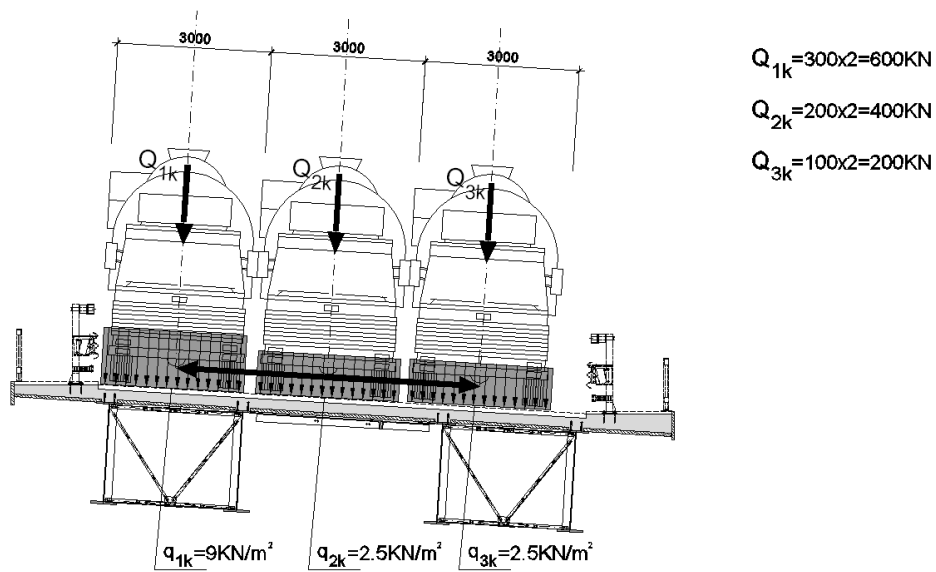
Si riportano le immagini esplicative delle condizioni di carico da traffico adottate sia in senso trasversale che longitudinale :

#### DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULL'IMPALCATO

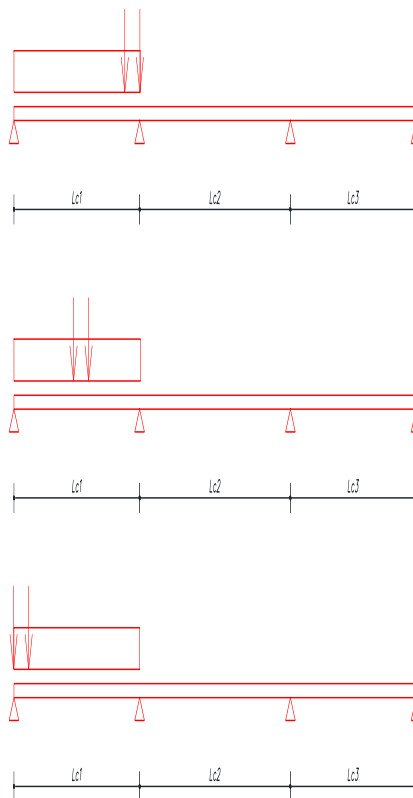


#### DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULLA SOLETTA: TRASLAZIONE IN SENSO TRASVERSALE ALL'IMPALCATO

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 41 di 172

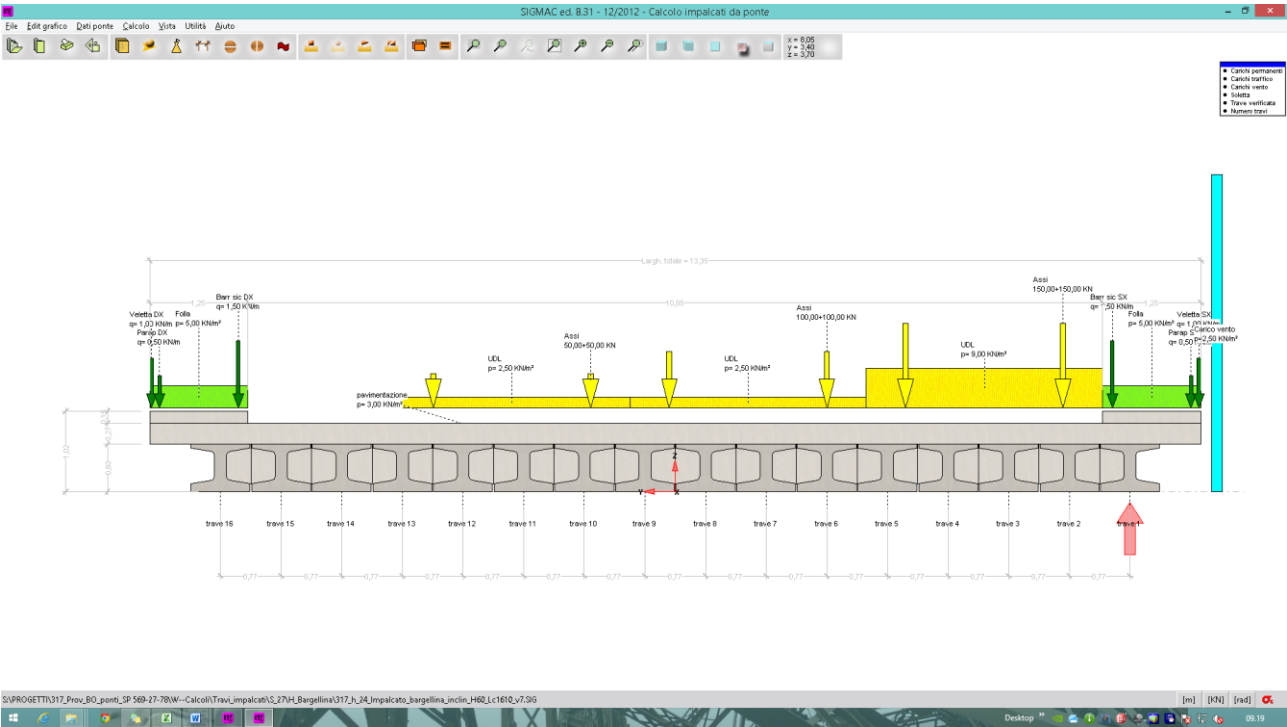


### DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULL'IMPALCATO IN SENSO LONGITUDINALE

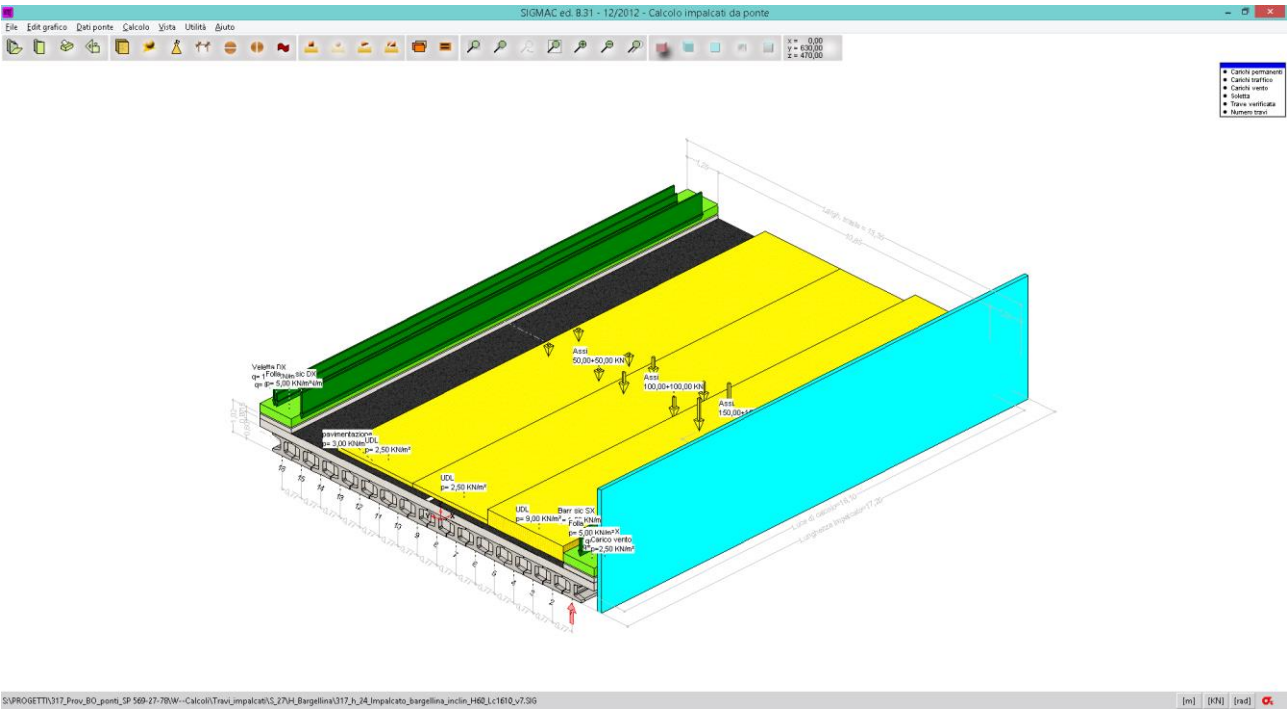


Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 42 di 172

Seguono le immagini tratte dal programma ENG 8.31 (per gli impalcati) con la disposizione delle corsie di carico :



Sezione trasversale



Vista assonometrica

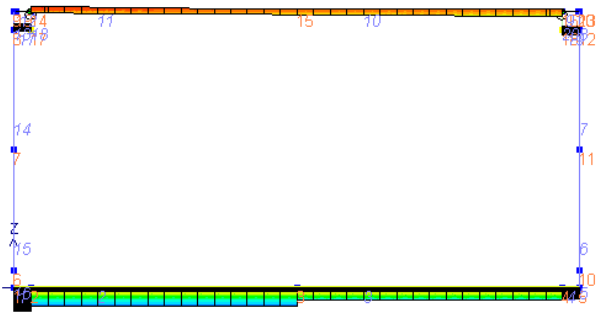
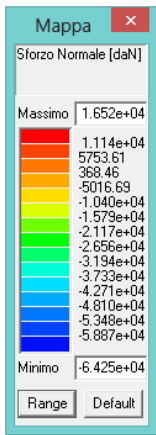
Si riportano gli involuipi delle azioni interne.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 43 di 172

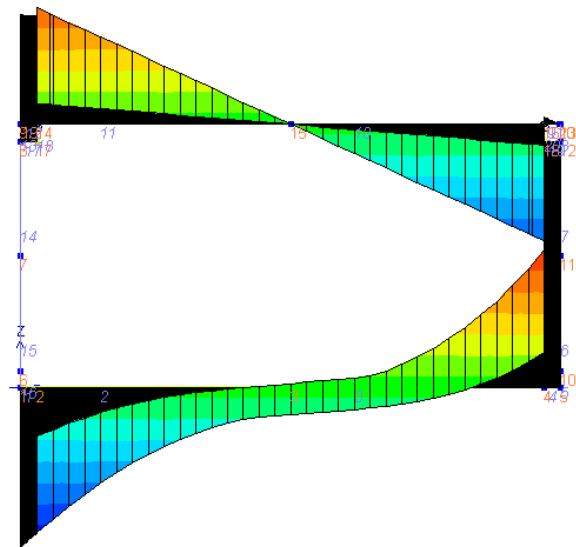
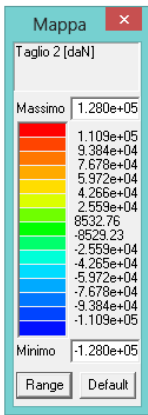
Per la fondazione si riportano le azioni massime di involucro relative a tutte le combinazioni; seguono anche le azioni interne massime per gli altri elementi strutturali costituiti da beam (plinto, elevazione, baggioio e paraghiaia) avendo proceduto all'ottimizzazione delle visualizzazioni grafiche.

**Scatolare 1500x600x(100-100) cm**

**TRAVI**

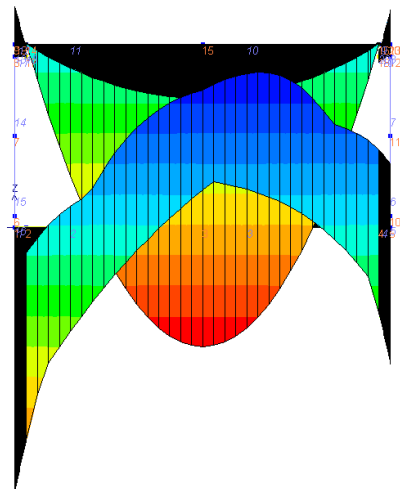
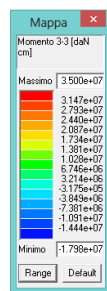


N (daN)



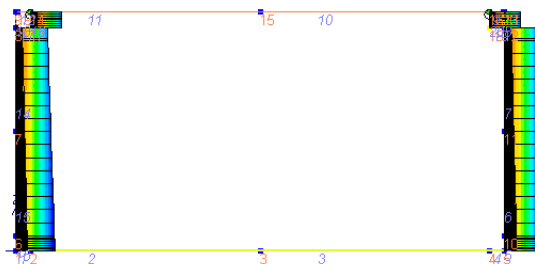
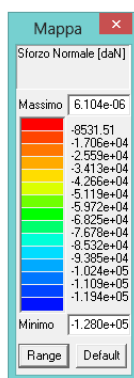
T2 (daN)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 44 di 172

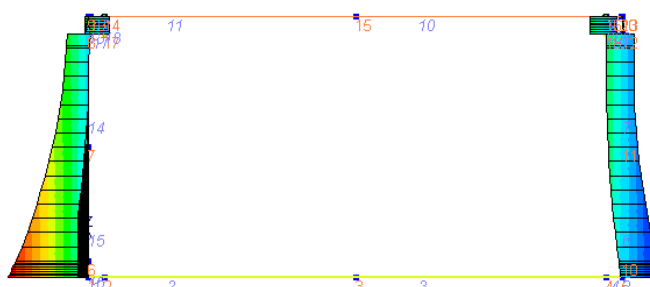
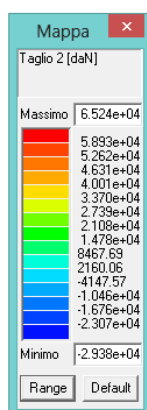


M3 (daNcm)

## PILASTRI

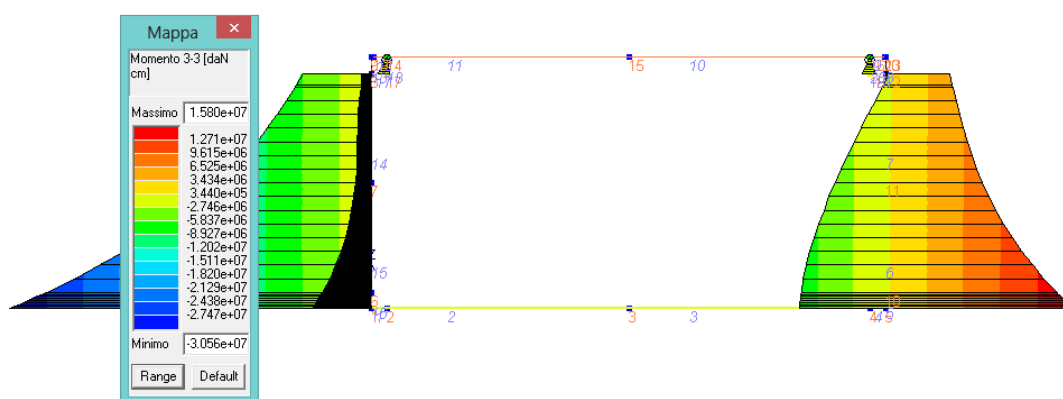


N (daN)



T2 (daN)

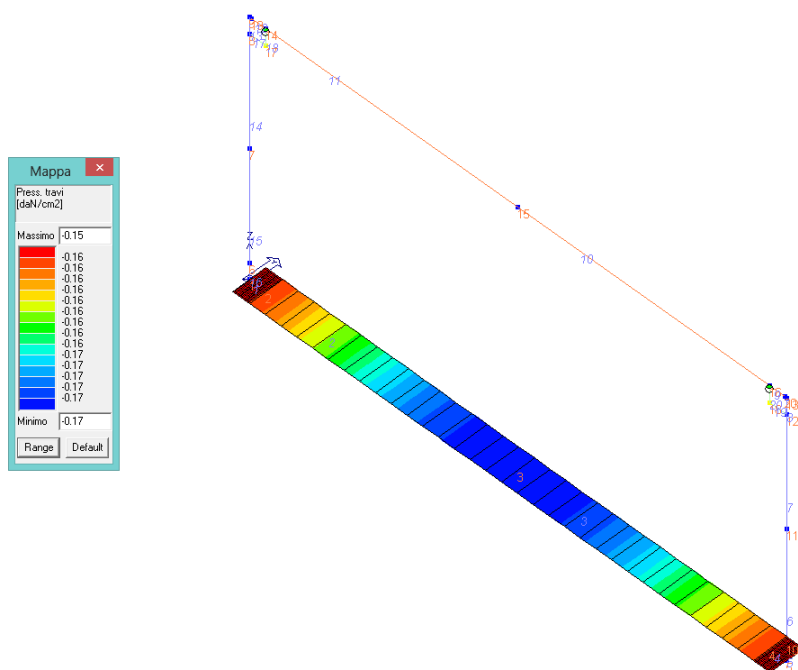
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 45 di 172



M3 (daNcm)

Si riportano le pressioni massime agli SLU-GEO sul terreno di fondazione :

**Scatolare 1500x600x(1000-100) cm**

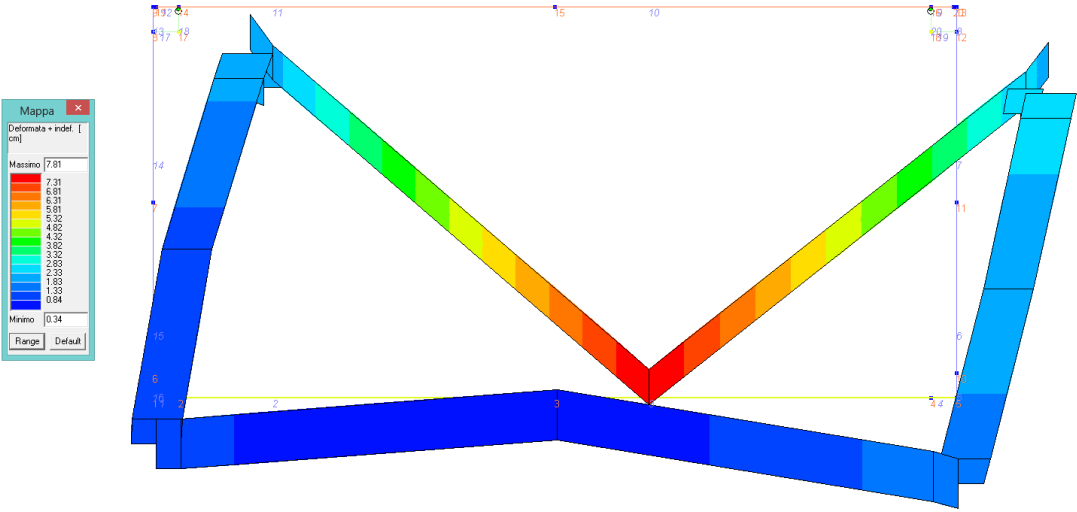


Pressione (daN/cm<sup>2</sup>)

Si riportano le deformate massime agli SLE rare :

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 46 di 172

**Scatolare 1500x600x(100-100) cm**



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 47 di 172



### 8.3.1 Verifica a flessione

#### Scatolare 1500x600x(100-100) cm

La struttura è armata con :

Soletta inf: n.5Ø26+ n.20Ø26 max, ripartizione 5+5Ø18, staffe Ø14/20x20 cm L=515 cm

$A_{rip\_min} = 20\% \text{ di } A_s = 0.20 \times (5\text{Ø}26 + 20\text{Ø}26) = 0.20 \times (5 \times 5.31 + 20 \times 5.31) = 26.50 \text{ cmq} < 5 + 5\text{Ø}20 = 31.40 \text{ cmq/m}$

Pareti: n.15Ø26+10Ø26 max, ripartizione 5+5Ø18, staffe Ø12/20x20 cm L=255 cm solo inf.

$A_{rip\_min} = 20\% \text{ di } A_s = 0.20 \times (15 + 10\text{Ø}26) = 0.20 \times 25 \times 5.31 = 26.50 \text{ cmq} < 5 + 5\text{Ø}30 = 31.40 \text{ cmq/m}$

Paraghiaia s=30 cm - as vert. Ø 20/20, as orizz. Ø 16/20

Baggioli min 70x70 - as Ø 20/20, staffe Ø 16/10

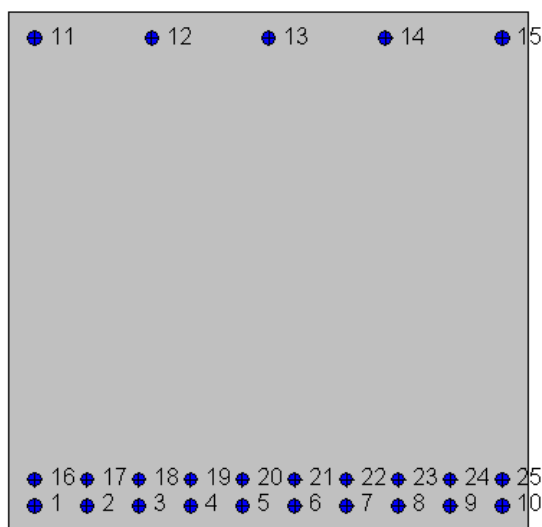
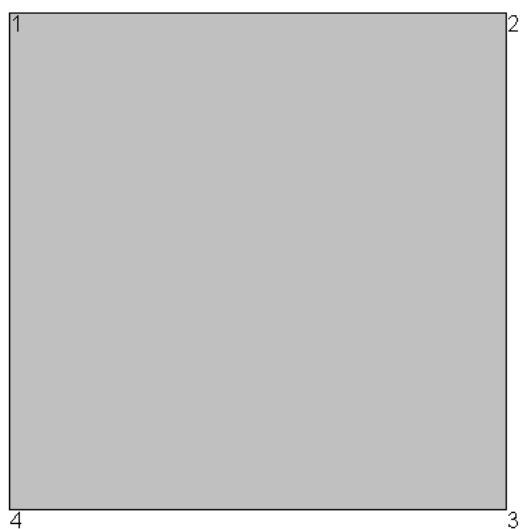
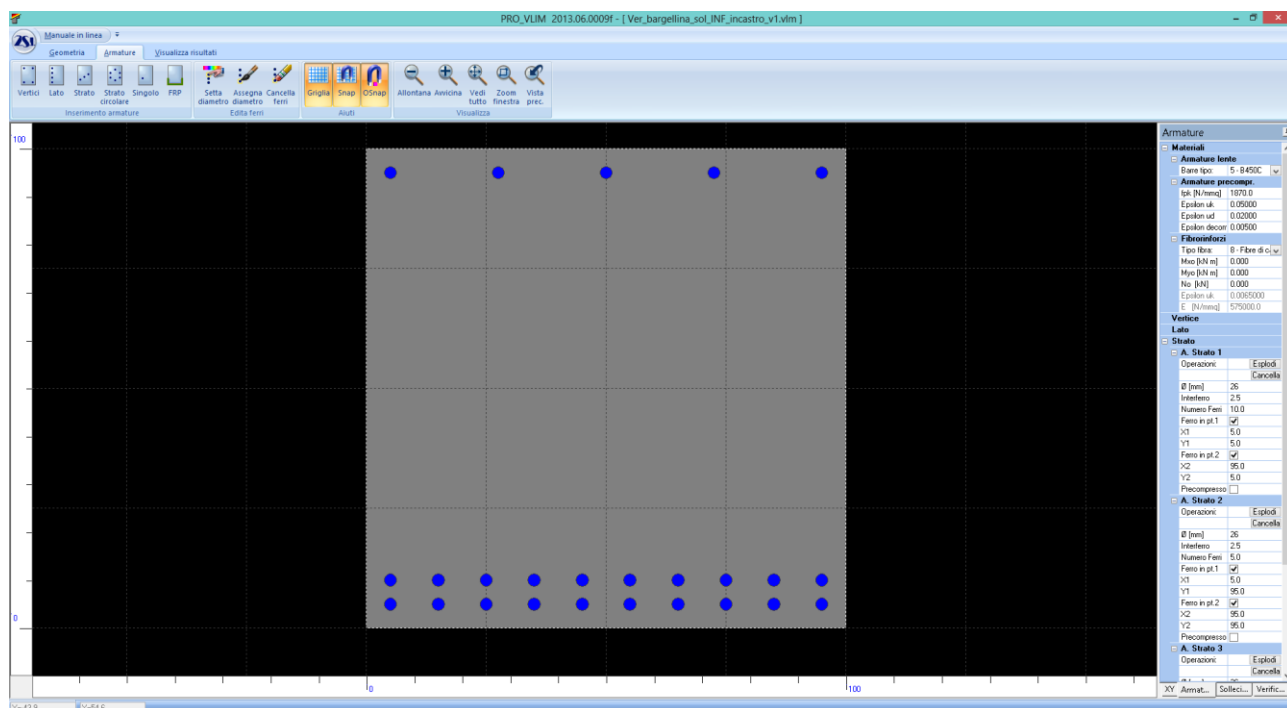
Ritegno sismico min. 40 cm - as Ø 20/10 doppio strato

Si pongono in opera legature in parete Ø14/n.9 al mq e distanziatori in soletta Ø20/n.4 al mq.

Seguono le verifiche per le sezioni più sollecitate. In particolare per ogni elemento strutturale si estrapolano le azioni massime di involucro e si conducono le verifiche SLU-SLE per materiali e armature adottati.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 48 di 172

## Sezione soletta inferiore incastro



### Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

### Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 49 di 172

1	5,0	5,0	5,3	no
2	15,0	5,0	5,3	no
3	25,0	5,0	5,3	no
4	35,0	5,0	5,3	no
5	45,0	5,0	5,3	no
6	55,0	5,0	5,3	no
7	65,0	5,0	5,3	no
8	75,0	5,0	5,3	no
9	85,0	5,0	5,3	no
10	95,0	5,0	5,3	no
11	5,0	95,0	5,3	no
12	27,5	95,0	5,3	no
13	50,0	95,0	5,3	no
14	72,5	95,0	5,3	no
15	95,0	95,0	5,3	no
16	5,0	10,0	5,3	no
17	15,0	10,0	5,3	no
18	25,0	10,0	5,3	no
19	35,0	10,0	5,3	no
20	45,0	10,0	5,3	no
21	55,0	10,0	5,3	no
22	65,0	10,0	5,3	no
23	75,0	10,0	5,3	no
24	85,0	10,0	5,3	no
25	95,0	10,0	5,3	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C32/40

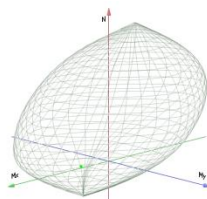
R<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ctm</sub> (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

##### Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f<sub>yk</sub> (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>kt</sub> (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>  
ε<sub>uk</sub> (deformazione di rottura) = 0.075  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012  
Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 50 di 172



### Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu
kN	kN m	kN m
-5193,9	1298,5	0,0
24007,2	-1298,5	0,0
0,0	3526,3	0,0
0,0	-1021,5	0,0
0,0	0,0	1952,9
0,0	0,0	-1952,9

### Stato Sez.

Completamente tesa  
Completamente compressa  
Fibre inferiori tese  
Fibre superiori tese  
Fibre di sinistra tese  
Fibre di destra tese

### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	85,4	805,3	0,0	P	386,9	3649,8	0,0	0,220	OK
				M	18686,6	804,0	0,0	0,000	
				N	85,4	3554,2	0,0	0,230	
2	461,4	1337,0	0,0	P	1353,6	3922,6	0,0	0,340	OK
				M	17296,3	1335,8	0,0	0,030	
				N	461,4	3672,6	0,0	0,360	
3	549,7	2396,0	0,0	P	870,1	3792,5	0,0	0,630	OK
				M	14168,8	2396,7	0,0	0,040	
				N	549,7	3699,3	0,0	0,650	
4	631,6	3056,0	0,0	P	778,5	3766,4	0,0	0,810	OK
				M	11871,2	3056,0	0,0	0,050	
				N	631,6	3723,7	0,0	0,820	
5	639,0	2177,1	0,0	P	1134,4	3865,2	0,0	0,560	OK
				M	14869,8	2178,1	0,0	0,040	
				N	639,0	3725,8	0,0	0,580	
6	633,8	2128,6	0,0	P	1152,2	3870,0	0,0	0,550	OK
				M	15021,5	2129,6	0,0	0,040	
				N	633,8	3724,3	0,0	0,570	
7	397,2	1299,5	0,0	P	1185,5	3878,8	0,0	0,330	OK
				M	17394,5	1298,4	0,0	0,020	
				N	397,2	3652,9	0,0	0,360	
8	184,8	498,8	0,0	P	1463,2	3950,3	0,0	0,130	OK
				M	19483,2	497,5	0,0	0,010	
				N	184,8	3586,3	0,0	0,140	
12	536,1	2809,6	0,0	P	715,1	3748,1	0,0	0,750	OK
				M	12760,4	2810,1	0,0	0,040	
				N	536,1	3695,2	0,0	0,760	
13	527,5	2742,3	0,0	P	721,3	3749,9	0,0	0,730	OK
				M	12997,6	2742,7	0,0	0,040	
				N	527,5	3692,6	0,0	0,740	

### Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
4	631,6	3056,0	0,0	P	778,5	3766,4	0,0	0,810	OK
4	631,6	3056,0	0,0	M	11871,2	3056,0	0,0	0,050	OK
4	631,6	3056,0	0,0	N	631,6	3723,7	0,0	0,820	OK

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 51 di 172

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	2427,5	0,0	488,5	-13768,9	0,69	275742,7	0,77

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0,30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	1530,2	0,0	375,5	0.14	0,48

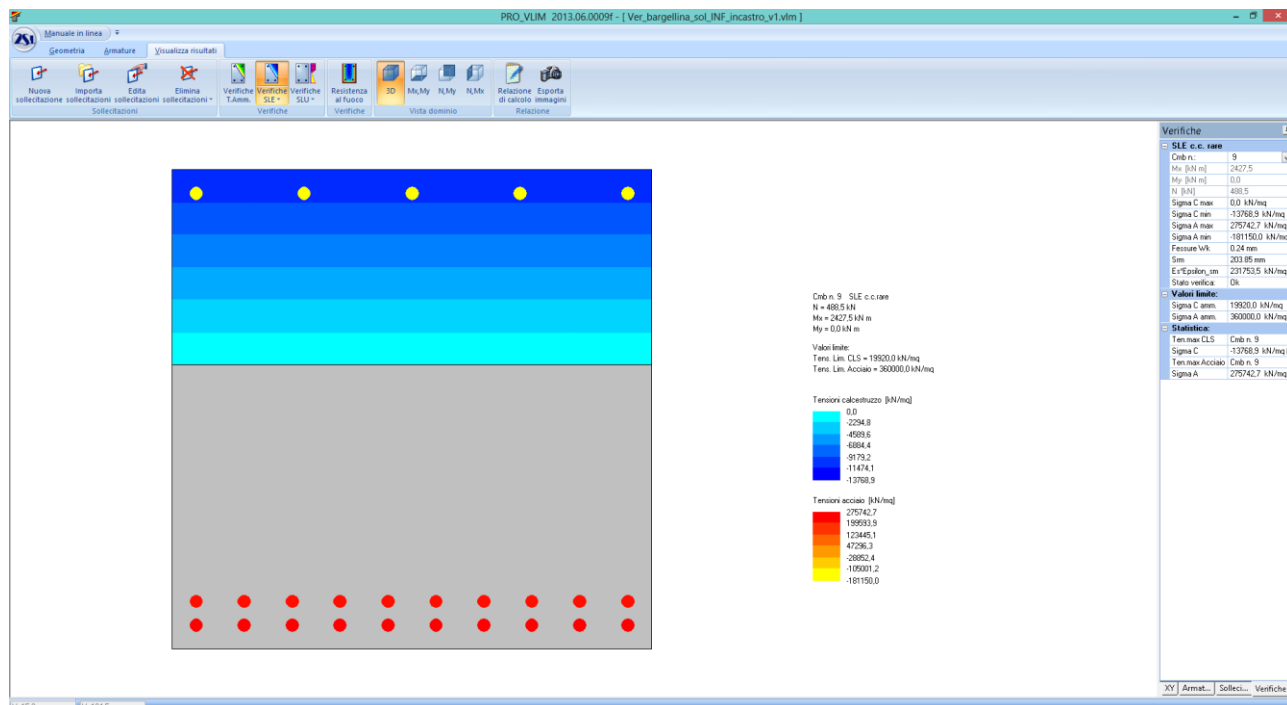
### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $W_{kL} = 0,20$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

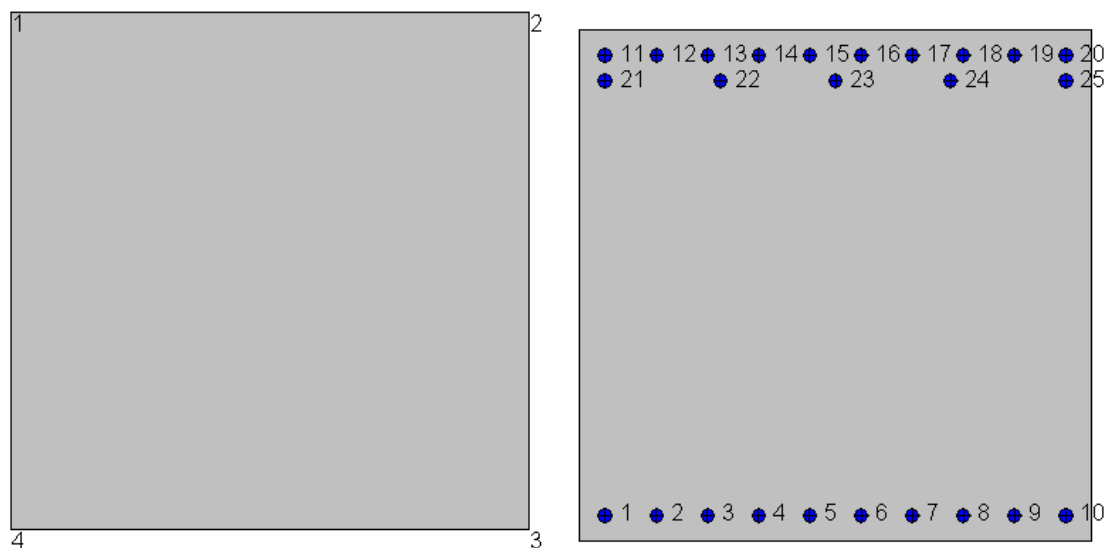
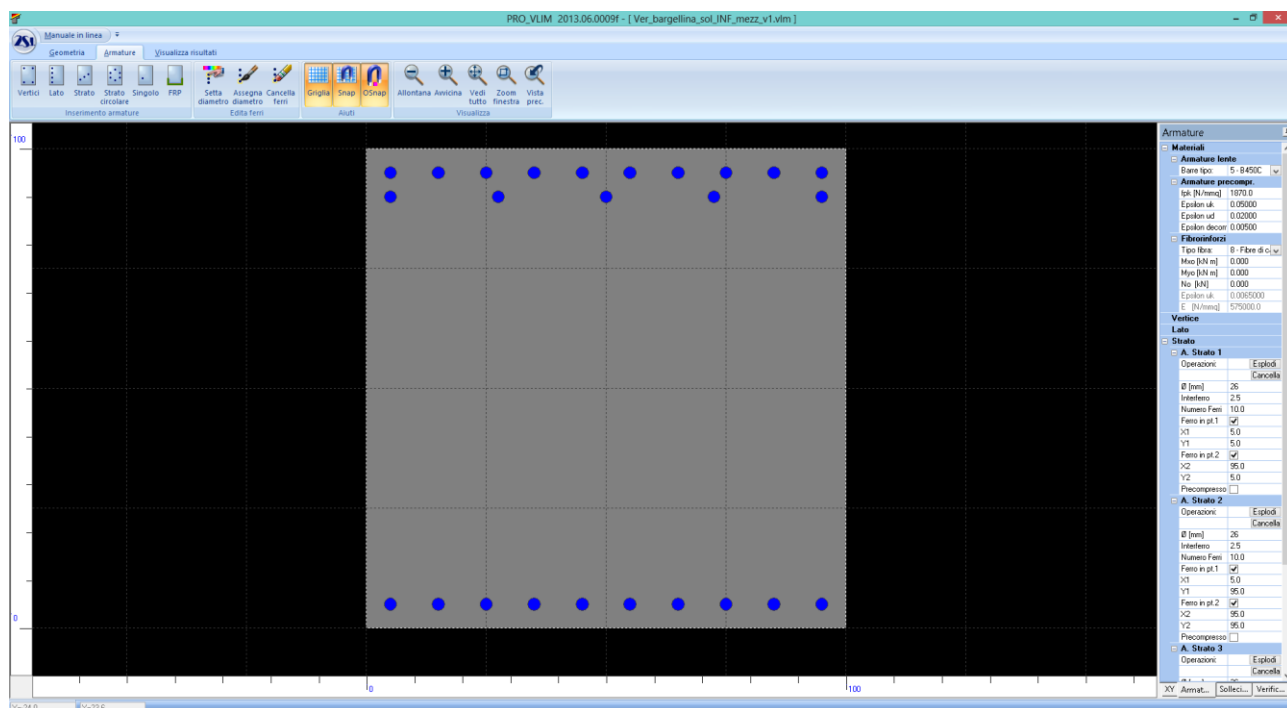
Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	1406,6	0,0	331,4	-8027,1	0,54	0.13	0,66



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 52 di 172

## Sezione soletta inferiore mezzeria



### Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

### Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 53 di 172

1	5,0	5,0	5,3	no
2	15,0	5,0	5,3	no
3	25,0	5,0	5,3	no
4	35,0	5,0	5,3	no
5	45,0	5,0	5,3	no
6	55,0	5,0	5,3	no
7	65,0	5,0	5,3	no
8	75,0	5,0	5,3	no
9	85,0	5,0	5,3	no
10	95,0	5,0	5,3	no
11	5,0	95,0	5,3	no
12	15,0	95,0	5,3	no
13	25,0	95,0	5,3	no
14	35,0	95,0	5,3	no
15	45,0	95,0	5,3	no
16	55,0	95,0	5,3	no
17	65,0	95,0	5,3	no
18	75,0	95,0	5,3	no
19	85,0	95,0	5,3	no
20	95,0	95,0	5,3	no
21	5,0	90,0	5,3	no
22	27,5	90,0	5,3	no
23	50,0	90,0	5,3	no
24	72,5	90,0	5,3	no
25	95,0	90,0	5,3	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C32/40

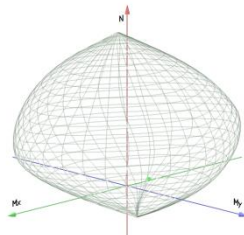
R<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ctm</sub> (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

##### Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f<sub>yk</sub> (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>kt</sub> (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>  
ε<sub>uk</sub> (deformazione di rottura) = 0.075  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012  
Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 54 di 172



### Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu
kN	kN m	kN m
-5193,9	-415,5	0,0
24007,2	415,5	0,0
0,0	1915,0	0,0
0,0	-2769,0	0,0
0,0	0,0	2093,2
0,0	0,0	-2093,2

### Stato Sez.

Completamente tesa  
Completamente compressa  
Fibre inferiori tese  
Fibre superiori tese  
Fibre di sinistra tese  
Fibre di destra tese

### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
1	82,8	-622,1	0,0	P	391,4	-2939,7	0,0	0,210	OK
				M	21427,0	-620,9	0,0	0,000	
				N	82,8	-2805,3	0,0	0,220	
2	264,2	-708,7	0,0	P	1221,2	-3275,8	0,0	0,220	OK
				M	21204,2	-707,5	0,0	0,010	
				N	264,2	-2884,5	0,0	0,250	
3	350,0	-1562,9	0,0	P	687,3	-3067,0	0,0	0,510	OK
				M	18981,7	-1561,7	0,0	0,020	
				N	350,0	-2921,7	0,0	0,530	
4	310,7	-1797,5	0,0	P	517,5	-2994,1	0,0	0,600	OK
				M	18365,3	-1796,3	0,0	0,020	
				N	310,7	-2904,7	0,0	0,620	
5	144,4	-919,4	0,0	P	466,7	-2972,2	0,0	0,310	OK
				M	20659,5	-918,4	0,0	0,010	
				N	144,4	-2832,2	0,0	0,320	
6	139,3	-882,0	0,0	P	469,7	-2973,5	0,0	0,300	OK
				M	20756,7	-880,8	0,0	0,010	
				N	139,3	-2830,0	0,0	0,310	
7	185,9	-662,3	0,0	P	882,8	-3145,2	0,0	0,210	OK
				M	21323,4	-661,2	0,0	0,010	
				N	185,9	-2850,3	0,0	0,230	
8	216,5	-404,5	0,0	P	1879,3	-3511,8	0,0	0,110	OK
				M	21983,5	-403,4	0,0	0,010	
				N	216,5	-2863,7	0,0	0,140	
12	217,7	-1582,7	0,0	P	405,2	-2945,6	0,0	0,540	OK
				M	18929,5	-1581,6	0,0	0,010	
				N	217,7	-2864,2	0,0	0,550	
13	209,4	-1529,1	0,0	P	403,2	-2944,8	0,0	0,520	OK
				M	19070,4	-1527,8	0,0	0,010	
				N	209,4	-2860,6	0,0	0,530	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N kN	Mx kN m	My kN m	Tipo	Nu kN	Mxu kN m	Myu kN m	Sd/Su	Verif.
4	310,7	-1797,5	0,0	P	517,5	-2994,1	0,0	0,600	OK
3	350,0	-1562,9	0,0	M	18981,7	-1561,7	0,0	0,020	OK
4	310,7	-1797,5	0,0	N	310,7	-2904,7	0,0	0,620	OK

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 55 di 172



### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-1386,4	0,0	219,3	-7421,3	0,37	199663,4	0,55

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure:  $W_kL = 0,30 \text{ mm}$  (verifica Ok per  $W_k/W_kL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	-981,6	0,0	242,2	0.11	0,38

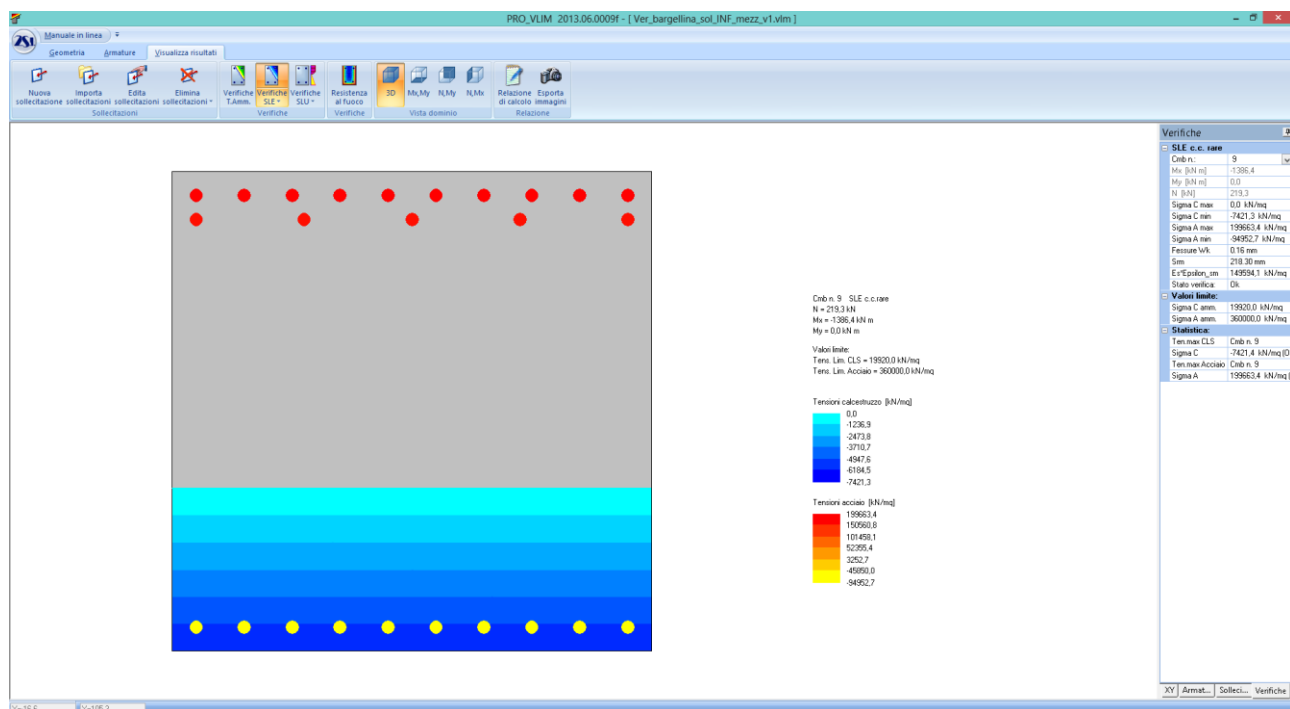
### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $W_kL = 0,20 \text{ mm}$  (verifica Ok per  $W_k/W_kL < 1$ )

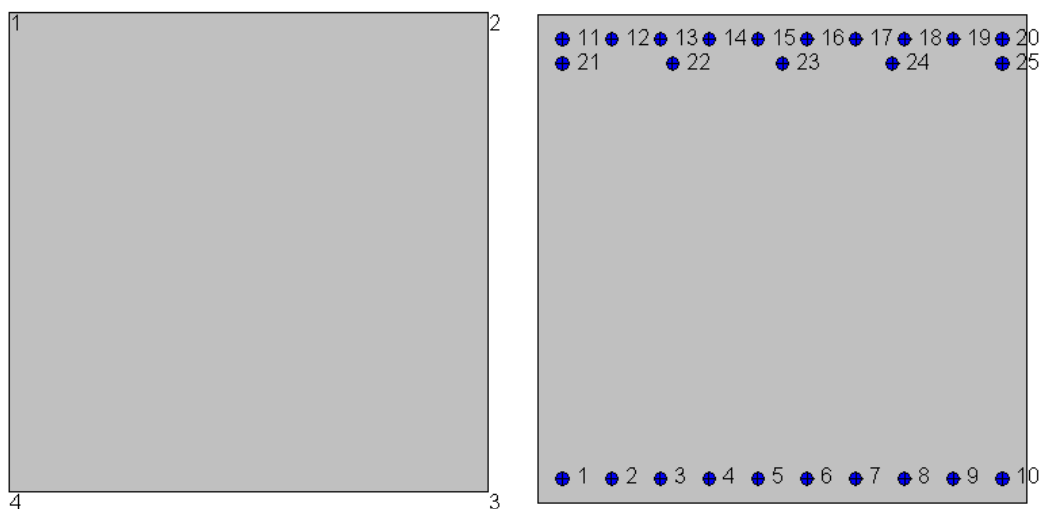
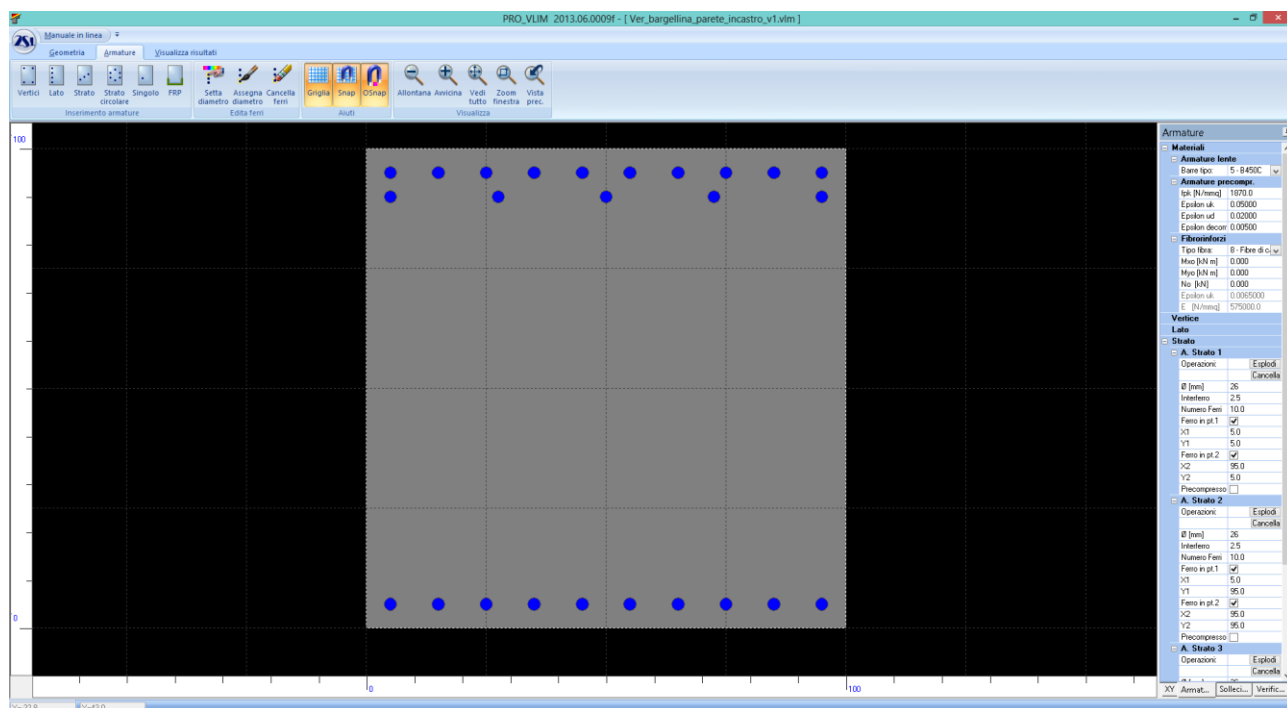
Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-945,6	0,0	240,5	-5143,9	0,34	0.11	0,53



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 56 di 172

## Sezione parete incastro



### Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

### Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 57 di 172

1	5,0	5,0	5,3	no
2	15,0	5,0	5,3	no
3	25,0	5,0	5,3	no
4	35,0	5,0	5,3	no
5	45,0	5,0	5,3	no
6	55,0	5,0	5,3	no
7	65,0	5,0	5,3	no
8	75,0	5,0	5,3	no
9	85,0	5,0	5,3	no
10	95,0	5,0	5,3	no
11	5,0	95,0	5,3	no
12	15,0	95,0	5,3	no
13	25,0	95,0	5,3	no
14	35,0	95,0	5,3	no
15	45,0	95,0	5,3	no
16	55,0	95,0	5,3	no
17	65,0	95,0	5,3	no
18	75,0	95,0	5,3	no
19	85,0	95,0	5,3	no
20	95,0	95,0	5,3	no
21	5,0	90,0	5,3	no
22	27,5	90,0	5,3	no
23	50,0	90,0	5,3	no
24	72,5	90,0	5,3	no
25	95,0	90,0	5,3	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C32/40

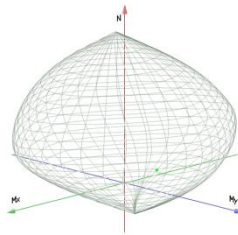
R<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ck</sub> (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>ctm</sub> (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

##### Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f<sub>yk</sub> (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>  
f<sub>kt</sub> (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>  
ε<sub>uk</sub> (deformazione di rottura) = 0.075  
G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>  
E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30  
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012  
Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 58 di 172



### Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu
kN	kN m	kN m
-5193,9	-415,5	0,0
24007,2	415,5	0,0
0,0	1915,0	0,0
0,0	-2769,0	0,0
0,0	0,0	2093,2
0,0	0,0	-2093,2

### Stato Sez.

Completamente tesa  
Completamente compressa  
Fibre inferiori tese  
Fibre superiori tese  
Fibre di sinistra tese  
Fibre di destra tese

### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	544,3	-805,3	27,2	P	2503,9	-3704,4	125,2	0,220	OK
				M	20951,4	-804,5	27,2	0,030	
				N	544,3	-2998,7	101,4	0,270	
2	544,3	-1337,0	27,2	P	1352,0	-3320,6	67,6	0,400	OK
				M	19570,2	-1335,8	27,2	0,030	
				N	544,3	-3002,2	61,1	0,440	
3	1279,7	-2396,0	64,0	P	1871,0	-3503,0	93,6	0,680	OK
				M	16669,4	-2395,0	64,0	0,080	
				N	1279,7	-3291,0	87,9	0,730	
4	1279,7	-3055,9	64,0	P	1397,5	-3337,2	69,9	0,920	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	1279,7	-3293,4	69,0	0,930	
5	414,5	-2177,0	20,7	P	574,5	-3017,3	28,7	0,720	OK
				M	17335,3	-2175,5	20,7	0,020	
				N	414,5	-2948,7	28,1	0,740	
6	381,8	-2128,5	19,1	P	538,4	-3002,0	26,9	0,710	OK
				M	17474,9	-2126,9	19,1	0,020	
				N	381,8	-2934,6	26,3	0,720	
7	452,8	-1299,5	22,6	P	1127,8	-3237,0	56,4	0,400	OK
				M	19668,7	-1298,3	22,6	0,020	
				N	452,8	-2964,1	51,6	0,440	
8	452,8	-498,8	22,6	P	3637,4	-4007,2	181,9	0,120	OK
				M	21739,2	-498,3	22,6	0,020	
				N	452,8	-2957,5	134,2	0,170	
12	1038,3	-2809,5	51,9	P	1207,4	-3267,1	60,4	0,860	OK
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
				N	1038,3	-3202,1	59,2	0,880	
13	1038,3	-2742,3	0,0	P	1243,5	-3284,2	0,0	0,830	OK
				M	15602,7	-2742,3	0,0	0,070	
				N	1038,3	-3206,0	0,0	0,850	

### Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
4	1279,7	-3055,9	64,0	P	1397,5	-3337,2	69,9	0,920	OK
3	1279,7	-2396,0	64,0	M	16669,4	-2395,0	64,0	0,080	OK
4	1279,7	-3055,9	64,0	N	1279,7	-3293,4	69,0	0,930	OK

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 59 di 172

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-2427,4	0,0	942,9	-13485,4	0,68	319266,1	0,89

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure:  $W_k = 0,30 \text{ mm}$  (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	-1530,2	0,0	806,7	0.17	0,57

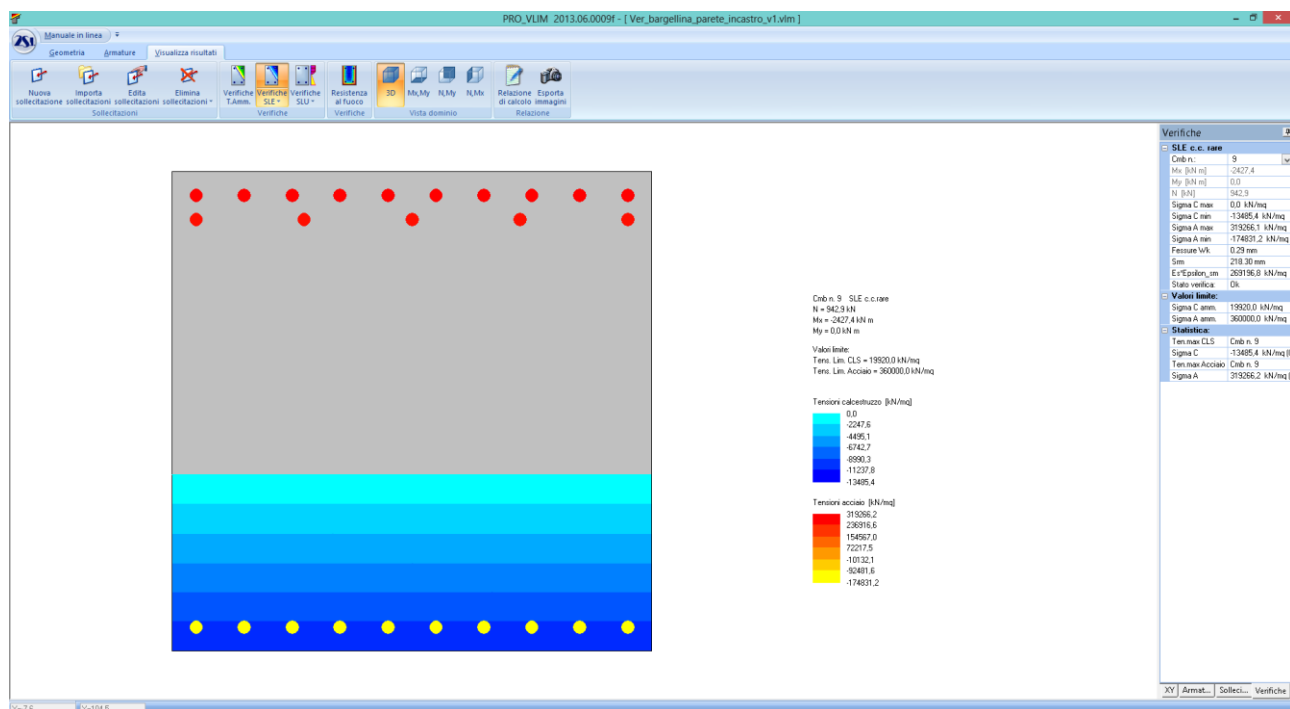
### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940,0 \text{ kN/mq}$  (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $W_k = 0,20 \text{ mm}$  (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

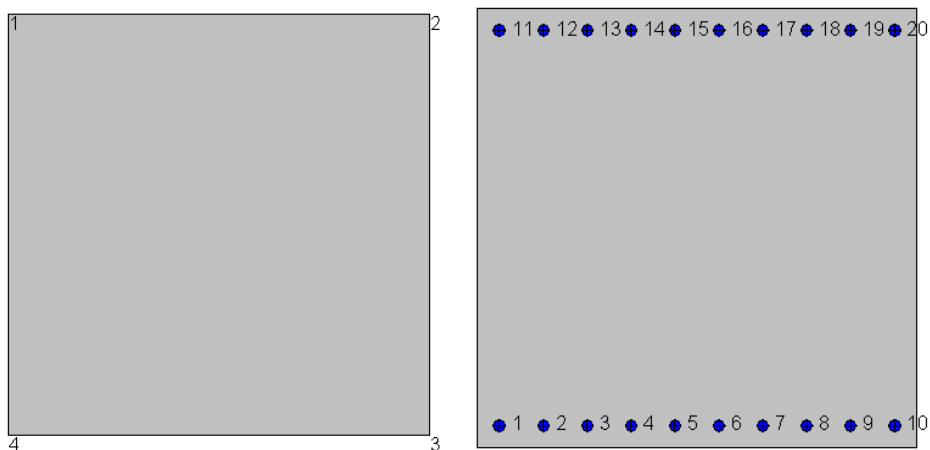
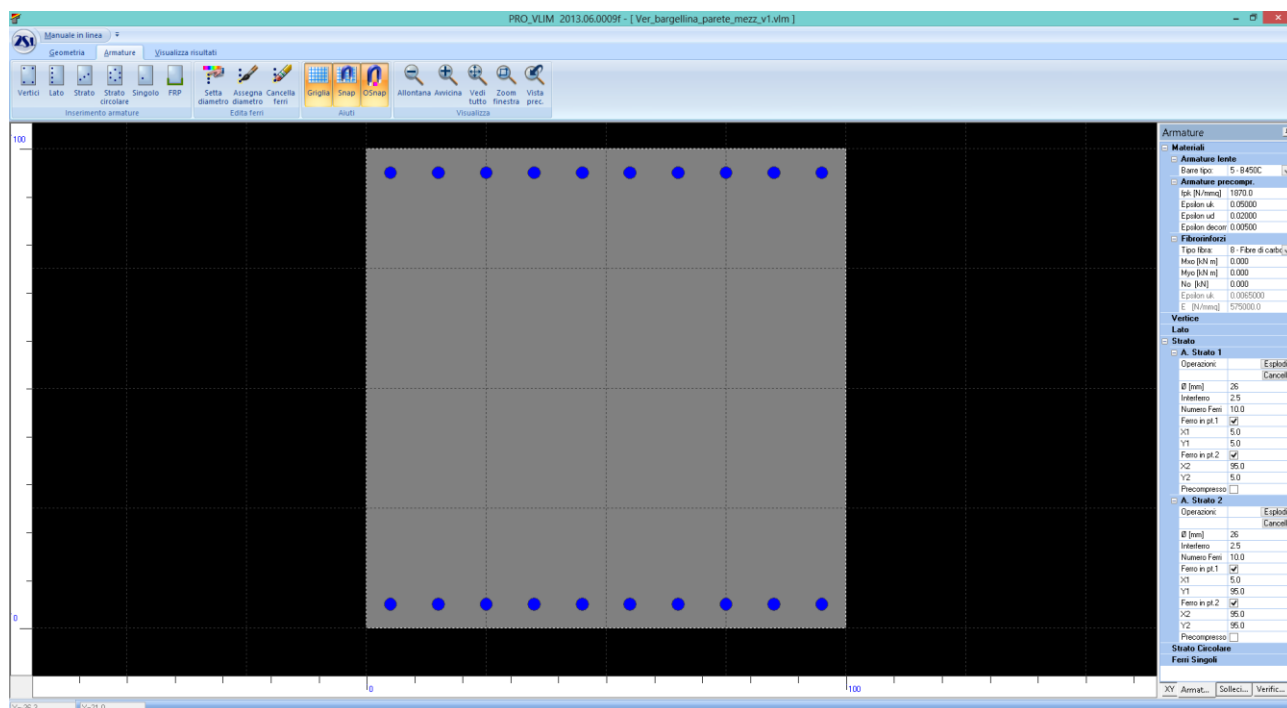
Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-1406,6	0,0	806,7	-8023,6	0,54	0.15	0,75



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 60 di 172

## Sezione parete mezzeria



### Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

### Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/h)
1	5,0	5,0	5,3	no
2	15,0	5,0	5,3	no

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 61 di 172

3	25,0	5,0	5,3	no
4	35,0	5,0	5,3	no
5	45,0	5,0	5,3	no
6	55,0	5,0	5,3	no
7	65,0	5,0	5,3	no
8	75,0	5,0	5,3	no
9	85,0	5,0	5,3	no
10	95,0	5,0	5,3	no
11	5,0	95,0	5,3	no
12	15,0	95,0	5,3	no
13	25,0	95,0	5,3	no
14	35,0	95,0	5,3	no
15	45,0	95,0	5,3	no
16	55,0	95,0	5,3	no
17	65,0	95,0	5,3	no
18	75,0	95,0	5,3	no
19	85,0	95,0	5,3	no
20	95,0	95,0	5,3	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C32/40

$R_{ck}$  (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>

$E$  (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>

$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

##### Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

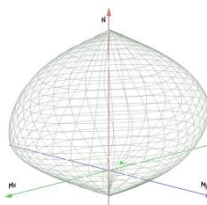
$E$  (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 62 di 172

**Caratteristiche limite della sezione:**

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-4155,1	0,0	0,0	Completamente tesa
22968,4	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	1892,2	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1892,2	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1732,6	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1732,6	Fibre di destra tese

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	412,7	-471,5	20,6	P	2603,7	-2974,3	130,2	0,160	OK
				M	21819,8	-471,0	20,6	0,020	
				N	412,7	-2075,5	90,9	0,230	
2	412,7	-254,2	20,6	P	6305,8	-3884,4	315,4	0,060	OK
				M	22361,1	-253,8	20,6	0,020	
				N	412,7	-2073,9	168,4	0,120	
3	1148,1	-967,6	57,4	P	4067,7	-3428,1	203,4	0,280	OK
				M	20543,9	-967,0	57,4	0,060	
				N	1148,1	-2396,3	142,2	0,400	
4	1148,1	-1297,5	57,4	P	2644,3	-2988,5	132,2	0,430	OK
				M	19685,7	-1296,7	57,4	0,060	
				N	1148,1	-2398,2	106,1	0,540	
5	312,8	-480,4	15,6	P	1719,5	-2640,8	86,0	0,180	OK
				M	21798,2	-479,9	15,6	0,010	
				N	312,8	-2031,4	66,1	0,240	
6	288,4	-452,2	14,4	P	1672,4	-2621,8	83,6	0,170	OK
				M	21869,5	-451,7	14,4	0,010	
				N	288,4	-2020,6	64,4	0,220	
7	341,3	-310,9	17,1	P	3626,6	-3304,2	181,3	0,090	OK
				M	22221,8	-310,5	17,0	0,010	
				N	341,3	-2043,4	112,1	0,150	
8	341,3	-137,4	17,1	P	9589,5	-3860,4	479,4	0,040	OK
				M	22644,9	-137,2	17,0	0,010	
				N	341,3	-2039,4	253,3	0,070	
12	940,8	-1245,3	47,0	P	2110,9	-2794,0	105,5	0,450	OK
				M	19824,2	-1244,4	47,0	0,050	
				N	940,8	-2308,5	87,2	0,540	
13	940,8	-1211,6	0,0	P	2204,7	-2839,4	0,0	0,430	OK
				M	19918,0	-1210,7	0,0	0,050	
				N	940,8	-2310,4	0,0	0,520	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
12	940,8	-1245,3	47,0	P	2110,9	-2794,0	105,5	0,450	OK
3	1148,1	-967,6	57,4	M	20543,9	-967,0	57,4	0,060	OK
4	1148,1	-1297,5	57,4	N	1148,1	-2398,2	106,1	0,540	OK

**Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:**

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 63 di 172



Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-1041,8	0,0	845,4	-6634,6	0,33	157039,4	0,44

### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0,30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	-578,1	0,0	709,2	0.00	0,00

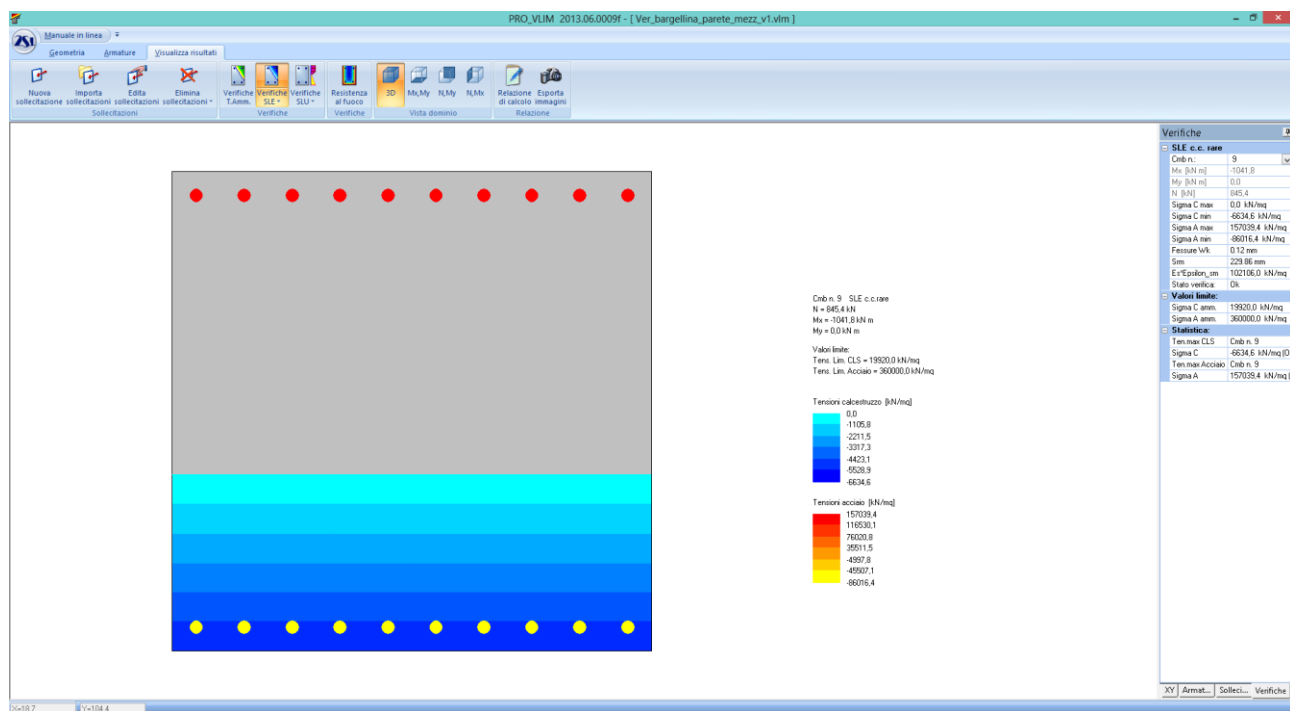
### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS:  $\sigma_{cL} = 14940,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure:  $W_{kL} = 0,20$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-573,4	0,0	709,2	-3777,3	0,25	0.00	0,00



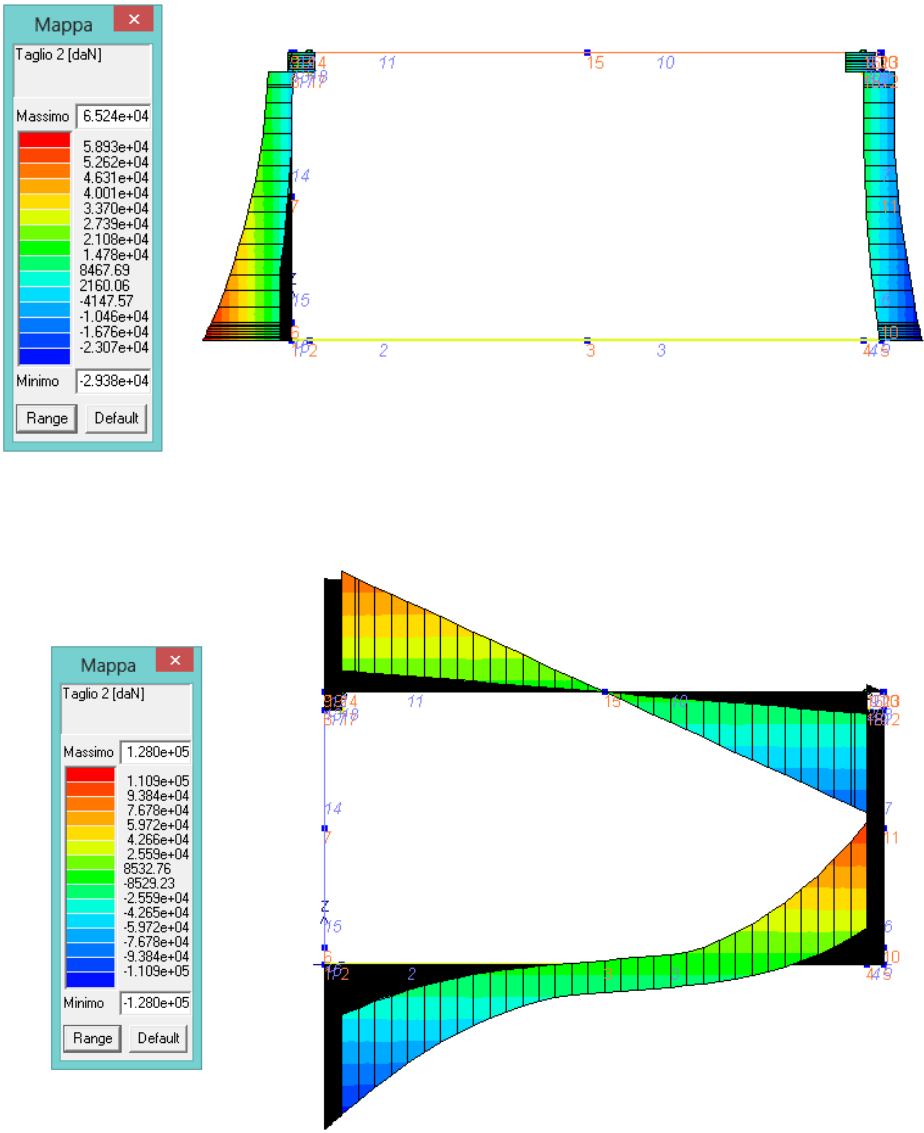
Tensioni – Comb. rare

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 64 di 172

8.3.2 Verifica a taglio

Si riportano le verifiche a taglio per le sezioni analizzate in precedenza.  
I tagli massimi agli SLU agenti sono :



Si riporta la verifica :

Soletta inf. 100 cm

$T_{max\_filo} = 1163 \text{ kN}$

$T_{amm\_senza\_armatura} = 334 \text{ kN}$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 65 di 172

NTC 2008 - CALCESTRUZZO VERIFICA A TAGLIO TRAM RETTANGOLARI			
UNITA' DI MISURA	forze e carichi: peso specifico: tensioni e resistenze momenti (flettente, ecc.) $\gamma = 24 \text{ kNm}^2$ (cls non armato) $\gamma = 25 \text{ kNm}^2$ (cls armato)	kN, kNm, kNm <sup>2</sup> kNm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> kNm	LEGENDA 123 dati da inserire 123 valori calcolati valori notevoli risultati verifiche
PESI SPECIFICI			
se $V_{ed} \leq V_{Rd1}$ senza arm. armat. minima a taglio se $V_{ed} > V_{Rd1}$ senza arm. armat. a taglio tale che: $V_{ed} \leq V_{Rd1}$ con arm.			
Elementi che non richiedono armatura a taglio ( $V_{ed} \leq V_{Rd1}$ senza arm.)			
$V_{ed}$ [kN] =	334,08	<	$V_{Rd1}$ [kN] = 1163,00 NON VERIFICATO si deve armare a taglio
Acciaio =	B450C		
Clas =	C32/40		
$R_{yk}$ =	40,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{yk}$ =	32,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{yk,ass}$ =	2,12 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$\gamma_c$ in uso =	1,50		
$V_{Rd1}$ [kN] =	291,30		334,08 [kN]
$\nu_{tr}$ =	0,35		
$k = 1 + (200/d)^{1/4}$	1,46	$\leq 2$	1,46
$\rho =$	0,0016 [puro]	$\leq 0,02$	0,0016
$A_s =$	1570 [mm <sup>2</sup> ]		
$b_w =$	1000,00 [mm]		
$\sigma_{cp} =$	0,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$N_{ed} =$	0,00 [kN]		
$A_c =$	1000000 [mm <sup>2</sup> ]		
$d =$	960 [mm]		
$h =$	1000 [mm]		
$b =$	1000 [mm]		
$c =$	40 [mm]		
Area armat. in trazione che si estende per non meno di $d + l_{a,sm}$ oltre la sez. consider. (cioè ancorata oltre l'inters. dell'asse dell'armat. con eventuale fessura a 45° che si innesci nella sez. consid.) (EC2) larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace sforzo longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva) area calcestruzzo (valida solo per sezione rettangolare) altezza utile sezione altezza sezione base sezione copriferro			
Elementi che richiedono armatura a taglio ( $V_{ed} > V_{Rd1}$ senza arm.)			
$V_{ed}$ [kN] =	4780,80		
$f_{td} =$	22,13 [N/mm <sup>2</sup> ]		resistenza a compressione del cls per il taglio
$b_w =$	1000,00 [mm]		spessore minima anima continua in altezza
$\alpha_c =$	90	rad	1,57 angolo inclin. delle staffe
$\cot \alpha_c =$	0 [puro]		
$\theta =$	45	rad	0,79 angolo inclin. bielle compresse
$\cot \theta =$	1,00		1 < $\cot \theta$ < 2,5 VERIFICATO
Staffe	1	0.no	1.sì
$V_{Rd2}$ [kN] =	1301,11		Taglio resistente staffe
$A_{sw}$ [mm <sup>2</sup> ]	770		Area complessiva staffe
$s_w =$	200 [mm]		passo staffe in senso longitudinale alla trave
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	391,30		$f_{yk}$ acciaio tipo B450C
$\phi_{sw} =$	14 [mm]		Diametro staffe
$n_{br}$ [puro]	5		n. bracci verticali
$\omega_{sw} =$	153,94 [mm <sup>2</sup> ]		Area singolo braccio di staffe
$f_{yk} =$	450 [N/mm <sup>2</sup> ]		acciaio tipo B450C
$\gamma_s$ in uso =	1,15		NTC 2008
$\Delta =$	1000 [mm]		lunghezza tratto da armare
$n_s =$	5,00 [puro]		n° staffe a taglio nel tratto
Ferri piegati	0	0.no	1.sì
$V_{Rd3}$ [kN] =	0,00		Taglio resistente ferri piegati (EC2)
$A_{sw-p}$ [mm <sup>2</sup> ]	402		Area complessiva ferri piegati
$s_{wp} =$	1000 [mm]		passo ferri piegati in senso long.
$f_{yk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	391,30		$f_{yk}$ dell'acciaio dei ferri piegati
$\phi_{sw-p} =$	16 [mm]		Diametro ferri piegati
$n_{fp} =$	2 [puro]		n. ferri piegati
$\omega_{fp} =$	201 [mm <sup>2</sup> ]		Area diam. singolo ferro piegato
$f_{yk} =$	450 [N/mm <sup>2</sup> ]		acciaio tipo B450C
$\gamma_s$ in uso =	1,15		
$\Delta =$	1000 [mm]		lunghezza tratto da armare
$\alpha_{fp} =$	45	0,7854 [°] - [rad]	inclinaz. ferri piegati
$V_{Rd3} =$	1301,11 [kN]		
$V_{Rd} =$	1301,11	>	$V_{ed}$ [kN] = 1163,00 VERIFICATO
Verifica armatura trasversale minima			
$A_{sw}$ [mm <sup>2</sup> ]	3848		area armatura a taglio sulla lunghezza $\Delta$
$A_{sw,min}$ [mm <sup>2</sup> ]	1500		VERIFICATO
Verifica passo staffe			
$s_w =$	200 [mm]		passo staffe
$s_{w,min}$ [mm]	768		passo minimo staffe VERIFICATO
$n_s =$	5 [puro]		n. staffe nel tratto ( $n_{s,min}=3$ ) VERIFICATO

Si arma con staffe Ø14/20x20 cm per L = 515 cm dal filo.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 66 di 172

## Parete 100 cm

$$T_{\max\_filo} = 591.60 \text{ kN}$$

$$T_{\text{amm\_senza\_armatura}} = 362 \text{ kN}$$

NTC 2008 - CALCESTRUZZO VERIFICA A TAGLIO PILASTRI RETTANGOLARI			
UNITA' DIMISURA	forze e carichi:	kN, kNm, kNm <sup>2</sup>	LEGENDA
	peso specifico:	kNm <sup>3</sup>	123 dati da inserire
	tensioni e resistenze	N/mm <sup>2</sup>	123 valori calcolati
	momenti (flettente ecc.)	kNm	valori notevoli
PESI SPECIFICI	$\gamma = 24 \text{ kNm}^3$ (ds non armato)		risultati verifiche
	$\gamma = 25 \text{ kNm}^3$ (ds armato)		
se $V_{ed} \leq V_{resistenza\text{ am.}}$ armat. minima a taglio se $V_{ed} > V_{resistenza\text{ am.}}$ armat. a taglio tale che: $V_{ed} \leq V_{resistenza\text{ am.}}$			
Elementi che non richiedono armatura a taglio			
$V_{ed}$ [kN]	362,88	$V_{ed}$ [kN]	591,60 NON VERIFICATO si deve armare a taglio
Acciaio =	B400C		
Cls =	C32/40		
$R_{ak}$ =	40,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{ak}$ =	32,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{ak,0.95}$ =	2,12 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$\gamma_{c\text{ in uso}}$ =	1,50		
$V_{ed}$ [kN]	320,10 [kN]	362,88 [kN]	
$V_{res}$ =	0,35		
$k = 1 + (200/d)^{1/2}$	1,46	$\leq 2$	1,46
$\rho =$	0,0016 [puro]	$\leq 0,02$	0,0016
$A_{st}$ =	1,570 [mm <sup>2</sup> ]		0,02
$\phi_{min,arm,leg}$ =	20 [mm]	Area armat. in trazione che si estende per non meno di $d + l_{dev}$ oltre la sez. consider. (cioè ancorata oltre l'inters. dell'asse dell'armat. con eventuale fessura a 45° che si innesci nella sez. consid.) (EC2)	
$\phi_{max,arm,leg}$ =	20 [mm]	VERIFICATO	
$b_w$ =	1000,00 [mm]	diametro minimo armatura longitudinale (min. 12mm)	
$\sigma_{cp}$ =	0,20 [N/mm <sup>2</sup> ]	diametro massimo armatura longitudinale	
$N_{ed}$ =	200,00 [kN]	larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace	
$A_c$ =	1000,000 [mm <sup>2</sup> ]	$N_{ed}/A_c$ 0,20 4,42666667	
$d$ =	980 [mm]	forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva)	
$h$ =	1000 [mm]	area calcestruzzo (valida solo per sezione rettangolare)	
$b$ =	1000 [mm]	altezza utile sezione	
$c$ =	40 [mm]	altezza sezione	
		base sezione	
		copriferro	
Elementi che richiedono armatura a taglio			
$V_{ed}$ =	424,00 [kN]	$V_{ed} \geq V_{resistenza\text{ am.}}$	
$f_{td}$ =	22,13 [N/mm <sup>2</sup> ]	resistenza a compressione del cls per il taglio	
$b_w$ =	1000,00 [mm]	spessore minima anima continua in altezza	
$\alpha_c$ =	90°	angolo inclin. delle staffe	
$\cot \alpha_c$ =	0 [puro]		
$\theta$ =	45°	angolo inclin. bielle compresse	
$\cot \theta$ =	1,00	$0,79 < \cot \theta < 2,5$ VERIFICATO	
Staffe			
$V_{ed,leg}$ =	955,92 [kN]	Taglio resistente staffe	
$A_{st,leg}$ =	566 [mm <sup>2</sup> ]	Area complessiva staffe	
$s_x$ =	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave	
$s_{x,max}$ =	240 [mm]		
$f_{td}$ =	391,30 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}$ acciaio tipo B400C	
$\phi_{st,leg}$ =	12 [mm]	Diametro staffe	
$\phi_{st,min}$ =	6 [mm]	Diametro staffe minimo	
$n_{st,leg}$ =	5 [puro]	n. bracci verticali	
$\omega_{st}$ =	113,10 [mm <sup>2</sup> ]	Area singolo braccio di staffe	
$f_{td}$ =	450 [N/mm <sup>2</sup> ]	acciaio tipo B450C	
$\gamma_{c\text{ in uso}}$ =	1,15 NTC 2008		
$\Delta$ =	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
$n_{st}$ =	5,00 [puro]	n. staffe nel tratto	
Ferti piegati			
$V_{ed,leg}$ =	0,00 [kN]	Taglio resistente ferti piegati (EC2)	
$A_{st,leg}$ =	803,84 [mm <sup>2</sup> ]	Area complessiva ferti piegati	
$s_x$ =	1000 [mm]	passo ferti piegati in senso long.	
$f_{td}$ =	391,30 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{td}$ dell'acciaio dei ferti piegati	
$\phi_{st,leg}$ =	18 [mm]	Diametro ferti piegati	
$n_{st}$ =	4 [puro]	n. ferti piegati	
$\omega_{st}$ =	201 [mm <sup>2</sup> ]	Area diam. singolo ferro piegato	
$f_{td}$ =	450 [N/mm <sup>2</sup> ]	acciaio tipo B450C	
$\gamma_{c\text{ in uso}}$ =	1,15		
$\Delta$ =	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
$\alpha_{1,2}$ =	45°	inclinaz. ferti piegati	
$V_{ed}$ =	955,92 [kN]		
$V_{ed}$ [kN]	955,92	$V_{ed}$ [kN]	591,60 VERIFICATO
Verifica passo staffe			
$s_x$ =	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave	
$s_{x,max}$ =	240 [mm]	passo massimo staffe in senso longitudinale alla trave	
$n_{st,leg}$ =	5,00 [puro]	n. staffe nel tratto	

Si arma con staffe  $\varnothing 12/20 \times 20$  cm per  $L = 255$  cm dal filo inferiore.

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 67 di 172

### 8.3.3 Verifica paraghiaia

Si riporta la verifica, a favore di sicurezza, per la geometria di pari spessore ma altezza massima con le armature previste in precedenza.

Si riportano le verifiche per il paraghiaia spessore minimo 25 cm, altezza massima 1.40 m e calcestruzzo C32/40 in ambiente aggressivo armato con  $\varnothing 20/20$  cm e ripartizione  $\varnothing 16/20$  cm.

$$N_{pp} = 0.25 \times 1.40 \times 25 = 8.75 \text{ kN/m}$$

Spinta del terreno a tergo:

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc}$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$K_a = 0.238$$

$$h_{tot} = 1.40 \text{ m}$$

$$q_{t\_ka} = \gamma_t \times h_{tot} \times k_a = 6.66 \text{ kN/mq}$$

$$Hq_{t\_ka} = q_{t\_ka} \times h/2 = 4.66 \text{ kN/m}$$

$$Mq_{t\_ka} = Hq_{t\_ka} \times h/3 = 2.18 \text{ kNm/m}$$

Spinta del sovraccarico accidentale sul terreno a tergo:

$$q_{acc} = 20 \text{ kN/mq}$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$K_a = 0.238$$

$$q_{acc\_ka} = q_{acc} \times k_a = 4.76 \text{ kN/mq}$$

$$Hq_{acc\_ka} = q_{acc} \times h = 6.66 \text{ kN/m}$$

$$Mq_{acc\_ka} = Hq_{acc} \times h/2 = 4.66 \text{ kNm/m}$$

Sovraspinta sismica del terreno a tergo (Wood):

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc}$$

$$h_t^* = 1.40 \text{ m}$$

$$a_g/g = 0.205$$

$$S_s = 1.403$$

$$S_t = 1.000$$

$$\Delta q_{ss} = (a_g/g \times S_s \times S_t) \times h_t^* \times \gamma_t = 8.06 \text{ kN/mq}$$

$$H\Delta q_{ss} = (a_g/g \times S_s \times S_t) \times h_t^* \times \gamma_t \times h = 11.28 \text{ kN/m}$$

$$M\Delta q_{ss} = H\Delta q_{ss} \times h/2 = 7.90 \text{ kNm/m}$$

Frenamento-paraghiaia:

$$Q1k = 300 \text{ kN}$$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 68 di 172

$$H_{fren} = Q1k \times 0.60 = 180 \text{ kN}$$

$$L_{trasv\_min} = 9.00 \text{ m}$$

$$N_{fren} = Q1k/L_{trasv} = 33.33 \text{ kN/m}$$

$$H_{fren} = H_{fren}/L_{trasv} = 20.00 \text{ kN/m}$$

$$M_{fren} = H_{fren} \times h = 28.00 \text{ kNm/m}$$

Le combinazioni di verifica sono le seguenti :

### SLE

$$N_{SLE} = 42.08 \text{ kN/m}$$

$$H_{SLE} = 31.32 \text{ kN/m}$$

$$M_{SLE} = 34.84 \text{ kNm/m}$$

### SLU

$$N_{SLU} = 58.91 \text{ kN/m}$$

$$H_{SLU} = 43.85 \text{ kN/m}$$

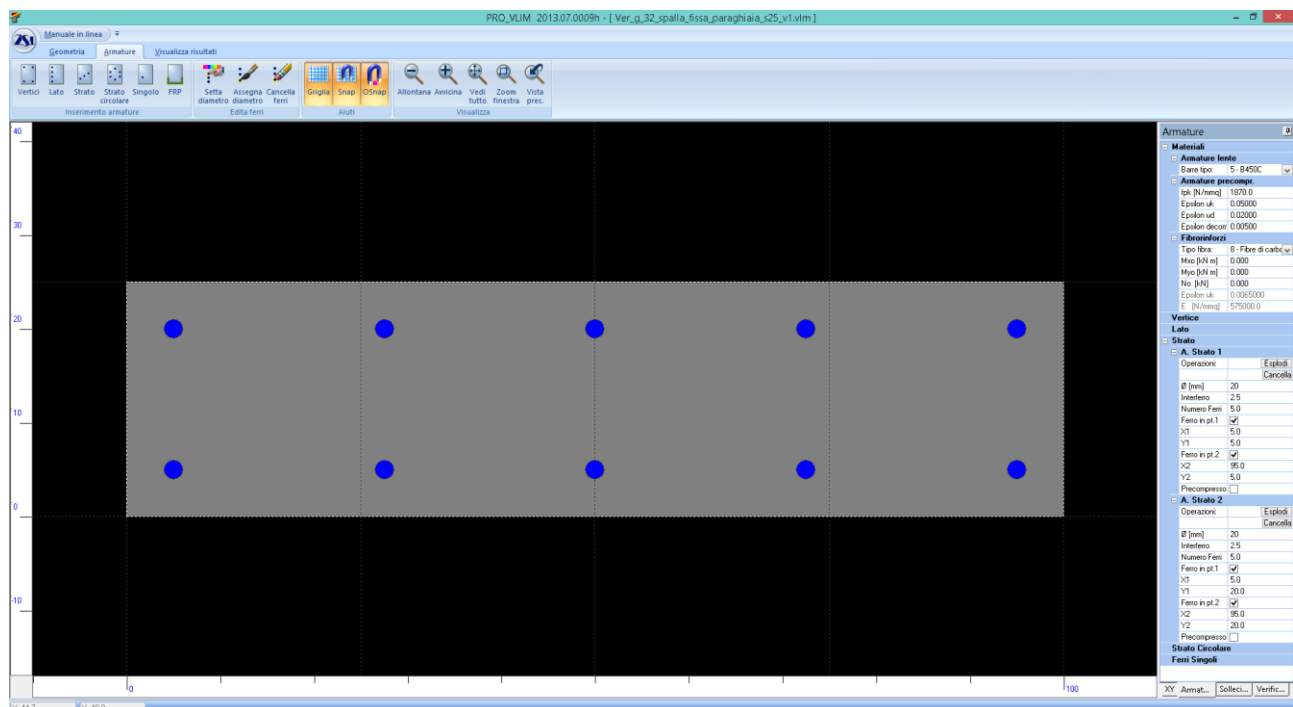
$$M_{SLU} = 48.78 \text{ kNm/m}$$

### SLV

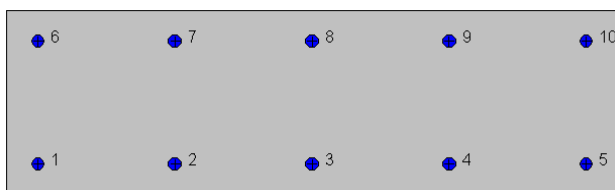
$$N_{SLV} = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$H_{SLV} = 15.94 \text{ kN/m}$$

$$M_{SLV} = 10.08 \text{ kNm/m}$$



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 69 di 172



#### **Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	25,0
3	100,0	25,0
4	100,0	0,0

#### **Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	3,1	no
2	27,5	5,0	3,1	no
3	50,0	5,0	3,1	no
4	72,5	5,0	3,1	no
5	95,0	5,0	3,1	no
6	5,0	20,0	3,1	no
7	27,5	20,0	3,1	no
8	50,0	20,0	3,1	no
9	72,5	20,0	3,1	no
10	95,0	20,0	3,1	no

#### **Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### **Note:**

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### **Materiali:**

##### **Calcestruzzo classe: C32/40**

$R_{ck}$  (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>

$E$  (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>

$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

##### **Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

$E$  (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

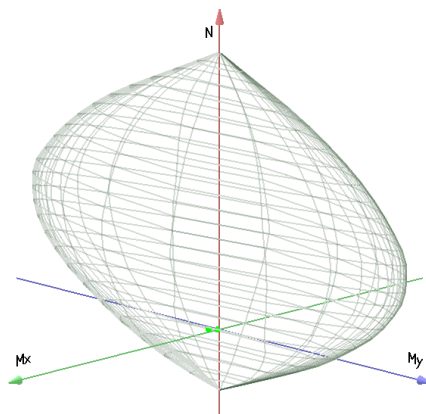
$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 70 di 172

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



#### Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-1229,3	0,0	0,0	Completamente tesa
5638,7	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	112,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-112,7	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	520,8	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-520,8	Fibre di destra tese

#### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	58,9	48,8	0,0	P	150,3	124,5	0,0	0,390	OK
				M	5054,1	48,7	0,0	0,010	
				N	58,9	117,3	0,0	0,420	
3	8,8	10,1	0,0	P	105,0	120,9	0,0	0,080	OK
				M	5513,8	10,0	0,0	0,000	
				N	8,7	113,4	0,0	0,090	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	58,9	48,8	0,0	P	150,3	124,5	0,0	0,390	OK
1	58,9	48,8	0,0	M	5054,1	48,7	0,0	0,010	OK
1	58,9	48,8	0,0	N	58,9	117,3	0,0	0,420	OK

#### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

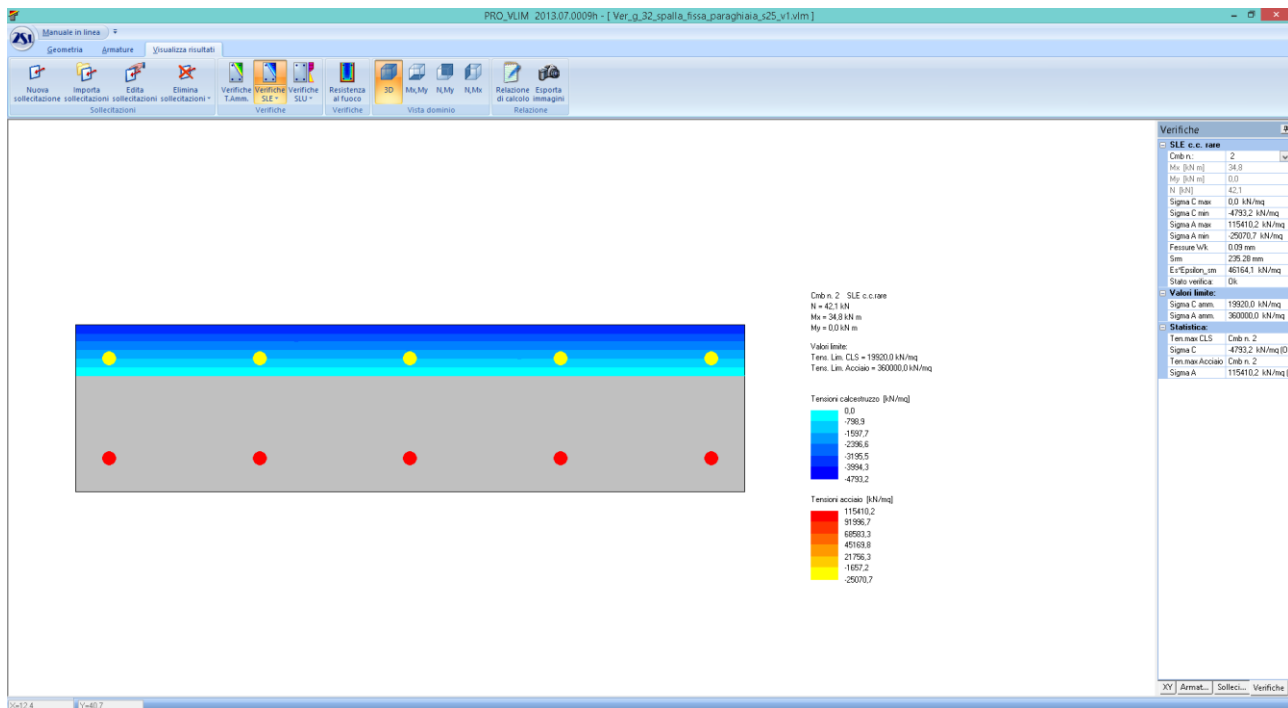
CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 71 di 172



<b>Cmb</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>N</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b><math>\sigma_c/\sigma_{cL}</math></b>	<b><math>\sigma_a</math></b>	<b><math>\sigma_a/\sigma_{aL}</math></b>
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	34,8	0,0	42,1	-4793,2	0,24	115410,2	0,32



Tensioni – Comb. Rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 72 di 172

Segue la verifica a taglio:

$$T_{\max,SLU} = 43.85 \text{ kN}$$

NTC 2008 - CALCESTRUZZO VERIFICA A TAGLIO TRAM RETTANGOLARI			
UNITA' DI MISURA	forze e carichi:	kN, kNm, kNm <sup>2</sup>	<b>LEGENDA</b> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> 123           <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> 123           <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> </div> dati da ins valori calcolati valori note risultati veri
	peso specifico:	kNm <sup>3</sup>	
	tensioni e resistenze	N/mm <sup>2</sup>	
	momenti (flettente, ecc.)	kNm	
PESI SPECIFICI	$\gamma = 24 \text{ kNm}^{-3}$ (cls non armato)		
	$\gamma = 25 \text{ kNm}^{-3}$ (cls armato)		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>se <math>V_{sd} \leq V_{Rd,sens}</math> arm.</div> <div>armat. minima a taglio</div> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>se <math>V_{sd} &gt; V_{Rd,sens}</math> arm.</div> <div>armat. a taglio tale che:</div> <div><math>V_{sd} \leq V_{Rd,sens}</math> arm.</div> </div>			
Elementi che non richiedono armatura a taglio ( $V_{sd} \leq V_{Rd,sens}$ arm.)			
$V_{Ed}$ [kN] =	143,47	$V_{Ed}$ [kN] =	43,85 VERIFICATO armatura a taglio minima
Acciaio =	B450C		
Classe =	C32/40		
$R_{yk}$ =	40,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{yk}$ =	32,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$f_{t,k,0.05}$ =	2,12 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$\rho_s$ in uso =	1,60		
$V_{Rd}$ [kN] =	143,47		115,48
$\gamma_{min}$ =	0,55		
$k = 1 + (200/d)^{1/4}$	1,98	$\leq 2$	1,98
$\rho_s$ =	0,0075 [puo]	$\leq 0,02$	0,0075
$A_{st}$ =	1570 [mm <sup>2</sup> ]		
$b_w$ =	1000,00 [mm]		
$\sigma_{cp}$ =	0,00 [N/mm <sup>2</sup> ]		
$N_{Ed}$ =	0,00 [kN]		
$A_c$ =	250000 [mm <sup>2</sup> ]		
$d$ =	210 [mm]		
$h$ =	250 [mm]		
$b$ =	1000 [mm]		
$c$ =	40 [mm]		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Area armat. in trazione che si estende per non meno di <math>d + l_{b,net}</math> oltre la sez. consider. (cioè ancorata oltre l'inters. dell'asse dell'armat. con eventuale fessura a 45° che si innesci nella sez. consid.) (EC2)</div> <div> </div> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva)</div> <div> </div> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace</div> <div> </div> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div><math>N_{Ed}/A_c</math></div> <div>0,00</div> <div>4,426666667</div> </div>			

Non occorre specifica armatura a taglio; l'armatura di ripartizione prevista è  $\varnothing 16/20 \text{ cm}$ .

Risulta  $S_d < R_d$  e le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 73 di 172

## 9 VERIFICA A FATICA

In base alle indicazioni contenute nel paragrafo P.5.1.4 e P.5.2.3 delle NTC'08 per opera stradale :

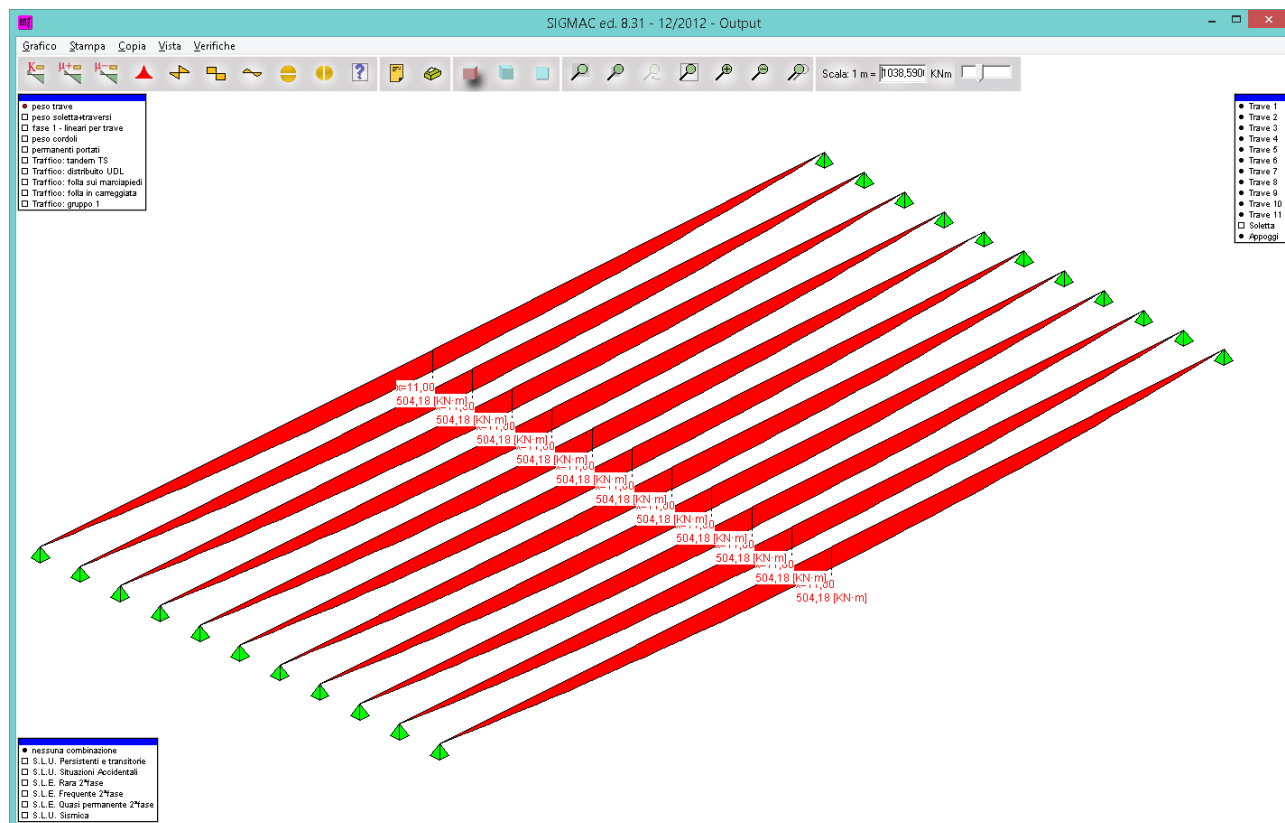
### 5.1.4.3 Verifiche allo stato limite di fatica

Per strutture, elementi strutturali e dettagli sensibili a fenomeni di fatica vanno eseguite opportune verifiche.

Le verifiche saranno condotte considerando spettri di carico differenziati, a seconda che si conduca una verifica per vita illimitata o una verifica a danneggiamento. In assenza di studi specifici, volti alla determinazione dell'effettivo spettro di carico che interessa il ponte, si potrà far riferimento ai modelli descritti nel seguito.

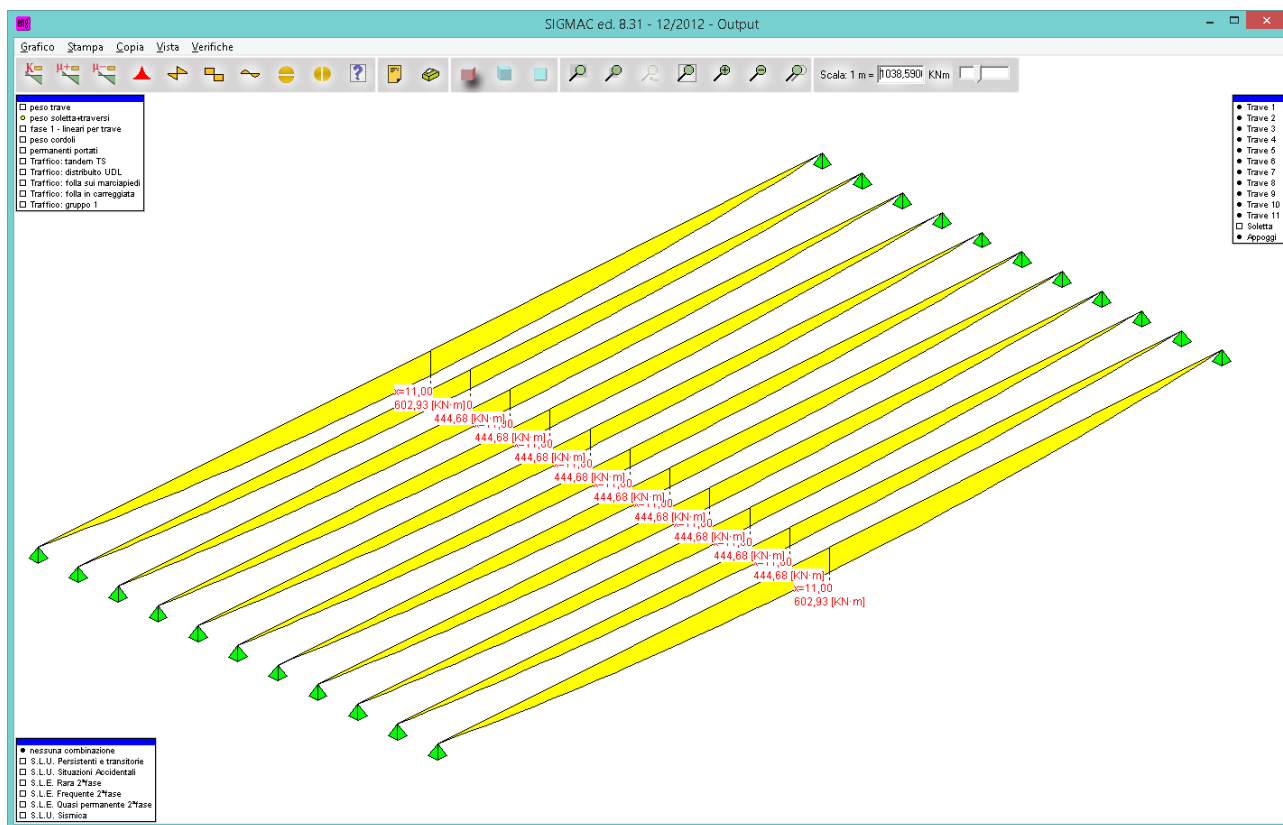
si ritiene che il fenomeno di tensioni variabili conseguenti a carichi ciclici (nel caso in oggetto per carichi da traffico) non è significativo trattandosi di strutture e dettagli costruttivi non sensibili a tale fenomeno in quanto le tensioni costanti derivanti da pesi propri e permanenti sono significative rispetto a quelle dei carichi accidentali e la struttura è massiccia ed isostatica (riducendo quindi il possibile verificarsi del fenomeno di inversione delle tensioni).

Si riportano i diagrammi dei momenti per i diversi casi di carico delle travi in c.a.p. a sostegno di quanto sopra espresso :

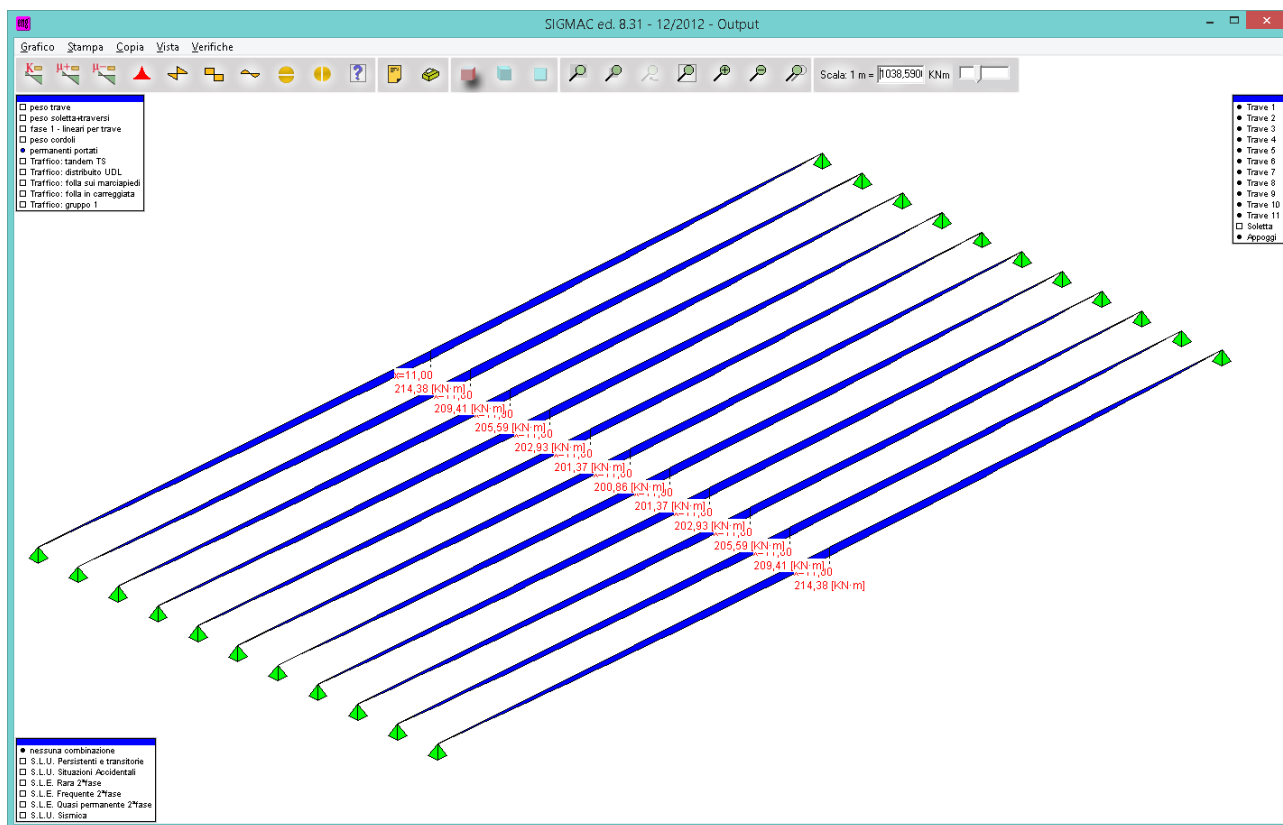


Momento da peso trave

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 74 di 172

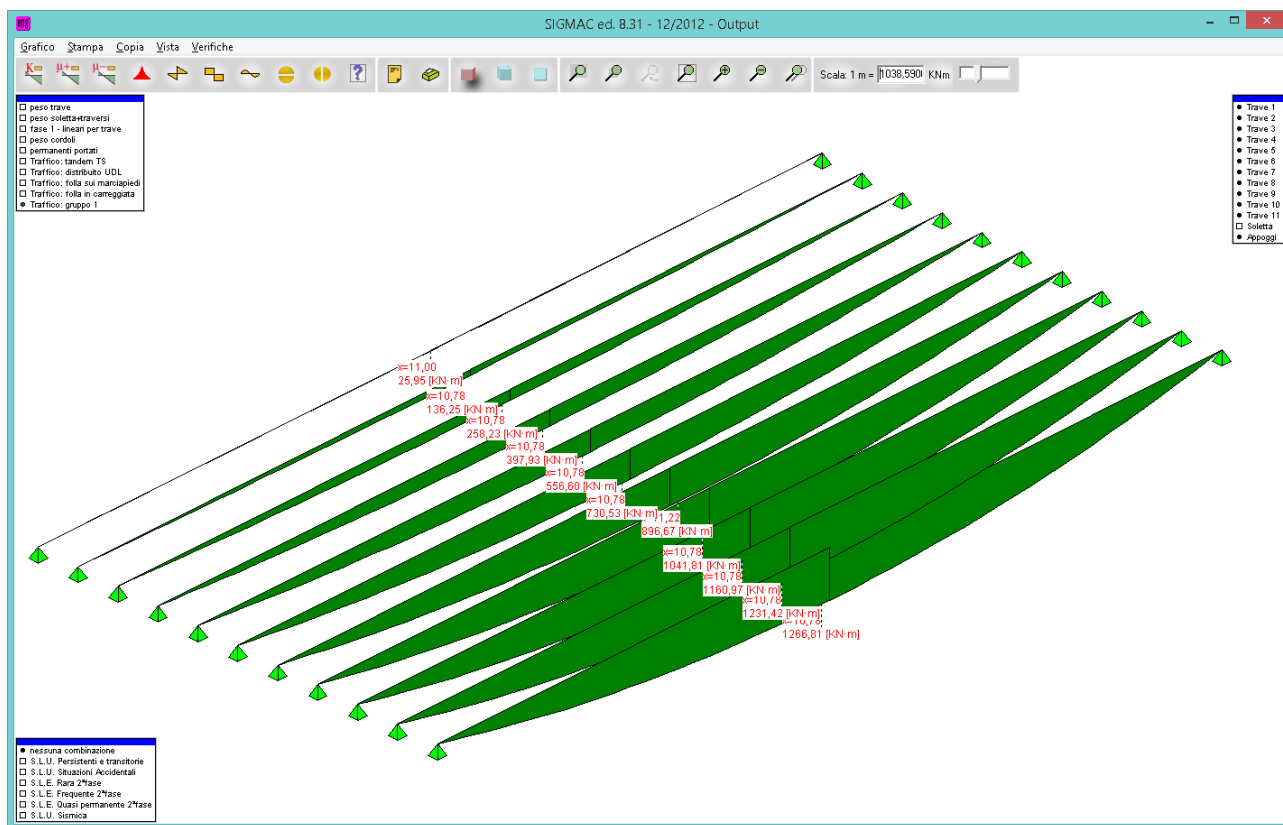


Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 75 di 172



Momento permanenti portati

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 76 di 172



Momento da carichi da traffico sulla trave in c.a.p.

In particolare i carichi accidentali da traffico generano azioni cicliche per l'impalcato (anche se non dimensionati per quanto sopra riportato specie avendo nella combinazione a fatica per vita illimitata l'intensità ridotta al 30 e 70 % del valore caratteristico) ma non per le sottostrutture massicce (pile e spalle). Se si adotta la verifica a vita illimitata con il modello 1 seguono i seguenti carichi accidentali ridotti del 30% e 70 % rispettivamente per la tipologia di concentrati e distribuiti :

$Q_{ik}$	$Q_{ik}$	$q_{ik}$		
■	■	50	Corsia n. 1	$Q_{ik}=210 \text{ KN}$ $q_{ik}=2.7 \text{ KN/m}^2$
		200		
■	■	50		
■	■	50	Corsia n. 2	$Q_{ik}=140 \text{ KN}$ $q_{ik}=0.75 \text{ KN/m}^2$
		200		
■	■	50		
■	■	50	Corsia n. 3	$Q_{ik}=70 \text{ KN}$ $q_{ik}=0.75 \text{ KN/m}^2$
		200		
■	■	50		

Figura 5.1.4 – Modello di carico di fatica n. 1

In conclusione si afferma che le verifiche a fatica per le opere in oggetto non sono rilevanti.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 77 di 172

## 10 VERIFICA GIUNTI

Si riporta la verifica dei giunti di impalcato.

I giunti sono disposti in corrispondenza di ogni pila e spalla, la verifica è condotta valutando la dilatazione minima consentita come prodotto di lunghezza impalcato (L), coefficiente di dilatazione ( $\alpha$ ) e delta T termico (Dt) e si indica nell'ultima colonna un giunto con dilatazione consentita (DL) superiore rispetto a quella calcolata (DL min).

Spalla

GIUNTI DI DILATAZIONE TERMICI PER IMPALCATI					
OPERE	DL min (mm)	L (m)	alfa (puro)	Dt (°C)	DL (mm)
h-24 "Ponte via Bargellina" - SP01	+/- 6	17,30	0,000012	30	+/- 10
h-24 "Ponte via Bargellina" - SP02	+/- 6	17,30	0,000012	30	+/- 10

Le verifiche sono soddisfatte :

DL = 10 mm > 6 mm

Si riportano le caratteristiche del giunto tipo RAN dal catalogo FIP:

### GIUNTI STRADALI IN GOMMA ARMATA

#### DESCRIZIONE

Sono giunti normalmente costituiti da una struttura in elastomero nella quale, mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico, vengono inseriti dei profili metallici atti a modificare, in determinati punti, la rigidità o la capacità portante della struttura elastomerica.

Si distinguono due fondamentali sottogruppi in funzione del meccanismo con cui viene ottenuta la capacità di dilatazione/contrazione del giunto e precisamente:

- deformando elasticamente, con sollecitazione di tipo tagliente, idonee zone elastomeriche opportunamente predisposte;
- deformando elasticamente dei profili elastomerici la cui studiata geometria viene modificata da sollecitazioni normalmente flessionali.

Caratteristica di questa tipologia di giunti è la presenza, a livello della superficie trafficata, di una serie di varchi trasversali necessari allo sviluppo delle deformazioni elastiche richieste.



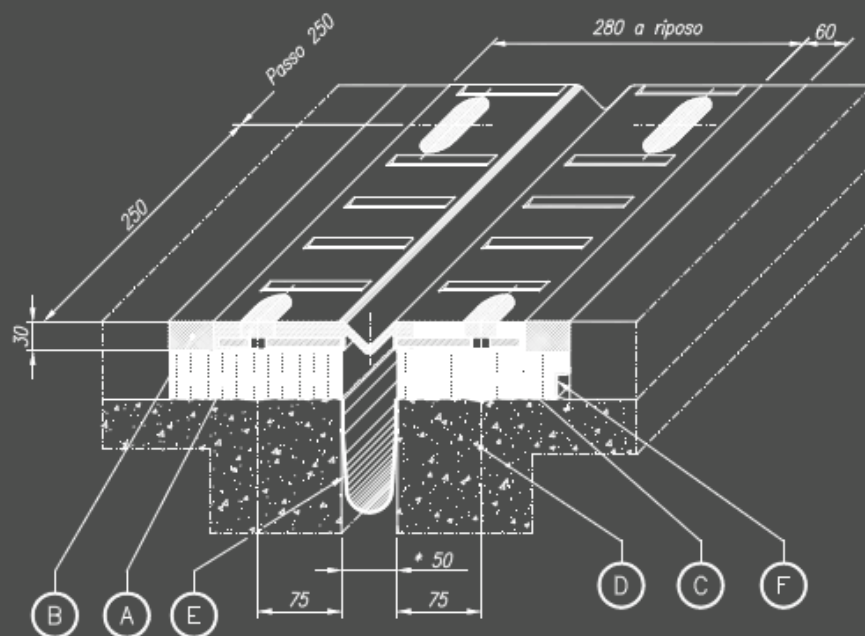
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 78 di 172

## ► RAN

Giunto di dilatazione ed impermeabilità costituito da:

- moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85 realizzati mediante due piastre unite per vulcanizzazione ad un coprivarco in gomma di tenuta e smaltimento acque superficiali;
- sistema di ancoraggio meccanico realizzato mediante tasselli di acciaio ad espansione o zanche multidirezionali e tirafondi o barre filettate, a seconda delle esigenze di cantiere;
- scossalina di raccolta acque in hypalon;
- profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
- massetti di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

### RAN 50 S



\* varco medio

POS.	DESCRIZIONE	MATERIALE
A	Sigillatura	EPOBLOCK ME LEGANTE
B	Massetto laterale	EPOBLOCK ME 3C
C	Allettamento	MALTA CEMENTIZIA FIBRORINFORZATA
D	Ancoraggio M12	
E	Scossalina	Hypalon
F	Profilo di drenaggio a "L"	X5 CrNi 1810-UNI 8317

Elaborato	Revisione	Data
Scotolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 79 di 172



## 11 VERIFICA APPOGGI

Gli appoggi sono disposti alle estremità di ogni trave e si adotta un foglio di calcolo per valutare gli involuppi delle azioni massime orizzontali e verticali agli SLU e SLV per quindi poter adottare il modello tipo FIP da catalogo.

Si riportano le parti essenziali del foglio di calcolo:

RIPARTIZIONE TRAVI D'IMPALCATO STRADA											
N.16 travi =		36	Sd <sup>1/2</sup> =		201,59 mq		i =	0,77 m		N.16 travi di carico trasv. L=17,30 m	
IMPALCATO N.16 TRAVI Pp+Qp											
N. travi	d i	N =	2 029,24 kN		Mtrasv =		0,00 kNm		etrasv =		0,00 m
	m		kN	f(i)		kN	f(i)		kN		
16	5,78	trave nr. 1	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	5,01	trave nr. 2	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	4,24	trave nr. 3	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	3,47	trave nr. 4	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	2,70	trave nr. 5	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	1,93	trave nr. 6	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	1,16	trave nr. 7	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	0,39	trave nr. 8	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-0,39	trave nr. 9	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-1,16	trave nr. 10	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-1,93	trave nr. 11	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-2,70	trave nr. 12	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-3,47	trave nr. 13	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-4,24	trave nr. 14	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-5,01	trave nr. 15	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
16	-5,78	trave nr. 16	2 029,24	x	0,063	=	126,88	x	1,000	=	126,88
			1,000			2 029,24					2 029,24
IMPALCATO N.16 TRAVI Cacc											
CASO 1 CAMPATA CARICA TOT 100%											
N. travi	d i	N =	1 669,81 kN		Mtrasv =		1 921,00 kNm		etrasv =		1,15 m
	m		kN	f(i)		kN	f(i)		kN		
16	5,78	trave nr. 1	1 669,81	x	0,095	=	159,40	x	1,000	=	159,40
16	5,01	trave nr. 2	1 669,81	x	0,091	=	152,06	x	1,000	=	152,06
16	4,24	trave nr. 3	1 669,81	x	0,087	=	144,72	x	1,000	=	144,72
16	3,47	trave nr. 4	1 669,81	x	0,082	=	137,38	x	1,000	=	137,38
16	2,70	trave nr. 5	1 669,81	x	0,078	=	130,04	x	1,000	=	130,04
16	1,93	trave nr. 6	1 669,81	x	0,073	=	122,71	x	1,000	=	122,71
16	1,16	trave nr. 7	1 669,81	x	0,069	=	115,37	x	1,000	=	115,37
16	0,39	trave nr. 8	1 669,81	x	0,065	=	108,03	x	1,000	=	108,03
16	-0,39	trave nr. 9	1 669,81	x	0,060	=	100,69	x	1,000	=	100,69
16	-1,16	trave nr. 10	1 669,81	x	0,056	=	93,36	x	1,000	=	93,36
16	-1,93	trave nr. 11	1 669,81	x	0,052	=	86,02	x	1,000	=	86,02
16	-2,70	trave nr. 12	1 669,81	x	0,047	=	78,68	x	1,000	=	78,68
16	-3,47	trave nr. 13	1 669,81	x	0,043	=	71,34	x	1,000	=	71,34
16	-4,24	trave nr. 14	1 669,81	x	0,038	=	64,01	x	1,000	=	64,01
16	-5,01	trave nr. 15	1 669,81	x	0,034	=	56,67	x	1,000	=	56,67
16	-5,78	trave nr. 16	1 669,81	x	0,030	=	49,33	x	1,000	=	49,33
			1,000			1 669,81					1 669,81
IMPALCATO N.16 TRAVI Cacc											
CASO 1 CAMPATA CARICA 50%											
N. travi	d i	N =	1 342,81 kN		Mtrasv =		3 202,37 kNm		etrasv =		2,38 m
	m		kN	f(i)		kN	f(i)		kN		
16	5,78	trave nr. 1	1 342,81	x	0,131	=	175,67	x	1,000	=	175,67
16	5,01	trave nr. 2	1 342,81	x	0,122	=	163,48	x	1,000	=	163,48
16	4,24	trave nr. 3	1 342,81	x	0,113	=	151,20	x	1,000	=	151,20
16	3,47	trave nr. 4	1 342,81	x	0,103	=	138,97	x	1,000	=	138,97
16	2,70	trave nr. 5	1 342,81	x	0,094	=	126,74	x	1,000	=	126,74
16	1,93	trave nr. 6	1 342,81	x	0,085	=	114,51	x	1,000	=	114,51
16	1,16	trave nr. 7	1 342,81	x	0,076	=	102,27	x	1,000	=	102,27
16	0,39	trave nr. 8	1 342,81	x	0,067	=	90,04	x	1,000	=	90,04
16	-0,39	trave nr. 9	1 342,81	x	0,058	=	77,81	x	1,000	=	77,81
16	-1,16	trave nr. 10	1 342,81	x	0,049	=	65,58	x	1,000	=	65,58
16	-1,93	trave nr. 11	1 342,81	x	0,040	=	53,35	x	1,000	=	53,35
16	-2,70	trave nr. 12	1 342,81	x	0,031	=	41,11	x	1,000	=	41,11
16	-3,47	trave nr. 13	1 342,81	x	0,022	=	28,88	x	1,000	=	28,88
16	-4,24	trave nr. 14	1 342,81	x	0,012	=	16,65	x	1,000	=	16,65
16	-5,01	trave nr. 15	1 342,81	x	0,003	=	4,42	x	1,000	=	4,42
16	-5,78	trave nr. 16	1 342,81	x	-0,006	=	-7,82	x	1,000	=	-7,82
			1,000			1 342,81					1 342,81

Si riporta la verifica degli appoggi tipo Elastofip High tutti modello EF-HIGH 100-10.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 80 di 172

Spalla

APPOGGI PER IMPALCATI - CARICHI MINIMI PER GLI APPARECCHI															
SLE															
OPERE	$\Phi_{Rin}$		$(P_R+C_p)_{semi-impulso}$		Stesa Carichio d'az. [m]	$\beta$ -	$N_{P+Cp}$ Singolo app. [kN]	$N_{acc\_stat}$ Singolo app. [kN]	$F_{ren\_long}$ [kN]	Vento $u_{nev}$ [kN]	$N_{p\_compress.}$ Singolo app. [kN]	$N_{tot}$ Singolo app. [kN]	$T_{nev}$ Singolo app. [kN]	$T_{long}$ Singolo app. [kN]	
	$L_{min}$	$L_{max}$	$L_{min}[kN]$	$L_{max}[kN]$											
SPALLE E PILE FISSE					[N. di appoggi reagenti per le azioni agenti]								16	16	16
SP Fissa n.1 (17,30x1) - 16 travi	1	1	2 029,24	2 029,24	17,30	1,0	126,88	175,67	406,71	99,91	0,00	302,49	6,24	25,42	
SP Fissa n.1 (17,30x1) - 16 travi	1	1	2 029,24	2 029,24	17,30	1,0	126,88	175,67	406,71	99,91	0,00	302,49	6,24	25,42	
N.B.: le reazioni per $P_R+C_p$ e per $Caoc\_stat$ devono essere calcolate per la reazione massima sulla trave in base alla ripartizione trasversale ed al n. delle colonne di carico che occupano la sezione															
SIU															
OPERE	$\Phi_{Rin}$		$(P_R+C_p)_{semi-impulso}$		Stesa Carichio d'az. [m]	$\beta$ -	$N_{P+Cp}$ Singolo app. [kN]	$N_{acc\_stat}$ Singolo app. [kN]	$C_{sime}$ -	$I$ -	$N_{p\_compress.}$ Singolo app. [kN]	$N_{tot}$ Singolo app. [kN]	$T_{nev}$ Singolo app. [kN]	$T_{long}$ Singolo app. [kN]	
	$L_{min}$	$L_{max}$	$L_{min}[kN]$	$L_{max}[kN]$											
SPALLE E PILE FISSE					[N. di appoggi reagenti per le azioni agenti]								16	32	32
SP Fissa n.1 (17,30x1) - 16 travi	1	1	2 029,24	2 029,24	17,30	1,0	126,88	175,67	0,691	1	0,00	408,37	87,64	87,64	
SP Fissa n.1 (17,30x1) - 16 travi	1	1	2 029,24	2 029,24	17,30	1,0	126,88	175,67	0,691	1	0,00	408,37	87,64	87,64	
N.B.: le reazioni per $P_R+C_p$ e per $Caoc\_stat$ devono essere calcolate per la reazione massima sulla trave in base alla ripartizione trasversale ed al n. delle colonne di carico che occupano la sezione															

Rd = 100 kN > Sd = 87.64 kN

Le verifiche sono soddisfatte in base al catalogo della FIP.

Si riportano le caratteristiche degli appoggi impiegati da catalogo FIP:

### COMPONENTI DELL'APPOGGIO

#### ELEMENTI

perno di ancoraggio

nucleo in elastomero armato

spina di ancoraggio

piastra inferiore in acciaio

zanchi di ancoraggio

lamierino in acciaio

Facendo riferimento allo sketch illustrativo, si suggerisce che nel caso di appoggio con due zanche d'ancoraggio queste vengano posizionate sull'asse trasversale dell'appoggio, nel caso siano quattro andranno nei vertici, mentre nel caso di sei come da sketch. Se il numero di zanche risultasse superiore, si consiglia una disposizione comunque simmetrica rispetto agli assi.

E' sconsigliabile la disposizione di due o più appoggi accostati nella direzione longitudinale della trave.

#### MATERIALI

Gli appoggi in catalogo sono dimensionati secondo la norma europea UNI EN 1337-3 nella quale vengono classificati come appoggi di tipo C.

L'elastomero che costituisce il nucleo è in gomma naturale (NR) o gomma cloroprenica (CR), durezza 60±5 ShA. Al suo interno piastre di rinforzo in acciaio di categoria S275 o superiore, spessore minimo 2 mm. Le piastre di ancoraggio sono in acciaio di categoria S275 o superiore.

#### ACCESSORI

Ogni apparecchio d'appoggio è fornito di un'etichetta identificativa nella quale vengono riportate le principali informazioni sullo stesso.

**EF  
HIGH**

CARICO VERTICALE  
NOMINALE

MASSIMA FORZA  
ORIZZONTALE

DEFORMAZIONE  
EQUIVALENTE A  $F_{xy}$

RIGIDEZZA  
ORIZZONTALE

RIGIDEZZA VERTICALE

NUMERO STRATI IN  
ELASTOMERO

SIGLA	$F_{zd}$ kN	$F_{xy}$ kN	$v_{eq}$ mm	$K_o$ kN/mm	$K_v$ kN/mm	$n$ n
EF 25-3	250	30	20,3	1,48	227	3
EF 50-5	500	50	20,8	2,40	610	3
EF 75-8	750	80	35,6	2,25	760	5
EF 100-10	1000	100	44,4	2,25	922	6
EF 125-13	1250	130	40,4	3,22	993	4
EF 150-15	1500	150	41,9	3,58	1195	4
EF 175-18	1750	180	47,9	3,94	1285	4
EF 200-20	2000	200	46,9	4,27	1464	4
EF 225-23	2250	230	46,7	4,92	1834	4
EF 250-25	2500	250	47,6	5,25	2023	4
EF 275-28	2750	280	43,8	6,40	1994	3
EF 300-30	3000	300	44,1	6,80	2193	3
EF 325-33	3250	330	48,9	6,75	2024	3
EF 350-35	3500	350	49,0	7,15	2217	3
EF 375-38	3750	380	53,6	7,08	2173	3
EF 400-40	4000	400	53,3	7,50	2387	3
EF 450-45	4500	450	57,0	7,89	2441	3
EF 500-50	5000	500	76,0	6,58	2323	4
EF 550-55	5500	550	79,2	6,95	2547	4
EF 600-60	6000	600	95,2	6,30	2577	5
EF 650-65	6500	650	98,3	6,62	2796	5
EF 700-70	7000	700	107,7	6,50	3261	6
EF 750-75	7500	750	125,0	6,00	3242	7
EF 800-80	8000	800	138,3	5,79	2849	7
EF 850-85	8500	850	149,5	5,68	3216	8
EF 900-90	9000	900	156,9	5,74	3177	8
EF 950-95	9500	950	175,9	5,40	3144	9
EF 1000-100	10000	1000	194,9	5,13	3126	10
EF 1100-105	11000	1050	192,5	5,45	3016	9
EF 1200-110	12000	1100	192,1	5,73	3295	9
EF 1300-115	13000	1150	191,7	6,00	3581	9
EF 1400-120	14000	1200	185,5	6,47	3515	8
EF 1500-125	15000	1250	192,9	6,48	3422	8
EF 1750-130	17500	1300	169,1	7,69	4167	7
EF 2000-135	20000	1350	175,0	7,71	4202	7

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 82 di 172



SPESSORE STRATI IN ELASTOMERO	NUMERO LAMIERINI IN ACCIAIO	SPESSORE LAMIERINI IN ACCIAIO	DIMENSIONI NUCLEO IN ELASTOMERO ARMATO	DIMENSIONI IN PIANTA PIASTRA INFERIORE IN ACCIAIO	DIAMETRO PERNO	SPORGENZA PERNO	ZANCHE INFERIORI		INTERASSE TRASVERSALE ZANCHE	ALTEZZA TOTALE APOGGIO	PESO APOGGIO INCLUSI ANCORAGGI
t <sub>i</sub> mm	n <sub>s</sub> n	t <sub>s</sub> mm	a × b mm	X × Y mm	F <sub>p</sub> mm	h <sub>p</sub> mm	n <sub>zan</sub> n      tipo		i mm	H <sub>tot</sub> mm	W kg
7	2	2	150 x 230	170 x 320	55	15	2	1	275	60	14
7	2	2	200 x 280	220 x 370	55	15	2	1	325	60	22
8	4	2	250 x 400	270 x 490	55	15	2	1	445	83	42
8	5	2	300 x 400	320 x 490	55	15	2	1	445	93	53
11	3	2	350 x 450	370 x 540	55	15	4	1	495	88	69
11	3	2	350 x 500	370 x 590	55	15	4	1	545	88	76
12	3	2	350 x 600	370 x 690	55	15	4	1	645	92	91
12	3	2	350 x 650	370 x 780	55	15	2	2	715	97	110
12	3	2	350 x 750	370 x 880	55	15	2	2	815	97	126
12	3	2	350 x 800	370 x 930	55	15	2	2	865	97	133
15	2	2	400 x 800	420 x 930	80	17	4	2	865	92	148
15	2	2	400 x 850	420 x 980	80	17	4	2	915	92	157
17	2	2	450 x 850	470 x 980	80	17	4	2	915	98	178
17	2	2	450 x 900	470 x 1030	80	17	4	2	965	98	188
18	2	2	500 x 850	520 x 980	80	17	4	2	915	101	199
18	2	2	500 x 900	520 x 1030	80	17	4	2	965	101	210
19	2	2	500 x 1000	520 x 1130	80	17	4	2	1065	109	253
20	3	2	650 x 900	670 x 1090	80	17	2	3	995	131	321
20	3	2	650 x 950	670 x 1140	80	17	4	3	1045	136	369
20	4	2	700 x 1000	720 x 1190	80	17	4	3	1095	158	443
20	4	2	700 x 1050	720 x 1240	140	17	4	3	1145	158	463
18	5	2	650 x 1200	670 x 1390	140	17	4	3	1295	168	508
18	6	2	700 x 1200	720 x 1390	140	17	4	3	1295	188	578
20	6	3	750 x 1200	770 x 1390	140	17	4	3	1295	208	675
19	7	2	800 x 1200	820 x 1390	140	17	4	3	1295	216	704
20	7	3	850 x 1200	870 x 1390	140	17	4	3	1295	231	812
20	8	3	900 x 1200	920 x 1390	140	17	4	3	1295	254	911
20	9	3	950 x 1200	970 x 1390	140	17	4	3	1295	277	1015
22	8	3	1000 x 1200	1020 x 1390	140	17	4	3	1295	272	1037
22	8	3	1050 x 1200	1070 x 1390	200	20	6	3	1295	272	1096
22	8	3	1100 x 1200	1120 x 1390	200	20	6	3	1295	272	1147
24	7	3	1150 x 1200	1170 x 1390	200	20	6	3	1295	263	1156
25	7	3	1200 x 1200	1220 x 1390	200	20	6	3	1295	271	1219
25	6	4	1150 x 1300	1170 x 1490	200	20	6	3	1395	249	1250
25	6	4	1200 x 1250	1220 x 1440	200	20	6	3	1345	249	1256

## 12 VERIFICA BAGGIOLO

Si riporta la verifica, a favore di sicurezza, per la geometria minima con le armature previste in precedenza. Il baggiolo in realtà è una striscia continua (a causa della pendenza trasversale) con dimensione minima 70 cm.

Si riporta la verifica del baggiolo per l'azione massima :

$H \times B = 70 \times 70 \text{ cm}$

$h = 30 \text{ cm}$

$A_s = \phi 20/20 \text{ cm}$

Staffe  $\phi 16/20 \text{ cm}$

C32/40

$N_{slu} = 1053 \text{ kN}$

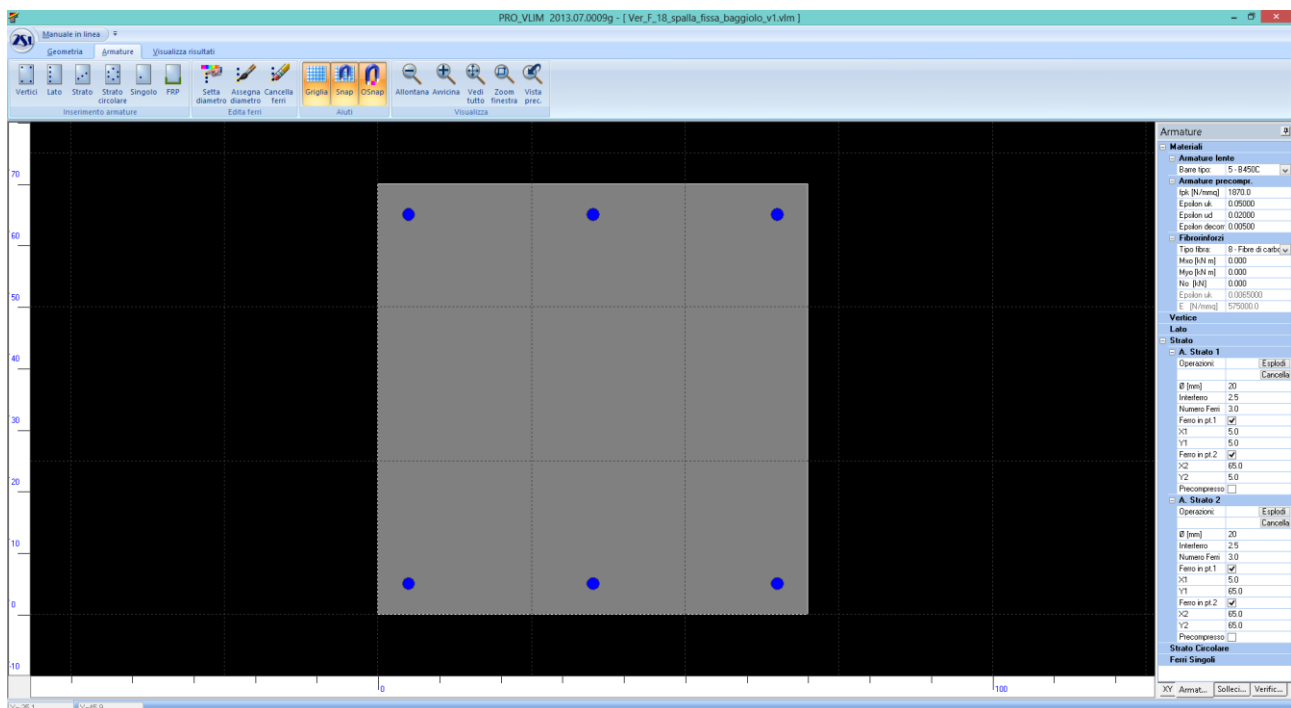
$H_{slu} = 295 \text{ kN}$

$M_{slu} = H_{slu} \times h = 88.50 \text{ kNm}$

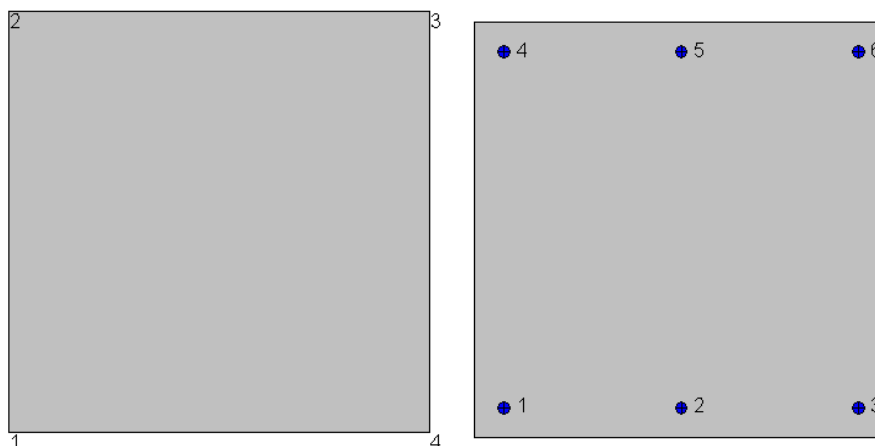
$N_{sle} = 780 \text{ kN}$

$M_{sle} = 65.50 \text{ kNm}$

Verifica presso-flessione :



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 84 di 172



#### **Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	0,0
2	0,0	70,0
3	70,0	70,0
4	70,0	0,0

#### **Armature:**

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	3,1	no
2	35,0	5,0	3,1	no
3	65,0	5,0	3,1	no
4	5,0	65,0	3,1	no
5	35,0	65,0	3,1	no
6	65,0	65,0	3,1	no

#### **Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### **Note:**

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

#### **Materiali:**

##### **Calcestruzzo classe: C32/40**

$R_{ck}$  (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm<sup>2</sup>  
 $f_{ck}$  (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm<sup>2</sup>  
 $f_{ctm}$  (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm<sup>2</sup>  
 $G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm<sup>2</sup>  
 $E$  (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm<sup>2</sup>  
 $\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12  
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

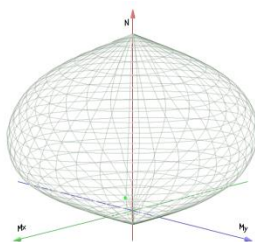
##### **Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>  
 $f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075  
 $G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 85 di 172

$E$  (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 $\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30  
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012  
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



#### Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-737,6	0,0	0,0	Completamente tesa
9380,0	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	235,3	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-235,3	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	235,8	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-235,8	Fibre di destra tese

#### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:  
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)  
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)  
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	1053,0	88,5	0,0	P	7040,4	591,7	0,0	0,150	OK
				M	9048,9	88,4	0,0	0,120	
				N	1052,9	543,0	0,0	0,160	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
1	1053,0	88,5	0,0	P	7040,4	591,7	0,0	0,150	OK
1	1053,0	88,5	0,0	M	9048,9	88,4	0,0	0,120	OK
1	1053,0	88,5	0,0	N	1052,9	543,0	0,0	0,160	OK

#### Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

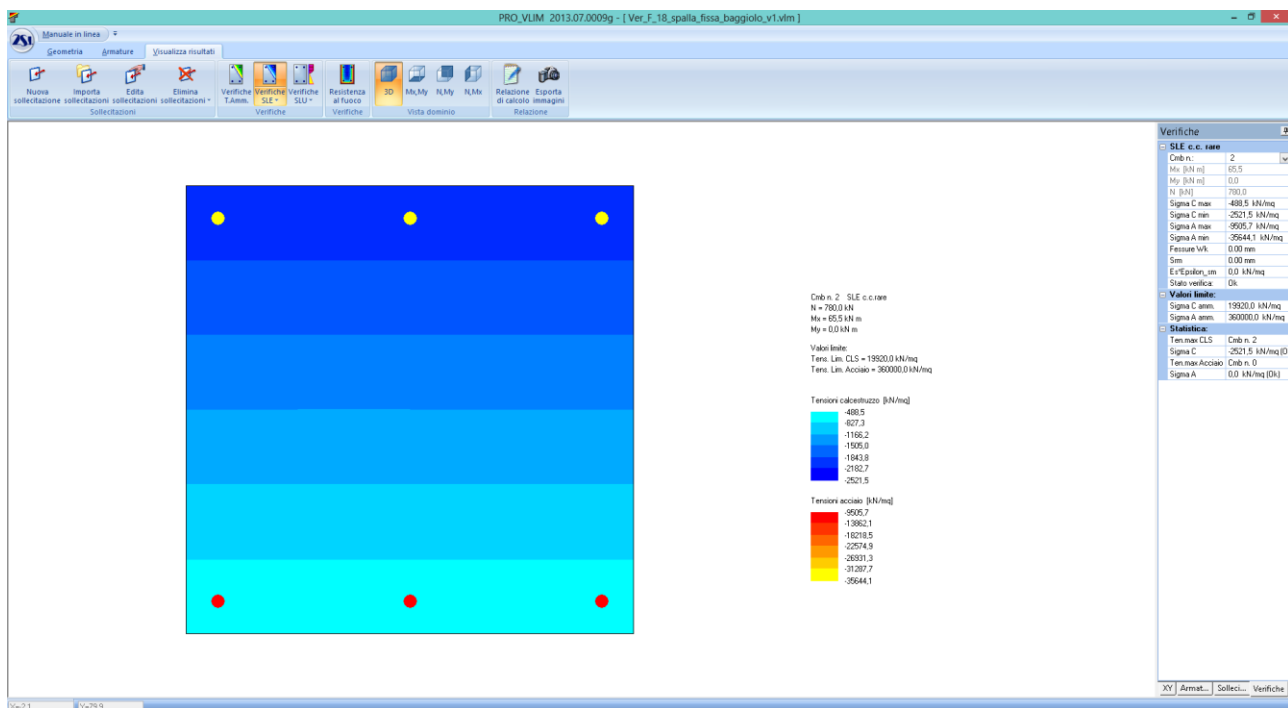
Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS:  $\sigma_{cL} = 19920,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Acciaio:  $\sigma_{aL} = 360000,0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
2 OK	65,5	0,0	780,0	-2521,5	0,13	-35644,1	0,10

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 86 di 172



Tensioni SLE

Verifica a taglio :

NTC 2008 - CALCESTRUZZO  
VERIFICA A TAGLIO TRAM RETTANGOLARI

UNITA' DI MISURA forze e carichi: kN, kNm, kNm<sup>2</sup>  
peso specifico: kNm<sup>3</sup>  
tensioni e resistenze: N/mm<sup>2</sup>  
momenti (flettente, ecc.): kNm

PESI SPECIFICI  $\gamma = 24 \text{ kNm}^3$  (cls non armato)  
 $\gamma = 25 \text{ kNm}^3$  (cls armato)

LEGENDA  
123 dati da inserire  
123 valori calcolati  
valori noti volti  
risultati verifiche

se  $V_{ed} \leq V_{Rd,cs}$  armat. minima a taglio  
se  $V_{ed} > V_{Rd,cs}$  armat. a taglio tale che:  $V_{ed} \leq V_{Rd,cs} + V_{Rd,ct}$

Elementi che non richiedono armatura a taglio ( $V_{ed} \leq V_{Rd,cs}$ )

$V_{ed}$  [kN] = 261.15 <  $V_{Rd}$  [kN] = 295.00 NON VERIFICATO si deve armare a taglio

Acciaio = B460C  
Classe = C32/40  
 $R_{yk}$  = 40.00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $f_{yk}$  = 32.00 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $f_{yk,red}$  = 2.12 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $\gamma_c$  in uso = 1.50  
 $V_{Rd}$  [kN] = 261.15 [kN] 247.31 [kN]

$V_{Rd,cs}$  = 0.28  
 $k = 1 + (200/d)^{1/4}$  = 1.55  
 $\rho = 0.0034$  [puro]  $\leq 0.02$  1.55 2  
 $A_{sk}$  = 1570 [mm<sup>2</sup>] 0.0034 0.02

$b_w$  = 700.00 [mm]  
 $\sigma_{sk}$  = 1.02 (N/mm<sup>2</sup>)  
 $N_{sk}$  = 500.00 [kN]  
 $A_c$  = 490.000 [mm<sup>2</sup>]  
 $d$  = 660 [mm]  
 $h$  = 700 [mm]  
 $c$  = 40 [mm]

Area armat. in trazione che si estende per non meno di  $d$  o  $l_{d,net}$  oltre la sez. consider.  
(cioè ancorata oltre l'inters. dell'asse dell'armat. con eventuale fessura a  $45^\circ$  che si innestano nella sez. consid.) (EC2)  
larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace  
 $N_{sk}/A_c$  = 1.02 4.42666667

forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva)  
area calcestruzzo (valida solo per sezione rettangolare)  
altezza utile sezione  
base sezione  
copriferro

Sezione in asse



Elementi che richiedono armatura a taglio		$(V_{ed} \geq V_{Rd,lim})$	
$V_{ed} =$	2406,83 [kN]		
$f_{cd} =$	22,13 [N/mm <sup>2</sup> ]	resistenza a compressione del cls per il taglio	
$b_w =$	700,00 [mm]	spessore minima anima continua in altezza	
$\alpha_c =$	90 °	rad	1,57 angolo inclin. delle staffe
$\cot \alpha_c =$	0 [puro]		
$\theta =$	45 °	rad	0,79 angolo inclin. bielle compresse
$\cot \theta =$	1,00		1 < $\cot \theta$ < 2,5 VERIFICATO

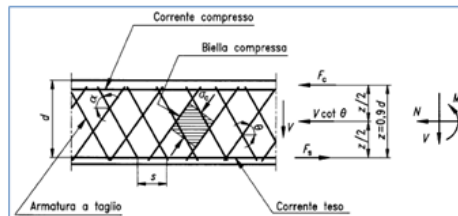
Staffe		0: no 1: si	
$V_{Rd,1p} =$	1168,34 [kN]	Taglio resistente staffe	
$A_{sw} =$	1005 [mm <sup>2</sup> ]	Area complessiva staffe	
$s_w =$	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave	
$f_{wd} =$	391,30 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{wd}$ acciaio tipo B460 C	
$\phi_{sw} =$	16 [mm]	Diametro staffe	
$n_{bracci} =$	5 [puro]	n. bracci verticali	
$\phi_{sw} =$	201,06 [mm <sup>2</sup> ]	Area singolo braccio di staffa	
$f_{yk} =$	450 [N/mm <sup>2</sup> ]	acciaio tipo B460 C	
$\gamma_s$ in uso =	1,15 NTC 2008		
$\Delta =$	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
$n_{st} =$	5,00 [puro]	n° staffe a taglio nel tratto	

Ferri piegati		0: no 1: si	
$V_{Rd,1p} =$	0,00 [kN]	Taglio resistente ferri piegati (EC2)	
$A_{sw-1p} =$	402 [mm <sup>2</sup> ]	Area complessiva ferri piegati	
$s_p =$	1000 [mm]	passo ferri piegati in senso long.	
$f_{p,d} =$	391,30 [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{p,d}$ dell'acciaio dei ferri piegati	
$\phi_{sw-piegati} =$	16 [mm]	Diametro ferri piegati	
$n_{fp} =$	2 [puro]	n. ferri piegati	
$\phi_{sw} =$	201 [mm <sup>2</sup> ]	Area diam. singolo ferro piegato	
$f_{yk} =$	450 [N/mm <sup>2</sup> ]	acciaio tipo B460 C	
$\gamma_s$ in uso =	1,15		
$\Delta =$	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
$\alpha_{s,p} =$	45 °	0,7854 [°] - [rad]	inclinaz. ferri piegati
$V_{Rd} =$	1168,34 [kN]		

$V_{ed}$ [kN] =	1168,34	>	$V_{Rd}$ [kN] =	295,00	VERIFICATO
<b>Verifica armatura trasversale minima</b>					
$A_{sw} =$	5027 [mm <sup>2</sup> ]		area armatura a taglio sulla lunghezza $\Delta$		
$A_{sw,min} =$	1050 [mm <sup>2</sup> /m]		Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe. VERIFICATO		
<b>Verifica passo staffe</b>					
$s_w =$	200 [mm]		passo staffe		
$s_{w,min} =$	528 [mm]		passo minimo staffe VERIFICATO		
$n_{st} =$	5 [puro]		n. staffe nel tratto ( $n_{st,min}=3$ ) VERIFICATO		



Risulta  $S_d < R_d$  e le verifiche sono soddisfatte.

### 13 VERIFICA RITEGNO SISMICO

Si riporta la verifica, a favore di sicurezza, per la geometria minima con le armature previste in precedenza.

Si riporta la verifica del ritegno sismico più sollecitato :

H x B = 40 x 150 cm

As =  $\phi 20/10$  cm su 2 strati = 2x(15+15  $\phi 20$ )

Staffe  $\phi 16/20$  cm

C32/40

B450C

Hslu = 295 kN

Hslu\_tot = 295 kN x 10 = 2950 kN

Si verifica a taglio la sola armatura verticale a favore di sicurezza :

$$\tau_s = \frac{4}{3} \cdot \frac{T \cdot 100}{n \cdot A_{\phi 20}} = 2087 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{s\_lim} = 4500/1.15/3^{0.5} = 2259.20 \text{ daN/cm}^2$$

Risulta  $S_d < R_d$  e le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 89 di 172

## 14 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta la verifica di capacità portante con fondazione diretta.

Si analizzano le seguenti portanza, cedimenti e liquefazione.

Scatolare 1500x600

CALCOLO DELLA PORTANZA SPECIFICA			
CON FATTORI DI PROFONDITÀ'		SENZA FATTORI DI PROFONDITÀ'	
$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{ca} \cdot d_{ca} + \gamma_1 \cdot D$	se $D < B$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{ca} \cdot d_{ca} + \gamma_1 \cdot D$	se $D < B$ (kN/m <sup>2</sup> )
612,13		572,93	
$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{ca} \cdot d_{ca} + \gamma_1 \cdot D$	se $D > B$	$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{ca} \cdot d_{ca} + \gamma_1 \cdot D$	se $D > B$
2790,624848		572,93	
CALCOLO DELLA PORTANZA TOTALE		CALCOLO DELLA PORTANZA TOTALE	
$Q_{lim} = (q_{lim} A) / \gamma_{Rk}$	PORTANZA DEL TERRENO (kN)	$Q_{lim} = (q_{lim} A) / \gamma_{Rk}$	PORTANZA DEL TERRENO (kN)
92528,88	se $D < B$ (kN)	86603	se $D < B$ (kN)
421826,2009	se $D > B$ (kN)	86602,56	se $D > B$ (kN)

Risulta  $S_d < R_d$  e le verifiche sono soddisfatte.

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 90 di 172

### Verifica Cedimenti platea

L'approccio utilizzato per il calcolo del cedimento del terreno, delle opere poggianti su fondazioni dirette, si basa sul metodo elaborato da Poulos-Davis (1974) derivante dalla teoria dell'elasticità.

Il calcolo del cedimento totale avviene applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, ossia come sommatoria dei singoli cedimenti di ogni strato di terreno al di sotto della fondazione fino alla profondità  $z_{\max}$  per la quale si considera che il cedimento risulti nullo.

Ogni cedimento risulta funzione dell'incremento di stato tensionale indotto nel terreno, nelle tre direzioni principali (x, y e z), dal carico applicato in superficie.

Le formule utilizzate per il calcolo del cedimento risultano funzione:

delle caratteristiche geometriche della fondazione superficiale:

$$\left\{ \begin{array}{l} B = \text{larghezza della fondazione rettangolare;} \\ L = \text{lunghezza della fondazione;} \end{array} \right.$$

Dei carichi applicati:

$$\left\{ \begin{array}{l} N = \text{carico normale agente sulla fondazione in condizioni di esercizio;} \end{array} \right.$$

Della stratigrafia del terreno e delle caratteristiche geotecniche relative ad ogni strato:

$$\left\{ \begin{array}{l} E = \text{modulo elastico (ricavato in funzione dei valori di resistenza alla punta } q_c \text{ ottenuti dalle prove} \\ \text{penetrometriche effettuate in sito;} \\ v = \text{coefficiente di Poisson (determinato mediante tabelle);} \\ \Delta z = \text{ampiezza relativa dello strato di riferimento per il calcolo del cedimento all'interno di ogni} \end{array} \right.$$

strato della stratigrafia da progetto;

e da coefficienti costitutivi:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 \ R_2 \text{ ed } R_3 \text{ sono tre coefficienti funzione della profondità } z \text{ dello strato di cui si} \\ \text{calcola il} \end{array} \right.$$

cedimento, dal piano campagna, e delle dimensioni della fondazione.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 91 di 172

Le equazioni di riferimento sono le seguenti:

**Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)**

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma (((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

Infine per determinare l'ammissibilità dei cedimenti ottenuti si può fare riferimento alla tabella teorica sottostante in cui viene riportato il cedimento massimo ammissibile in funzione della tipologia di opera da realizzarsi.

*Tabella 16.5 - Valori ammissibili di alcuni parametri di deformazione delle strutture secondo Sowers (1962)*

<i>Tipo di movimento</i>	<i>Fattore di limitazione</i>	<i>Valore ammissibile</i>
Cedimento massimo $\rho_{max}$ (cm)	Collegamento a reti di servizi	15÷30
	Accessibilità	30÷60
	Probabilità di cedimenti differenziali in:	
	a) murature portanti	2,5÷5
	b) strutture intelaiate	5÷10
	c) ciminieri, silos	7,5÷30

Vediamo ora nel dettaglio il calcolo dei cedimenti superficiali delle singole opere poggianti su fondazioni dirette.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 92 di 172

## SOTTOPASSO SU VIA BARGELLINA – OPERA H

La stratigrafia di riferimento è la seguente:

stratigrafia	profondità (m)	cu (KN/m <sup>2</sup> )	$\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi'k$	spessore strato
sabbia limosa	2,00		21,52	30,40	2
limo argilloso	3,20	106,47	20,4	24,95	1,2
argilla limosa	6,60	112,62	20,1	22,86	5,4
limo argilloso	8,80	107,75	19,9	20,56	3,4
limo	10,20	206,96	21,1	21,79	6,8
ghiaia in matrice sabbiosa	12,40		21,57	30,91	10

I valori dei moduli elastici e dei coefficienti di Poisson utilizzati per ogni strato sono riportati nella tabella seguente:

qc media Mpa	profondità	$\alpha$	E medio Mpa	E KN/m <sup>2</sup>	$\nu$
3,6	fino a 2 m	3	10,8	10800	0,33
1,87	fino a 3,2 m	6	11,22	11220	0,35
2,1	fino a 6,6 m	8	16,8	16800	0,45
2	fino a 8,8 m	6	12	12000	0,35
3,8	fino a 10,2 m	2,5	9,5	9500	0,35
31,4	fino a 20 m	4	125,6	125600	0,33

Le dimensioni della fondazione risultano essere:

$$B = 14,23 \text{ m}$$

$$L = 14,83 \text{ m}$$

I carichi agenti sulla fondazione sono i seguenti:

$\sigma_{min}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{media}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
0,67	3,42	2,045

Pertanto i cedimenti ottenuti risultano:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 93 di 172

Strato	Litologia	Spessore	da $z_i$	a $z_{i+1}$	$\Delta z_i$	E	$\nu$	$\delta_{ci}$
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	sabbia limosa	2,00	0,0	2,0	0,4	10800	0,33	2,57
2	limo argilloso	1,20	2,0	3,2	0,4	11220	0,35	1,54
3	argilla limosa	5,40	3,2	8,6	1,0	16800	0,45	3,19
4	limo argilloso	3,40	8,6	12,0	0,6	12000	0,35	2,98
5	limo	6,80	12,0	18,8	1,0	9500	0,35	3,71
6	ghiaia in matrice sabbiosa	10,00	18,8	28,8	1,0	125600	0,33	0,2189

$$\delta_{ctot} = 14,20 \text{ (cm)}$$

Risultano compatibili con i cedimenti ammissibili per la tipologia di opera realizzata. VERIFICATO

#### Verifica a Liquefazione

Si ritiene, data la natura dei terreni e delle strutture in oggetto, che i terreni interessati dalle opere non siano sensibili al fenomeno della liquefazione.

Si adotta il sondaggio s6 essendo quello più prossimo all'opera in oggetto.

#### VIA BARGELLINA

Prova S6:

Falda = -13.50 m

Frazione limo-argillosa = 50 %

$a_{gmax} = 0.21 \text{ g}$

N. colpi SPT<sub>min</sub> = 20

$\gamma_{terreno} = 19 \text{ kN/mc}$

#### CPTU n. 11- OPERA H – ponte via Bargellina

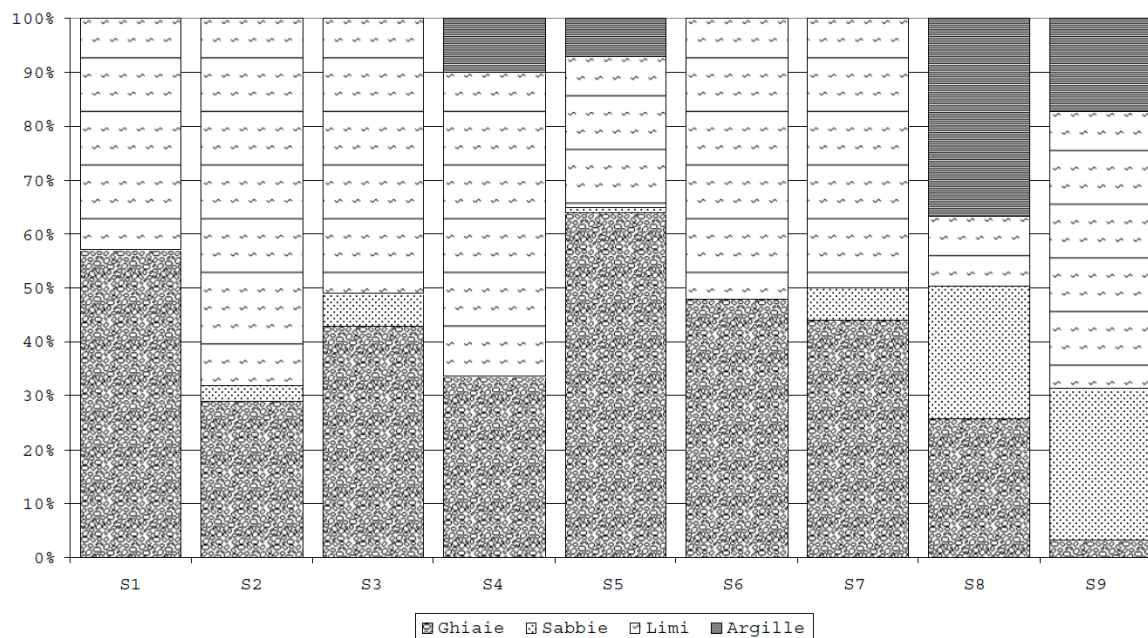
CPTU n 11	falda - 13,5 dal P.C.			
stratigrafia	Quota finale strato (m)	$c_{u_k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma - \gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi'_k$
limo	0,80	168,51	20,79	31,83
sabbia limosa	2,00		21,52	30,40
limo argilloso	3,20	106,47	20,4	24,95
argilla limosa	6,60	112,62	20,1	22,86
limo argilloso	8,80	107,75	19,9	20,56
limo	10,20	206,96	21,1	21,79
ghiaia in matrice sabbiosa	12,40		21,57	30,91

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 94 di 172

CPTU n. 9 e 10 – SONDAGGIO n. 6 – OPERA C – ponte a tre campate sulla SP 27

CPTU n 9 – S 6		falda - 17 dal P.C.		
stratigrafia	Quota finale strato (m)	$c_{u,k}$ (KN/m2)	$\gamma - \gamma_{sat}$ (KN/m3)	$\varphi'_k$
sabbia	1,00		20,6	32,58
sabbia debolmente limosa	1,80		20,7	30,27
limo sabbioso	2,60	128,09	20,47	26,23
limo argilloso	3,80	114,68	19,4	24,69
limo fortemente argilloso	4,40	116,59	19,38	23,35
ghiaia in matrice limo sabbiosa	7,80		20,32	35,13
limo con argilla	12,40	120,00	19	18,00
ghiaia in matrice limo sabbiosa	15,00		21,1	36,00
limo argilloso	18,60	126,00	19,2	16,00
limo sabbioso	21,90	110,00	20,3	19,00
ghiaia in matrice sabbiosa	23,50		21	33,00
limo sabbioso	24,40	60,00	20,1	20,00
ghiaia in matrice sabbiosa	28,20		22	34,00
limo argilloso	29,60	95,00	20	17,00
ghiaia in matrice sabbiosa	30,00		21,5	33,00
limo sabbioso	30,60	100,00	20,1	19,00
ghiaia in matrice sabbiosa	35,00		22	34,00

Distribuzione granulometrica



Dalla verifica secondo "Seed e Idriss" si ha:

Il deposito non è liquefacibile poiché la profondità di calcolo è inferiore alla profondità della falda.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 95 di 172



Metodo di calcolo ☒ Seed e Idriss ☐ Tokimatsu e Yoshimi

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	3
Profondità della falda dal p. c. (m)	13.5
Peso di volume del terreno (t/mc)	19
Numero di colpi SPT o SCPT	20
Frazione argillosa (%)	50
Accelerazione sismica massima (g)	0.21

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	
Numero di colpi standard corretto Na	
Resistenza alla liquefazione (R)	
Sforzo di taglio normalizzato (T)	
Coefficiente di sicurezza (Fs = R / T)	

Si conclude che i terreni interessati dalle opere non sono liquefacibili.

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 96 di 172

## 15 CONCLUSIONI

Le analisi svolte mediante modellazione agli elementi finiti secondo la normativa tecnica *D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni*, mostrano la possibilità di adottare tale tipo di soluzione strutturale.

Come detto in premessa, gli scatolari ed i relativi muri andatori saranno realizzati in opera in conglomerato cementizio armato a sezione rettangolare ed a mensola, e dovranno avere quantitativo di armatura almeno pari a quanto indicato in seguito:

SEZIONE DI CALCOLO:	Incidenza armatura (daN/m <sup>3</sup> )
1 – Scat. 1500x600x(100-100) Soletta	150
2 – Scat. 1500x600x(100-100) Pareti	170

A seguire si riportano i tabulati di calcolo e la validazione del software impiegato.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 97 di 172

Scatolare tipo 1500x600x(100-100) cm



Software e Servizi  
per l'Ingegneria s.r.l.

**PRO\_SAP**  
**PRO**fessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità  
previste nel D.M. 14 Gennaio 2008 cap. 10 “Redazione dei progetti  
strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 98 di 172

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE ( Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

[www.2si.it](http://www.2si.it)

[info@2si.it](mailto:info@2si.it)

D.M. 14/01/08 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 99 di 172

## INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

### Progetto

Contenuti della relazione:

#### RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*
- *Affidabilità dei codici utilizzati*
- *Validazione dei codici*
- *Tipo di analisi svolta*
- *Modalità di presentazione dei risultati*
- *Informazioni generali sull'elaborazione*
- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

#### STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*
- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*
- *Criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconnessioni*
- *Interazione tra terreno e struttura*
- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*
- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*
- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*
- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 100 di 172

STAMPA DEI RISULTATI

Il Progettista:

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 101 di 172

21 gennaio 2014

<b>RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....</b>	<b>104</b>
<b>Premessa.....</b>	<b>104</b>
<b>Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale.....</b>	<b>104</b>
<i>Analisi storico-critica .....</i>	<i>104</i>
<i>Esito del rilievo geometrico-strutturale .....</i>	<i>104</i>
<b>Descrizione generale dell'opera .....</b>	<b>104</b>
<i>Descrizione generale dell'opera .....</i>	<i>105</i>
<i>Principali caratteristiche della struttura .....</i>	<i>105</i>
<i>Parametri della struttura .....</i>	<i>105</i>
<i>Fattore di struttura .....</i>	<i>106</i>
<b>Quadro normativo di riferimento adottato .....</b>	<b>106</b>
<i>Progetto-verifica degli elementi.....</i>	<i>106</i>
<i>Azione sismica .....</i>	<i>106</i>
<b>Livelli di conoscenza e fattori di confidenza .....</b>	<b>106</b>
<b>Azioni di progetto sulla costruzione .....</b>	<b>106</b>
<b>Modello numerico.....</b>	<b>107</b>
<i>Tipo di analisi strutturale .....</i>	<i>108</i>
<i>Informazioni sul codice di calcolo .....</i>	<i>108</i>
<i>Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:.....</i>	<i>109</i>
<i>Tipo di vincoli:.....</i>	<i>110</i>
<i>Modellazione delle azioni .....</i>	<i>110</i>
<i>Combinazioni e/o percorsi di carico .....</i>	<i>110</i>
<b>Principali risultati .....</b>	<b>111</b>
<b>Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....</b>	<b>112</b>
<b>Verifiche agli stati limite ultimi.....</b>	<b>112</b>
<b>Verifiche agli stati limite di esercizio .....</b>	<b>112</b>
<b>RELAZIONE SUI MATERIALI .....</b>	<b>113</b>
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>114</b>
<b>MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA .....</b>	<b>116</b>
<b>DURABILITA' .....</b>	<b>116</b>
<b>CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....</b>	<b>119</b>
<b>LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....</b>	<b>119</b>

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 102 di 172

<b>MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....</b>	<b>126</b>
<b>LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....</b>	<b>126</b>
<b>MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI.....</b>	<b>129</b>
<b>LEGENDA TABELLA DATI NODI.....</b>	<b>129</b>
<i>TABELLA DATI NODI .....</i>	<i>130</i>
<b>MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE .....</b>	<b>131</b>
<b>TABELLA DATI TRAVI .....</b>	<b>131</b>
<b>MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....</b>	<b>135</b>
<b>LEGENDA TABELLA DATI AZIONI .....</b>	<b>135</b>
<b>SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....</b>	<b>139</b>
<b>LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO .....</b>	<b>139</b>
<b>DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI .....</b>	<b>141</b>
<b>LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>141</b>
<b>RISULTATI NODALI .....</b>	<b>144</b>
<b>LEGENDA RISULTATI NODALI .....</b>	<b>144</b>
<b>RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....</b>	<b>149</b>
<b>LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....</b>	<b>149</b>
<b>RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....</b>	<b>153</b>
<b>LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....</b>	<b>153</b>
<b>VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.....</b>	<b>163</b>
<b>LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.....</b>	<b>163</b>
<b>STATI LIMITE D' ESERCIZIO.....</b>	<b>169</b>
<b>LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO.....</b>	<b>169</b>



## 16 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

### 16.1 Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto §10.1 del DM 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

### 16.2 Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-08, l'analisi storico-critica ed il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

#### 16.2.1 Analisi storico-critica

Per edifici esistenti, viene indicata la documentazione reperita e vengono esplicitate le informazioni desunte da ciascuno dei documenti esaminati per le finalità indicate al paragrafo 8.5.1 delle NTC-08.

#### 16.2.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, vengono descritte le modalità con cui è stato effettuato il rilievo geometrico strutturale e gli esiti di quest'ultimo, anche con riferimenti espliciti e puntuali agli elaborati grafici che saranno riportati nella parte "4.1. Rilievo geometrico-strutturale". Il rilievo delle strutture deve essere eseguito e restituito secondo le modalità e con le finalità riportate nei paragrafi 8.5.2 e 8.7 delle NTC-08.

### 16.3 Descrizione generale dell'opera

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 104 di 172

### 16.3.1 Descrizione generale dell'opera

Fabbricato ad uso	
Ubicazione	(Regione EMILIA-ROMAGNA)
	Località
	Longitudine 0.000, Latitudine 0.000
Numero di piani	Fuori terra
	Interrati
	le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di
Numero vani scale	
Numero vani ascensore	
Tipo di fondazione	

### 16.3.2 Principali caratteristiche della struttura

Struttura regolare in pianta	
Struttura regolare in altezza	
Classe di duttilità	
Travi: ricalate o in spessore	
Pilastr	
Pilastr in falso	
Tipo di fondazione	
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	

### 16.3.3 Parametri della struttura

Classe d'uso	Vita [anni]	Vn	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
IV	50	2.0		100

Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 105 di 172

#### 16.3.4 Fattore di struttura

### 16.4 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo “normativa di riferimento” è comunque presente l'elenco completo delle normative disponibili.

#### 16.4.1 Progetto-verifica degli elementi

Progetto cemento armato	D.M. 14-01-2008
Progetto acciaio	D.M. 14-01-2008
Progetto legno	D.M. 14-01-2008
Progetto muratura	D.M. 14-01-2008

#### 16.4.2 Azione sismica

Norma applicata per l'azione sismica	D.M. 14-01-2008
--------------------------------------	-----------------

### 16.5 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il livello di conoscenza, per edifici esistenti è

Pertanto il fattore di confidenza è

### 16.6 Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame **sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.**

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 106 di 172

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove} \quad \mathbf{K} = \text{matrice di rigidezza}$$

$\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali

$\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

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

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

## 16.7 Modello numerico

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 107 di 172

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

16.7.1 Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

16.7.2 Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2013-06-163rc)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	***** COMPLETARE *****
Codice Utente:	***** COMPLETARE *****
Codice Licenza:	Licenza dsi2332

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati,

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 108 di 172

l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

#### Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

#### 16.7.3 Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:

nodi	20
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	20
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	0
elementi solidi	0
<b>Dimensione del modello strutturale [cm]:</b>	
X min =	0.00
Xmax =	1600.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	0.00
Zmax =	780.00
<b>Strutture verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
<b>Strutture non verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 109 di 172

Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
16.7.4 Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

### 16.7.5 Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo “**Schematizzazione dei casi di carico**” per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte “2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”.

### 16.7.6 Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo “**Definizione delle combiazioni**” in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	NO
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 110 di 172

Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

## 16.8 Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

### 2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

### 2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significative L'analisi e la restituzione degli inviluppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

### 2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

### 2.8.5. Altri risultati significativi

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e inviluppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 111 di 172



- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

### 16.9 Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

### 16.10 Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

### 16.11 Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 112 di 172

17    **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Il capitolo Materiali riportata informazioni esaustive relative all’elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 113 di 172

## 18 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 114 di 172

- Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
  28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
  29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
  30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
  31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
  32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

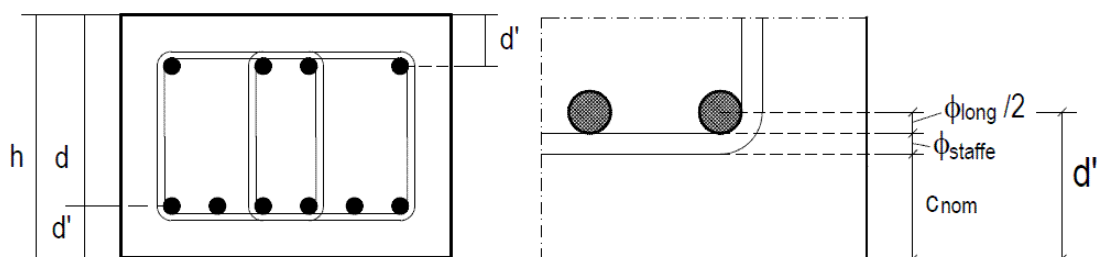
<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 115 di 172

## 19 MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								C25/30, 0.60, 300
XC2								C25/30, 0.60, 300
XC3								C28/35, 0.55, 320
XC4								C32/40, 0.50, 340
XD1								C28/35, 0.55, 320
XD2								C35/45, 0.45, 360
XD3								C35/45, 0.45, 360
XS1								C28/35, 0.55, 320
XS2								C35/45, 0.45, 360
XS3								C35/45, 0.45, 360
XF1								C28/35, 0.50, 320
XF2 – XF3								C25/30, 0.50, 340
XF4								C28/35, 0.45, 360
XA1								C28/35, 0.55, 320
XA2								C32/40, 0.50, 340
XA3								C35/45, 0.45, 360

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b}$   $n_b$  numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola  $n_b = 1$ .

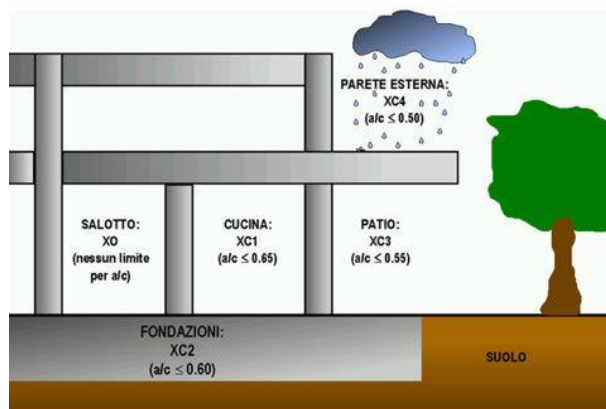


Altezze d e d'

### 19.1 DURABILITA'

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 116 di 172

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



Prescrizioni esecutive	
Travi e solai	
	Staffe chiuse con gancio antismico a 45° lungo 10Ø
	Estendere rete sopra travi e cordoli
	Sovrapporre ferri dove non indicato per 1m
	Nella sovrapposizione tenere distanti i ferri 2 cm
	Distanziatori in plastica h=2 cm
<p>N.B.: Ogni variante che si renda necessaria, da esigenze di cantiere, deve essere prima autorizzata dalla Direzione Lavori</p>	

- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri ;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro ) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI) ;
- Estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi ;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20 ;
- Ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2.5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio ;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 118 di 172

## 20 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

### 20.1 LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	<b>cemento armato</b>	<b>Rck</b>	resistenza caratteristica cubica
		<b>Fctm</b>	resistenza media a trazione semplice
2	<b>acciaio</b>	<b>Ft</b>	tensione di rottura a trazione
		<b>Fy</b>	tensione di snervamento
		<b>Fd</b>	resistenza di calcolo
		<b>Fdt</b>	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
		<b>Sadm</b>	tensione ammissibile
		<b>Sadmt</b>	tensione ammissibile per spess. $t > 40$ mm
3	<b>muratura</b>	<b>Resist. Fk</b>	resistenza caratteristica a compressione

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 119 di 172



	<b>Resist. Fvko</b>	resistenza caratteristica a taglio
4	<b>legno</b>	
	<b>Resist. fc0k</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
	<b>Resist. ft0k</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	<b>Resist. fmk</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	<b>Resist. fvk</b>	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	<b>Modulo E0,05</b>	Modulo elastico parallelo caratteristico
	<b>Lamellare</b>	lamellare o massiccio

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 120 di 172

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

#### Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

#### Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 121 di 172

63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

#### Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

#### Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 122 di 172

<b>93</b>	SNELLEZZE EC5
<b>94</b>	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>117</b>	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
<b>118</b>	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
<b>119</b>	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
4	Calcestruzzo Classe C32/40		3.360e+05	0.12	1.500e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	400.0					
	fctm	31.0					

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Composto con parete sismica					
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Av [ gradi ]	90.00					
Angolo Av-Ao [ gradi ]	90.00					
Minima tesa	0.25					
Massima tesa	4.00					
Maglia unica centrale	No					
Copriferro [ cm ]	2.00					
<b>Maglia V</b>						
diametro	10					
passo	25					
diametro aggiuntivi	12					
<b>Maglia O</b>						
diametro	8					
passo	25					
diametro aggiuntivi	8					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fyk [daN/cm2 ]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di confidenza FC	0.0					
Verifiche con N costante	Si					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
<b>Parete sismica</b>						
Fattore amplificazione taglio V	1.50					
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ]	0.0					
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ]	0.0					
Usa diagramma di fig. 7.4.2	No					
Verifica come fascia	No					
<b>Zona confinata</b>						
Minima tesa	1.00					
Massima tesa	4.00					
Distanza barre [ cm ]	2.00					
Interferro	2					
<b>Armatura inclinata</b>						
Area barre [ cm2 ]	0.0					

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 123 di 172

<b>Pareti c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
Angolo orizzontale [ gradi ]	0.0					
Distanza di base [ cm ]	0.0					
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No					
3+ estradosso	No					
Tempo di esposizione R	15					

<b>Gusci c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Armatura</b>						
Inclinazione Ax [ gradi ]	0.0					
Angolo Ax-Ay [ gradi ]	90.00					
Minima tesa	0.31					
Massima tesa	0.78					
Maglia unica centrale	No					
Copriferro [ cm ]	2.00					
<b>Maglia x</b>						
diametro	10					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
<b>Maglia y</b>						
diametro	10					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fyk [daN/cm2 ]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di confidenza FC	0.0					
Verifiche con N costante	Si					
Applica SLU da DIN	No					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
<b>Resistenza al fuoco</b>						
3- intradosso	No					
3+ estradosso	No					
Tempo di esposizione R	15					

<b>Travi c.a.</b>	<b>1/7/..</b>	<b>2/8/..</b>	<b>3/9/..</b>	<b>4/10/..</b>	<b>5/11/..</b>	<b>6/12/..</b>
<b>Generalità</b>						
Progetta a filo	No					
Af inf: da q*L*L /	0.0					
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.31					
Minima compressa	0.31					
Massima tesa	0.78					
Da sezione	Si					
Usa armatura teorica	No					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fyk [daN/cm2 ]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di confidenza FC	0.0					
Verifiche con N costante	Si					
Fattore di redistribuzione	0.0					
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03					

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 124 di 172

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Fattore lambda	1.00					
epsilon max,s	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03					
epsilon c2	0.0					
epsilon cy	0.0					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	10.00					
Passo minimo [ cm ]	5.00					
Passo massimo [ cm ]	30.00					
Passo raffittito [ cm ]	15.00					
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	50.00					
Ctg(Teta) Max	2.50					
Percentuale sagomati	0.0					
Luce di taglio per GR [ cm ]	0.0					
Adotta scorrimento medio	No					
Torsione non essenziale inclusa	Si					

Pilastrì c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Privilegia lati					
Progetta a filo	No					
Effetti del 2 ordine	Si					
Beta per 2-2	1.00					
Beta per 3-3	1.00					
<b>Armatura</b>						
Massima tesa	4.00					
Minima tesa	1.00					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fyk [daN/cm2]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di confidenza FC	0.0					
Verifiche con N costante	Si					
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03					
Fattore lambda	1.00					
epsilon max,s	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03					
epsilon c2	0.0					
epsilon cy	0.0					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	10.00					
Passo minimo [ cm ]	5.00					
Passo massimo [ cm ]	25.00					
Passo raffittito [ cm ]	15.00					
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	45.00					
Ctg(Teta) Max	2.50					
Luce di taglio per GR [ cm ]	0.0					
Massimizza gerarchia	Si					

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 125 di 172

## 21 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

### 21.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

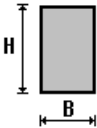
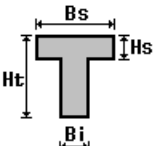
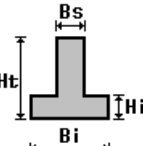
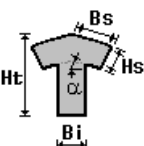
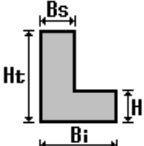
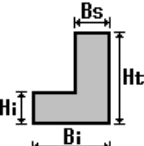
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

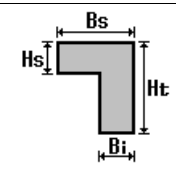
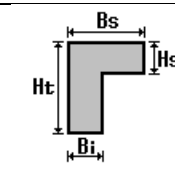
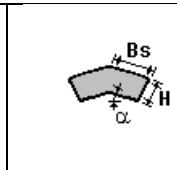
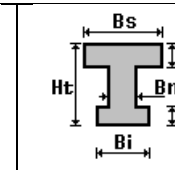
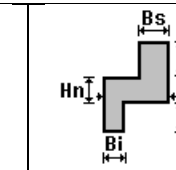
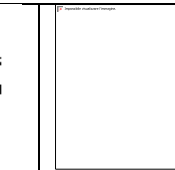




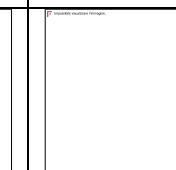
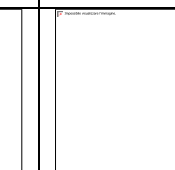
Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b>Area</b>	area della sezione
<b>A V2</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
<b>A V3</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
<b>Jt</b>	fattore torsionale di rigidezza
<b>J2-2</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
<b>J3-3</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
<b>W2-2</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
<b>W3-3</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
<b>Wp2-2</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
<b>Wp3-3</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
---	--	---	---	--	---

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 126 di 172

 <p>a L specchiata rovescia</p>	 <p>a L rovescia</p>	 <p>a L di colmo</p>	 <p>a doppio T</p>	 <p>a quattro specchiata</p>	 <p>a quattro</p>
 <p>a U</p>	 <p>a C</p>	 <p>a croce</p>	 <p>circolare</p>	 <p>rettangolare cava</p>	 <p>circolare cava</p>



Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
95	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Soletta sup Rettangolare: b=100.00 h =70.40	7040.00	5866.67	5866.67	6.582e+06	5.867e+06	2.908e+06	1.173e+05	8.260e+04	1.760e+05	1.239e+05
2	Pareti Rettangolare: b=100.00 h =100.00	-1.000e+04	8333.33	8333.33	1.406e+07	8.333e+06	8.333e+06	1.667e+05	1.667e+05	2.500e+05	2.500e+05
3	Soletta INF Rettangolare: b=100.00 h =100.00	-1.000e+04	8333.33	8333.33	1.406e+07	8.333e+06	8.333e+06	1.667e+05	1.667e+05	2.500e+05	2.500e+05
4	Baggiolo Rettangolare: b=100.00 h =70.00	-7000.00	5833.33	5833.33	6.494e+06	5.833e+06	2.858e+06	1.167e+05	8.167e+04	1.750e+05	1.225e+05

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 128 di 172

## 22 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

### 22.1 LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 129 di 172

22.1.1 TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	50.0	0.0	0.0	3	800.0	0.0	0.0
4	1550.0	0.0	0.0	5	1600.0	0.0	0.0	6	0.0	0.0	50.0
7	0.0	0.0	390.0	8	0.0	0.0	730.0	9	0.0	0.0	780.0
10	1600.0	0.0	50.0	11	1600.0	0.0	390.0	12	1600.0	0.0	730.0
13	1600.0	0.0	780.0	14	50.0	0.0	780.0	15	800.0	0.0	780.0
16	1550.0	0.0	780.0	17	50.0	0.0	730.0	18	1550.0	0.0	730.0
19	5.0	0.0	780.0	20	1595.0	0.0	780.0				

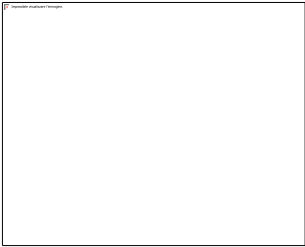

## 23 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

### 23.1 TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	---	--	---------------------------------------

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 131 di 172

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 132 di 172

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 133 di 172

<b>69</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
<b>80</b>	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
<b>82</b>	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
<b>83</b>	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
<b>89</b>	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>90</b>	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
<b>93</b>	SNELLEZZE EC5
<b>120</b>	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Trave f.	1	2	4	3				2.00	5.00
2	Trave f.	2	3	4	3				2.00	5.00
3	Trave f.	3	4	4	3				2.00	5.00
4	Trave f.	4	5	4	3				2.00	5.00
5	Pilas.	5	10	4	2					
6	Pilas.	10	11	4	2					
7	Pilas.	11	12	4	2					
8	Pilas.	12	13	4	2					
9	Trave	16	20	4	1					
10	Trave	15	16	4	1					
11	Trave	14	15	4	1					
12	Trave	19	14	4	1					
13	Pilas.	8	9	4	2					
14	Pilas.	7	8	4	2					
15	Pilas.	6	7	4	2					
16	Pilas.	1	6	4	2					
17	Trave	8	17	4	4					
18	Pilas.	17	14	4	4			000001		
19	Trave	18	12	4	4					
20	Pilas.	18	16	4	4			000001		

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 134 di 172

## 24 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

### 24.1 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x$ , $T_y$ , $T_z$ , rotazione $R_x$ , $R_y$ , $R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ , $M_1$ , $M_2$ , $M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 135 di 172

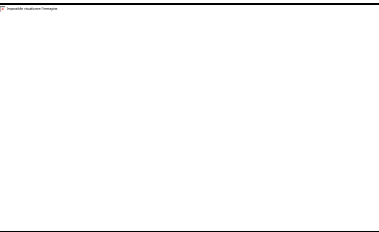
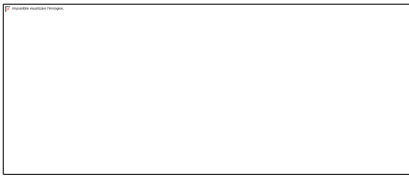


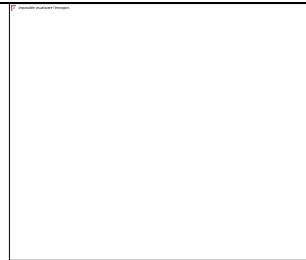


la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave

**12 gruppo di carichi con impronta su piastra**

9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell' impronta, interasse tra i carichi

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 136 di 172

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

**Tipo** carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	Cp pavim sopra 25 cm - DG:Fzi=-5.75 Fzf=-5.75	0.0	0.0	0.0	-5.75	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-5.75	0.0	0.0	0.0
5	Qacc sopra schema 1 - DG:Fzi=-68.52 Fzf=-68.52	0.0	0.0	0.0	-68.52	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-68.52	0.0	0.0	0.0
6	Q3 Frenamento - DG:Fxi=14.19 Fxf=14.19	0.0	14.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	14.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 137 di 172

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
7	Sisma orizz. soletta sup. - DG:Fxi=5.05 Fxf=5.05	0.0	5.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	5.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Sisma orizz. parete - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17	0.0	7.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	7.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17	0.0	7.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	7.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Sisma orizz. Cp neri sopra - DG:Fxi=1.65 Fxf=1.65	0.0	1.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	1.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	Sisma vert. soletta sup - DG:Fzi=-2.52 Fzf=-2.52	0.0	0.0	0.0	-2.52	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-2.52	0.0	0.0	0.0
12	Sisma vert. pareti - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59	0.0	0.0	0.0	-3.59	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-3.59	0.0	0.0	0.0
13	Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59	0.0	0.0	0.0	-3.59	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-3.59	0.0	0.0	0.0
14	Sisma vert. Cp neri sopra - DG:Fzi=-0.82 Fzf=-0.82	0.0	0.0	0.0	-0.82	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-0.82	0.0	0.0	0.0
16	Cp pavim sotto 80 cm - DG:Fzi=-17.60 Fzf=-17.60	0.0	0.0	0.0	-17.60	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-17.60	0.0	0.0	0.0

**Tipo** carico variabile generale

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
2	S terra SX 100% - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	74.10	780.00	0.0
3	S terra DX 60% - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	-44.46	780.00	0.0
4	S Qacc SX 100% - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	10.00	780.00	10.00
15	S Delta sisma terra Wood - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	42.53	790.00	42.53

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 138 di 172

## 25 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

### 25.1 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>Ggk</b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
<b>2</b>	<b>Gk</b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
<b>3</b>	<b>Qk</b>	NA	caso di carico con azioni variabili
<b>4</b>	<b>Gsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
<b>5</b>	<b>Qsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
<b>6</b>	<b>Qnk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
<b>7</b>	<b>Qtk</b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
<b>8</b>	<b>Qvk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
<b>9</b>	<b>Esk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
<b>10</b>	<b>Edk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
<b>11</b>	<b>Pk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

*Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 139 di 172

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d. ) - Cp sopra	D2 :da 9 a 12 Azione : Cp pavim sopra 25 cm - DG:Fzi=-5.75 Fzf=-5.75
3	Qk	CDC=Qk - Sterra SX 100%	D2 :da 13 a 16 Azione : S terra SX 100% - QV:var z - Qx - Lineare
4	Qk	CDC=Qk - Sterra DX 60%	D2 :da 5 a 8 Azione : S terra DX 60% - QV:var z - Qx - Lineare
5	Qk	CDC=Qk - Sqacc SX 100%	D2 :da 13 a 16 Azione : S Qacc SX 100% - QV:var z - Qx - Lineare
6	Qk	CDC=Qk - Qacc sopra "Schema 1"	D2 :da 9 a 12 Azione : Qacc sopra schema 1 - DG:Fzi=-68.52 Fzf=-68.52
7	Qk	CDC=Qk - Fren.	D2 :da 9 a 12 Azione : Q3 Frenamento - DG:Fxi=14.19 Fxf=14.19
8	Qk	CDC=Qk - Sisma X	D2 : 1 Azione : Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17 D2 :da 2 a 3 Azione : Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17 D2 : 4 Azione : Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17 D2 :da 5 a 8 Azione : Sisma orizz. parete - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma orizz. Cp neri sopra - DG:Fxi=1.65 Fxf=1.65 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma orizz. soletta sup. - DG:Fxi=5.05 Fxf=5.05 D2 :da 13 a 16 Azione : Sisma orizz. parete - DG:Fxi=7.17 Fxf=7.17
9	Qk	CDC=Qk - Sisma Z	D2 : 1 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59 D2 :da 2 a 3 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59 D2 : 4 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59 D2 :da 5 a 8 Azione : Sisma vert. pareti - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma vert. Cp neri sopra - DG:Fzi=-0.82 Fzf=-0.82 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma vert. soletta sup - DG:Fzi=-2.52 Fzf=-2.52 D2 :da 13 a 16 Azione : Sisma vert. pareti - DG:Fzi=-3.59 Fzf=-3.59
10	Qk	CDC=Qk - Dsisma terra SX Wood	D2 :da 13 a 16 Azione : S Delta sisma terra Wood - QV:var z - Qx - Lineare
11	Qk	CDC=Qk - Qacc Sotto solo terreno "Schema 1"	D2 :da 2 a 3 Azione : Qacc sopra schema 1 - DG:Fzi=-68.52 Fzf=-68.52
12	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d. ) - Cp sotto	D2 :da 2 a 3 Azione : Cp pavim sotto 80 cm - DG:Fzi=-17.60 Fzf=-17.60

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 140 di 172

## 26 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

### 26.1 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero*, *Tipo*, *Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

#### **Combinazione fondamentale** SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### **Combinazione caratteristica** (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

#### **Combinazione frequente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

#### **Combinazione quasi permanente** SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30$ kN)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30$ kN)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000$ m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000$ m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 141 di 172

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente $\gamma_f$	<b>EQU</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	C01 - SLU A1 Pp+Cp	
2	SLU	C02 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc	
3	SLU	C03 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc	
4	SLU	C04 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc+Fren.	
5	SLU	C05 - SLV Sisma +X	
6	SLU	C06 - SLV Sisma -X	
7	SLU	C07 - SLV Sisma +Z	
8	SLU	C08 - SLV Sisma -Z	
9	SLE(r)	C09 - SLE rara	
10	SLE(f)	C10 - SLE frequenti	
11	SLE(p)	C11 - SLE quasi perm.	
12	SLU	C12 - SLU GEO Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc solo sup +Fren.	
13	SLU(acc.)	C13 - SLU GEO Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc tot+Fren.	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.35	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	1.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	1.35	1.50	1.35	1.35	1.35	1.35	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	1.00	0.0	0.0		
6	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	1.00	0.0	0.0		
7	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.30	0.0	0.0		
8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	-0.30	0.0	0.0		
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	1.00	1.30	1.00	1.00	1.15	1.15	1.00	0.0	0.0	0.0	1.15	1.15		

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 143 di 172



## 27 RISULTATI NODALI

### 27.1 LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X cm	Traslazione Y cm	Traslazione Z cm	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
1	1	1.98e-03	0.0	-0.87	0.0	-8.28e-04	0.0
1	2	0.04	0.0	-0.65	0.0	5.69e-05	0.0
1	3	0.04	0.0	-1.61	0.0	-1.12e-03	0.0
1	4	0.07	0.0	-1.34	0.0	-6.33e-05	0.0
1	5	0.11	0.0	-0.02	0.0	1.90e-03	0.0
1	6	0.11	0.0	0.04	0.0	1.95e-03	0.0
1	7	0.05	0.0	-0.47	0.0	3.44e-04	0.0
1	8	-5.89e-03	0.0	-0.80	0.0	-9.43e-04	0.0
1	9	0.05	0.0	-0.91	0.0	2.34e-04	0.0
1	10	0.03	0.0	-1.03	0.0	-6.68e-04	0.0
1	11	0.02	0.0	-1.08	0.0	-8.69e-04	0.0
1	12	0.06	0.0	-0.94	0.0	4.73e-04	0.0
1	13	0.06	0.0	-1.37	0.0	5.37e-04	0.0
2	1	1.85e-03	0.0	-0.83	0.0	-9.49e-04	0.0
2	2	0.04	0.0	-0.65	0.0	-1.58e-04	0.0
2	3	0.04	0.0	-1.55	0.0	-1.49e-03	0.0
2	4	0.06	0.0	-1.32	0.0	-5.54e-04	0.0
2	5	0.11	0.0	-0.10	0.0	1.53e-03	0.0
2	6	0.11	0.0	-0.05	0.0	1.59e-03	0.0
2	7	0.05	0.0	-0.48	0.0	1.32e-04	0.0
2	8	-6.17e-03	0.0	-0.75	0.0	-1.01e-03	0.0
2	9	0.05	0.0	-0.92	0.0	-1.58e-04	0.0
2	10	0.03	0.0	-0.99	0.0	-9.07e-04	0.0
2	11	0.02	0.0	-1.03	0.0	-1.09e-03	0.0
2	12	0.06	0.0	-0.95	0.0	1.67e-05	0.0
2	13	0.06	0.0	-1.39	0.0	9.20e-05	0.0
3	1	0.0	0.0	-0.28	0.0	0.0	0.0
3	2	0.03	0.0	-0.30	0.0	-2.07e-05	0.0
3	3	0.03	0.0	-0.45	0.0	-2.07e-05	0.0
3	4	0.05	0.0	-0.45	0.0	-5.43e-05	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 144 di 172

3	5	0.10	0.0	-0.24	0.0	-7.27e-05	0.0
3	6	0.10	0.0	-0.22	0.0	-7.27e-05	0.0
3	7	0.04	0.0	-0.25	0.0	-2.72e-05	0.0
3	8	-0.01	0.0	-0.25	0.0	1.19e-05	0.0
3	9	0.04	0.0	-0.33	0.0	-4.89e-05	0.0
3	10	0.02	0.0	-0.31	0.0	-1.34e-05	0.0
3	11	0.01	0.0	-0.30	0.0	-7.63e-06	0.0
3	12	0.05	0.0	-0.35	0.0	-6.12e-05	0.0
3	13	0.05	0.0	-0.84	0.0	-6.12e-05	0.0
4	1	-1.85e-03	0.0	-0.83	0.0	9.49e-04	0.0
4	2	0.03	0.0	-0.92	0.0	1.32e-03	0.0
4	3	0.02	0.0	-1.82	0.0	2.65e-03	0.0
4	4	0.05	0.0	-2.05	0.0	3.58e-03	0.0
4	5	0.09	0.0	-1.07	0.0	2.52e-03	0.0
4	6	0.09	0.0	-1.02	0.0	2.47e-03	0.0
4	7	0.03	0.0	-0.84	0.0	1.38e-03	0.0
4	8	-0.02	0.0	-0.59	0.0	3.50e-04	0.0
4	9	0.04	0.0	-1.57	0.0	2.89e-03	0.0
4	10	0.02	0.0	-1.17	0.0	1.66e-03	0.0
4	11	8.86e-03	0.0	-1.13	0.0	1.51e-03	0.0
4	12	0.05	0.0	-1.77	0.0	3.40e-03	0.0
4	13	0.05	0.0	-2.20	0.0	3.33e-03	0.0
5	1	-1.98e-03	0.0	-0.87	0.0	8.28e-04	0.0
5	2	0.03	0.0	-0.99	0.0	1.25e-03	0.0
5	3	0.02	0.0	-1.95	0.0	2.42e-03	0.0
5	4	0.05	0.0	-2.22	0.0	3.47e-03	0.0
5	5	0.09	0.0	-1.20	0.0	2.66e-03	0.0
5	6	0.09	0.0	-1.15	0.0	2.61e-03	0.0
5	7	0.03	0.0	-0.91	0.0	1.36e-03	0.0
5	8	-0.02	0.0	-0.60	0.0	1.97e-04	0.0
5	9	0.04	0.0	-1.71	0.0	2.84e-03	0.0
5	10	0.02	0.0	-1.25	0.0	1.51e-03	0.0
5	11	8.53e-03	0.0	-1.20	0.0	1.35e-03	0.0
5	12	0.05	0.0	-1.93	0.0	3.37e-03	0.0
5	13	0.05	0.0	-2.37	0.0	3.31e-03	0.0
6	1	-0.04	0.0	-0.87	0.0	-6.88e-04	0.0
6	2	0.05	0.0	-0.65	0.0	2.76e-04	0.0
6	3	6.09e-05	0.0	-1.61	0.0	-7.13e-04	0.0
6	4	0.08	0.0	-1.34	0.0	4.55e-04	0.0
6	5	0.21	0.0	-0.02	0.0	2.27e-03	0.0
6	6	0.22	0.0	0.04	0.0	2.31e-03	0.0
6	7	0.07	0.0	-0.47	0.0	5.59e-04	0.0
6	8	-0.05	0.0	-0.80	0.0	-8.62e-04	0.0
6	9	0.08	0.0	-0.92	0.0	6.46e-04	0.0
6	10	3.76e-03	0.0	-1.03	0.0	-4.12e-04	0.0
6	11	-0.01	0.0	-1.08	0.0	-6.32e-04	0.0
6	12	0.10	0.0	-0.94	0.0	9.51e-04	0.0
6	13	0.10	0.0	-1.37	0.0	1.00e-03	0.0
7	1	-0.13	0.0	-0.88	0.0	6.10e-05	0.0
7	2	0.31	0.0	-0.66	0.0	1.01e-03	0.0
7	3	0.11	0.0	-1.63	0.0	1.07e-03	0.0
7	4	0.69	0.0	-1.35	0.0	2.81e-03	0.0
7	5	1.27	0.0	-0.02	0.0	3.57e-03	0.0
7	6	1.27	0.0	0.03	0.0	3.57e-03	0.0
7	7	0.43	0.0	-0.47	0.0	1.34e-03	0.0
7	8	-0.28	0.0	-0.80	0.0	-5.72e-04	0.0
7	9	0.67	0.0	-0.93	0.0	2.53e-03	0.0
7	10	0.08	0.0	-1.04	0.0	6.88e-04	0.0
7	11	-0.02	0.0	-1.09	0.0	4.12e-04	0.0
7	12	0.86	0.0	-0.95	0.0	3.18e-03	0.0
7	13	0.87	0.0	-1.38	0.0	3.17e-03	0.0
8	1	-0.03	0.0	-0.88	0.0	4.57e-04	0.0
8	2	0.69	0.0	-0.66	0.0	1.19e-03	0.0
8	3	0.64	0.0	-1.64	0.0	1.93e-03	0.0
8	4	1.87	0.0	-1.36	0.0	3.90e-03	0.0
8	5	2.54	0.0	-0.02	0.0	3.84e-03	0.0
8	6	2.54	0.0	0.03	0.0	3.81e-03	0.0
8	7	0.93	0.0	-0.47	0.0	1.56e-03	0.0
8	8	-0.45	0.0	-0.80	0.0	-4.25e-04	0.0
8	9	1.70	0.0	-0.93	0.0	3.40e-03	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 145 di 172

8	10	0.42	0.0	-1.04	0.0	1.20e-03	0.0
8	11	0.22	0.0	-1.09	0.0	9.34e-04	0.0
8	12	2.14	0.0	-0.96	0.0	4.20e-03	0.0
8	13	2.15	0.0	-1.39	0.0	4.17e-03	0.0
9	1	-6.65e-03	0.0	-0.88	0.0	4.57e-04	0.0
9	2	0.74	0.0	-0.66	0.0	1.19e-03	0.0
9	3	0.73	0.0	-1.64	0.0	1.93e-03	0.0
9	4	2.06	0.0	-1.36	0.0	3.90e-03	0.0
9	5	2.73	0.0	-0.02	0.0	3.84e-03	0.0
9	6	2.73	0.0	0.03	0.0	3.81e-03	0.0
9	7	1.01	0.0	-0.47	0.0	1.56e-03	0.0
9	8	-0.47	0.0	-0.80	0.0	-4.25e-04	0.0
9	9	1.87	0.0	-0.93	0.0	3.40e-03	0.0
9	10	0.48	0.0	-1.04	0.0	1.20e-03	0.0
9	11	0.26	0.0	-1.09	0.0	9.34e-04	0.0
9	12	2.35	0.0	-0.96	0.0	4.20e-03	0.0
9	13	2.35	0.0	-1.39	0.0	4.17e-03	0.0
10	1	0.04	0.0	-0.87	0.0	6.88e-04	0.0
10	2	0.09	0.0	-0.99	0.0	1.16e-03	0.0
10	3	0.14	0.0	-1.95	0.0	2.15e-03	0.0
10	4	0.21	0.0	-2.22	0.0	3.32e-03	0.0
10	5	0.23	0.0	-1.20	0.0	2.79e-03	0.0
10	6	0.23	0.0	-1.15	0.0	2.74e-03	0.0
10	7	0.10	0.0	-0.91	0.0	1.33e-03	0.0
10	8	-0.01	0.0	-0.60	0.0	3.40e-05	0.0
10	9	0.18	0.0	-1.71	0.0	2.75e-03	0.0
10	10	0.09	0.0	-1.25	0.0	1.34e-03	0.0
10	11	0.07	0.0	-1.20	0.0	1.16e-03	0.0
10	12	0.21	0.0	-1.94	0.0	3.31e-03	0.0
10	13	0.21	0.0	-2.37	0.0	3.26e-03	0.0
11	1	0.13	0.0	-0.88	0.0	-6.10e-05	0.0
11	2	0.42	0.0	-0.99	0.0	8.93e-04	0.0
11	3	0.62	0.0	-1.96	0.0	8.32e-04	0.0
11	4	1.20	0.0	-2.24	0.0	2.58e-03	0.0
11	5	1.30	0.0	-1.20	0.0	3.47e-03	0.0
11	6	1.30	0.0	-1.15	0.0	3.47e-03	0.0
11	7	0.53	0.0	-0.91	0.0	1.24e-03	0.0
11	8	-0.14	0.0	-0.61	0.0	-6.61e-04	0.0
11	9	1.04	0.0	-1.72	0.0	2.36e-03	0.0
11	10	0.39	0.0	-1.25	0.0	5.37e-04	0.0
11	11	0.29	0.0	-1.21	0.0	2.64e-04	0.0
11	12	1.28	0.0	-1.95	0.0	2.99e-03	0.0
11	13	1.27	0.0	-2.38	0.0	2.99e-03	0.0
12	1	0.03	0.0	-0.88	0.0	-4.57e-04	0.0
12	2	0.71	0.0	-1.00	0.0	7.77e-04	0.0
12	3	0.75	0.0	-1.97	0.0	3.29e-05	0.0
12	4	1.98	0.0	-2.25	0.0	2.00e-03	0.0
12	5	2.54	0.0	-1.21	0.0	3.70e-03	0.0
12	6	2.54	0.0	-1.15	0.0	3.73e-03	0.0
12	7	0.95	0.0	-0.92	0.0	1.19e-03	0.0
12	8	-0.42	0.0	-0.61	0.0	-9.40e-04	0.0
12	9	1.79	0.0	-1.73	0.0	2.00e-03	0.0
12	10	0.48	0.0	-1.26	0.0	6.42e-05	0.0
12	11	0.29	0.0	-1.22	0.0	-2.45e-04	0.0
12	12	2.24	0.0	-1.96	0.0	2.62e-03	0.0
12	13	2.24	0.0	-2.39	0.0	2.65e-03	0.0
13	1	6.65e-03	0.0	-0.88	0.0	-4.57e-04	0.0
13	2	0.75	0.0	-1.00	0.0	7.77e-04	0.0
13	3	0.75	0.0	-1.97	0.0	3.29e-05	0.0
13	4	2.08	0.0	-2.25	0.0	2.00e-03	0.0
13	5	2.73	0.0	-1.21	0.0	3.70e-03	0.0
13	6	2.73	0.0	-1.15	0.0	3.73e-03	0.0
13	7	1.01	0.0	-0.92	0.0	1.19e-03	0.0
13	8	-0.47	0.0	-0.61	0.0	-9.40e-04	0.0
13	9	1.89	0.0	-1.73	0.0	2.00e-03	0.0
13	10	0.49	0.0	-1.26	0.0	6.42e-05	0.0
13	11	0.28	0.0	-1.22	0.0	-2.45e-04	0.0
13	12	2.37	0.0	-1.96	0.0	2.62e-03	0.0
13	13	2.37	0.0	-2.39	0.0	2.65e-03	0.0
14	1	-2.71e-03	0.0	-0.91	0.0	4.64e-03	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 146 di 172

14	2	0.75	0.0	-0.72	0.0	4.80e-03	0.0
14	3	0.74	0.0	-1.75	0.0	0.02	0.0
14	4	2.07	0.0	-1.57	0.0	0.02	0.0
14	5	2.73	0.0	-0.22	0.0	4.02e-03	0.0
14	6	2.73	0.0	-0.16	0.0	3.74e-03	0.0
14	7	1.01	0.0	-0.55	0.0	4.02e-03	0.0
14	8	-0.47	0.0	-0.79	0.0	3.74e-03	0.0
14	9	1.88	0.0	-1.11	0.0	0.01	0.0
14	10	0.48	0.0	-1.11	0.0	0.01	0.0
14	11	0.27	0.0	-1.15	0.0	0.01	0.0
14	12	2.36	0.0	-1.18	0.0	0.02	0.0
14	13	2.36	0.0	-1.61	0.0	0.02	0.0
15	1	0.0	0.0	-3.09	0.0	0.0	0.0
15	2	0.74	0.0	-3.03	0.0	1.59e-04	0.0
15	3	0.74	0.0	-10.30	0.0	1.59e-04	0.0
15	4	2.07	0.0	-10.30	0.0	3.91e-04	0.0
15	5	2.73	0.0	-2.26	0.0	5.37e-04	0.0
15	6	2.73	0.0	-2.07	0.0	5.37e-04	0.0
15	7	1.01	0.0	-2.51	0.0	2.03e-04	0.0
15	8	-0.47	0.0	-2.53	0.0	-8.33e-05	0.0
15	9	1.88	0.0	-7.58	0.0	3.50e-04	0.0
15	10	0.48	0.0	-6.23	0.0	1.04e-04	0.0
15	11	0.27	0.0	-6.24	0.0	5.99e-05	0.0
15	12	2.37	0.0	-8.52	0.0	4.36e-04	0.0
15	13	2.37	0.0	-8.95	0.0	4.36e-04	0.0
16	1	2.71e-03	0.0	-0.91	0.0	-4.64e-03	0.0
16	2	0.74	0.0	-0.96	0.0	-4.48e-03	0.0
16	3	0.75	0.0	-1.99	0.0	-0.02	0.0
16	4	2.08	0.0	-2.16	0.0	-0.02	0.0
16	5	2.73	0.0	-1.02	0.0	-2.95e-03	0.0
16	6	2.73	0.0	-0.97	0.0	-2.66e-03	0.0
16	7	1.01	0.0	-0.86	0.0	-3.62e-03	0.0
16	8	-0.47	0.0	-0.66	0.0	-3.91e-03	0.0
16	9	1.88	0.0	-1.64	0.0	-0.01	0.0
16	10	0.48	0.0	-1.26	0.0	-0.01	0.0
16	11	0.27	0.0	-1.24	0.0	-0.01	0.0
16	12	2.37	0.0	-1.83	0.0	-0.01	0.0
16	13	2.37	0.0	-2.27	0.0	-0.01	0.0
17	1	-0.03	0.0	-0.91	0.0	5.15e-04	0.0
17	2	0.69	0.0	-0.72	0.0	1.22e-03	0.0
17	3	0.64	0.0	-1.74	0.0	2.08e-03	0.0
17	4	1.87	0.0	-1.57	0.0	4.07e-03	0.0
17	5	2.54	0.0	-0.22	0.0	3.86e-03	0.0
17	6	2.54	0.0	-0.16	0.0	3.83e-03	0.0
17	7	0.93	0.0	-0.55	0.0	1.59e-03	0.0
17	8	-0.45	0.0	-0.79	0.0	-3.93e-04	0.0
17	9	1.70	0.0	-1.11	0.0	3.53e-03	0.0
17	10	0.42	0.0	-1.11	0.0	1.29e-03	0.0
17	11	0.22	0.0	-1.15	0.0	1.02e-03	0.0
17	12	2.14	0.0	-1.18	0.0	4.35e-03	0.0
17	13	2.15	0.0	-1.61	0.0	4.32e-03	0.0
18	1	0.03	0.0	-0.91	0.0	-5.15e-04	0.0
18	2	0.71	0.0	-0.96	0.0	7.49e-04	0.0
18	3	0.75	0.0	-1.98	0.0	-1.14e-04	0.0
18	4	1.98	0.0	-2.16	0.0	1.88e-03	0.0
18	5	2.54	0.0	-1.02	0.0	3.71e-03	0.0
18	6	2.54	0.0	-0.97	0.0	3.74e-03	0.0
18	7	0.95	0.0	-0.86	0.0	1.17e-03	0.0
18	8	-0.42	0.0	-0.66	0.0	-9.81e-04	0.0
18	9	1.79	0.0	-1.64	0.0	1.91e-03	0.0
18	10	0.48	0.0	-1.26	0.0	-2.29e-05	0.0
18	11	0.29	0.0	-1.24	0.0	-3.36e-04	0.0
18	12	2.24	0.0	-1.83	0.0	2.53e-03	0.0
18	13	2.24	0.0	-2.26	0.0	2.56e-03	0.0
19	1	-2.71e-03	0.0	-0.70	0.0	4.64e-03	0.0
19	2	0.75	0.0	-0.51	0.0	4.79e-03	0.0
19	3	0.74	0.0	-0.94	0.0	0.02	0.0
19	4	2.07	0.0	-0.75	0.0	0.02	0.0
19	5	2.73	0.0	-0.04	0.0	4.02e-03	0.0
19	6	2.73	0.0	5.23e-03	0.0	3.74e-03	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 147 di 172

19	7	1.01	0.0	-0.37	0.0	4.02e-03	0.0
19	8	-0.47	0.0	-0.62	0.0	3.74e-03	0.0
19	9	1.88	0.0	-0.51	0.0	0.01	0.0
19	10	0.48	0.0	-0.62	0.0	0.01	0.0
19	11	0.27	0.0	-0.66	0.0	0.01	0.0
19	12	2.36	0.0	-0.49	0.0	0.02	0.0
19	13	2.36	0.0	-0.92	0.0	0.02	0.0
20	1	2.71e-03	0.0	-0.70	0.0	-4.64e-03	0.0
20	2	0.74	0.0	-0.76	0.0	-4.48e-03	0.0
20	3	0.75	0.0	-1.19	0.0	-0.02	0.0
20	4	2.08	0.0	-1.37	0.0	-0.02	0.0
20	5	2.73	0.0	-0.89	0.0	-2.95e-03	0.0
20	6	2.73	0.0	-0.85	0.0	-2.66e-03	0.0
20	7	1.01	0.0	-0.70	0.0	-3.62e-03	0.0
20	8	-0.47	0.0	-0.49	0.0	-3.90e-03	0.0
20	9	1.88	0.0	-1.06	0.0	-0.01	0.0
20	10	0.48	0.0	-0.79	0.0	-0.01	0.0
20	11	0.27	0.0	-0.76	0.0	-0.01	0.0
20	12	2.37	0.0	-1.18	0.0	-0.01	0.0
20	13	2.37	0.0	-1.62	0.0	-0.01	0.0

Nodo	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
	-0.47	0.0	-10.30	0.0	-0.02	0.0
	2.73	0.0	0.04	0.0	0.02	0.0

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	---------------------	---------------------	---------------------

Nodo		Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
------	--	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------

Nodo	Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm	Azione RZ daN cm
------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	---------------------	---------------------	---------------------

## 28 RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

### 28.1 LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (esprese nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione: 3) palo singolo ( <i>PALO</i> ) 4) plinto su palo 5) plinto su due pali ( <i>PL.2P</i> ) 6) plinto su tre pali ( <i>PL.3P</i> ) 7) plinto su quattro pali ( <i>PL.4P</i> ) 8) plinto rettangolare su cinque pali ( <i>PL.5P.R</i> ) 9) plinto pentagonale su cinque pali ( <i>PL.5P</i> ) 10) plinto su sei pali ( <i>PL.6P</i> )
<b>Palo</b>	numero del palo
<b>Comb.</b>	combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.
<b>Quota</b>	quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione.

L'azione  $F_z$  ( corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

<b>Nodo</b>	numero del nodo a cui è applicato il plinto
<b>Tipo</b>	Codice identificativo del nome assegnato al plinto
<b>area</b>	area dell'impronta del plinto
<b>Wink O</b> <b>Wink V</b>	coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati
<b>Comb</b>	Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 149 di 172

<b>Pt (P1 P2 P3 P4)</b>	valori di pressione nei vertici
-------------------------	---------------------------------

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.  
 Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.  
 Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.  
 Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>		<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 150 di 172

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
96	PLINTO SUPERFICIALE
97	PLINTO SUPERFICIALE
98	PLINTO SUPERFICIALE
99	PLINTO SUPERFICIALE
100	PLINTO SUPERFICIALE
101	PLINTO SUPERFICIALE
102	PLINTO SUPERFICIALE
103	PLINTO SUPERFICIALE
104	PLINTO SUPERFICIALE
105	PLINTO SUPERFICIALE
106	PLINTO SUPERFICIALE
107	PLINTO SUPERFICIALE
108	PLINTO SUPERFICIALE
109	PLINTO SUPERFICIALE
110	PLINTO SUPERFICIALE
111	PLINTO SUPERFICIALE
112	PLINTO SUPERFICIALE
113	PLINTO SUPERFICIALE
114	PLINTO SUPERFICIALE
115	FONDAZIONE NASTRIFORME
116	CALCOLO DEI K DI WINKLER

Elem.	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2	Cmb	Pt ini daN/cm2	Pt fin daN/cm2	Pt max daN/cm2
1	1	-1.74	-1.65	-1.74	2	-1.30	-1.29	-1.30	3	-3.22	-3.09	-3.22
	4	-2.68	-2.65	-2.68		-0.03	-0.21	-0.21		6	0.07	-0.10
	7	-0.93	-0.95	-0.95		-1.59	-1.50	-1.59		9	-1.83	-1.83
	10	-2.05	-1.97	-2.05		-2.16	-2.06	-2.15		12	-1.88	-1.90
	13	-2.74	-2.78	-2.78								
2	1	-1.65	-0.56	-1.56	2	-1.29	-0.61	-1.27	3	-3.09	-0.91	-2.94
	4	-2.65	-0.91	-2.58		-0.21	-0.48	-0.63		6	-0.10	-0.45
	7	-0.95	-0.51	-0.96		-1.50	-0.50	-1.40		9	-1.83	-0.67
	10	-1.97	-0.61	-1.88		-2.06	-0.61	-1.95		12	-1.90	-0.71
	13	-2.78	-1.68	-2.77								

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 151 di 172



3	1	-0.56	-1.65	-1.65	2	-0.61	-1.85	-1.85	3	-0.91	-3.65	-3.65
	4	-0.91	-4.09	-4.09		5	-0.48	-2.14		6	-0.45	-2.04
	7	-0.51	-1.68	-1.68		8	-0.50	-1.18		9	-0.67	-3.13
	10	-0.61	-2.33	-2.33		11	-0.61	-2.26		12	-0.71	-3.53
	13	-1.68	-4.41	-4.41								
4	1	-1.65	-1.74	-1.74	2	-1.85	-1.97	-1.97	3	-3.65	-3.90	-3.90
	4	-4.09	-4.45	-4.45		5	-2.14	-2.40		6	-2.04	-2.29
	7	-1.68	-1.82	-1.82		8	-1.18	-1.21		9	-3.13	-3.42
	10	-2.33	-2.49	-2.49		11	-2.26	-2.40		12	-3.53	-3.87
	13	-4.41	-4.74	-4.74								
<b>Elem.</b>		<b>Pt ini</b>	<b>Pt fin</b>	<b>Pt max</b>		<b>Pt ini</b>	<b>Pt fin</b>	<b>Pt max</b>		<b>Pt ini</b>	<b>Pt fin</b>	<b>Pt max</b>
		-4.74										
		0.07										

## 29 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

### 29.1 LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Gli elementi vengono suddivisi, in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastr**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

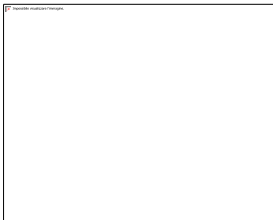

Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastr* sono riportati in tabella i seguenti valori:

<b>Pilas.</b>	numero dell'elemento pilastr
<b>Cmb</b>	combinazione in cui si verificano i valori riportati
<b>M3 mx/mn</b>	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>M2 mx/mn</b>	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
<b>D2/D3</b>	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Q2/Q3</b>	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
<b>Pos.</b>	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
<b>N, V2, ecc..</b>	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.

	orientamento elementi 2D non verticali		orientamento elementi 2D verticali
---	---	--	---------------------------------------

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 153 di 172

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 154 di 172

Pilas.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
5	1	8.053e+06	0.0	-0.04	0.0	0.0-5.443e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	8.053e+06
		7.625e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-5.275e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	7.625e+06
5	2	5.206e+06	0.0	-0.06	2904.86	0.0-5.443e+04	-2.052e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	5.206e+06
		4.253e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-5.275e+04	-1.761e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.253e+06
5	3	1.580e+07	0.0	-0.11	2904.86	0.0-1.280e+05	-2.938e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.580e+07
		1.440e+07	0.0	0.0	0.0	50.0-1.263e+05	-2.647e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.440e+07
5	4	9.196e+06	0.0	-0.17	2904.86	0.0-1.280e+05	-2.092e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	9.196e+06
		8.224e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-1.263e+05	-1.801e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.224e+06
5	5	-6.735e+06	0.0	-0.14	1793.00	0.0-4.145e+04	1342.61	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.847e+06
		-6.847e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-4.015e+04	3135.61	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.735e+06
5	6	-7.194e+06	0.0	-0.13	1793.00	0.0-3.817e+04	1862.35	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.333e+06
		-7.333e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-3.698e+04	3655.35	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.194e+06
5	7	2.306e+06	0.0	-0.07	2044.13	0.0-4.528e+04	-1.223e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	2.306e+06
		1.746e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-4.385e+04	-1.019e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.746e+06
5	8	9.666e+06	0.0	-4.79e-03	2259.38	0.0-4.528e+04	-2.335e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	9.666e+06
		8.556e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-4.385e+04	-2.109e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.556e+06
5	9	5.028e+06	0.0	-0.14	2151.75	0.0-9.429e+04	-1.324e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	5.028e+06
		4.420e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-9.304e+04	-1.109e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.420e+06
5	10	1.001e+07	0.0	-0.07	2151.75	0.0-8.067e+04	-2.051e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.001e+07
		9.044e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-7.942e+04	-1.835e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	9.044e+06
5	11	1.106e+07	0.0	-0.06	2151.75	0.0-8.067e+04	-2.185e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.106e+07
		1.002e+07	0.0	0.0	0.0	50.0-7.942e+04	-1.969e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.002e+07
5	12	3.993e+06	0.0	-0.17	2151.75	0.0-1.038e+05	-1.130e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	3.993e+06
		3.482e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-1.026e+05	-9149.46	0.0	0.0	0.0	0.0	3.482e+06
5	13	3.320e+06	0.0	-0.16	2151.75	0.0-1.038e+05	-1.044e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	3.320e+06
		2.853e+06	0.0	0.0	0.0	50.0-1.026e+05	-8286.96	0.0	0.0	0.0	0.0	2.853e+06
6	1	7.625e+06	0.0	-0.10	0.0	0.0-5.275e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	7.625e+06
		4.715e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-4.127e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	4.715e+06
6	2	4.253e+06	0.0	-0.34	1.465e+04	0.0-5.275e+04	-1.761e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.253e+06
		1.008e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-4.127e+04	-2959.12	0.0	0.0	0.0	0.0	1.008e+06
6	3	1.440e+07	0.0	-0.48	1.465e+04	0.0-1.263e+05	-2.647e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.440e+07
		8.142e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-1.148e+05	-1.182e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.142e+06
6	4	8.224e+06	0.0	-0.99	1.465e+04	0.0-1.263e+05	-1.801e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.224e+06
		4.842e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-1.148e+05	-3361.18	0.0	0.0	0.0	0.0	4.842e+06
6	5	-4.052e+06	0.0	-1.07	8413.30	0.0-4.015e+04	3135.61	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.735e+06
		-6.735e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-3.128e+04	1.155e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.052e+06
6	6	-4.334e+06	0.0	-1.07	8413.30	0.0-3.698e+04	3655.35	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.194e+06
		-7.194e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.884e+04	1.207e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.334e+06
6	7	1.746e+06	0.0	-0.43	1.012e+04	0.0-4.385e+04	-1.019e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.746e+06
		1.895e+05	0.0	0.0	0.0	340.0-3.413e+04	-66.37	0.0	0.0	0.0	0.0	1.895e+05
6	8	8.556e+06	0.0	0.13	1.158e+04	0.0-4.385e+04	-2.109e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.556e+06
		3.542e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-3.413e+04	-9502.57	0.0	0.0	0.0	0.0	3.542e+06
6	9	4.420e+06	0.0	-0.86	1.085e+04	0.0-9.304e+04	-1.109e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.420e+06
		2.682e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-8.454e+04	-235.01	0.0	0.0	0.0	0.0	2.682e+06
6	10	9.044e+06	0.0	-0.30	1.085e+04	0.0-7.942e+04	-1.835e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	9.044e+06
		4.835e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-7.092e+04	-7501.41	0.0	0.0	0.0	0.0	4.835e+06
6	11	1.002e+07	0.0	-0.22	1.085e+04	0.0-7.942e+04	-1.969e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.002e+07
		5.358e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-7.092e+04	-8842.04	0.0	0.0	0.0	0.0	5.358e+06
6	12	3.482e+06	0.0	-1.07	1.085e+04	0.0-1.026e+05	-9149.46	0.0	0.0	0.0	0.0	3.482e+06
		2.345e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-9.408e+04	1703.34	0.0	0.0	0.0	0.0	2.403e+06
6	13	2.853e+06	0.0	-1.06	1.085e+04	0.0-1.026e+05	-8286.96	0.0	0.0	0.0	0.0	2.853e+06
		1.935e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-9.408e+04	2565.84	0.0	0.0	0.0	0.0	2.067e+06
7	1	4.715e+06	0.0	0.10	0.0	0.0-4.127e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	4.715e+06
		1.804e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.980e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	1.804e+06
7	2	1.233e+06	0.0	-0.29	5755.86	0.0-4.127e+04	-2959.12	0.0	0.0	0.0	0.0	1.008e+06
		8.485e+05	0.0	0.0	0.0	340.0-2.980e+04	2796.74	0.0	0.0	0.0	0.0	1.233e+06
7	3	8.142e+06	0.0	-0.14	5755.86	0.0-1.148e+05	-1.182e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.142e+06
		5.353e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-1.033e+05	-6066.10	0.0	0.0	0.0	0.0	5.353e+06
7	4	4.930e+06	0.0	-0.78	5755.86	0.0-1.148e+05	-3361.18	0.0	0.0	0.0	0.0	4.842e+06
		4.631e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-1.033e+05	2394.68	0.0	0.0	0.0	0.0	4.930e+06
7	5	3.717e+05	0.0	-1.24	1824.10	0.0-3.128e+04	1.155e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.052e+06
		-4.052e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.242e+04	1.337e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	3.717e+05
7	6	2.658e+05	0.0	-1.24	1824.10	0.0-2.884e+04	1.207e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0-4.334e+06
		-4.334e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.071e+04	1.389e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	2.658e+05
7	7	9.540e+05	0.0	-0.42	3531.75	0.0-3.413e+04	-66.37	0.0	0.0	0.0	0.0	1.895e+05
		1.895e+05	0.0	0.0	0.0	340.0-2.441e+04	3465.38	0.0	0.0	0.0	0.0	9.540e+05

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 155 di 172

7	8	3.542e+06	0.0	0.28	4995.45	0.0-3.413e+04	-9502.57	0.0	0.0	0.0	3.542e+06
		1.347e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.441e+04	-4507.12	0.0	0.0	0.0	1.347e+06
7	9	3.514e+06	0.0	-0.74	4263.60	0.0-8.454e+04	-235.01	0.0	0.0	0.0	2.682e+06
		2.682e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-7.604e+04	4028.59	0.0	0.0	0.0	3.514e+06
7	10	4.835e+06	0.0	-0.10	4263.60	0.0-7.092e+04	-7501.41	0.0	0.0	0.0	4.835e+06
		3.196e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-6.242e+04	-3237.81	0.0	0.0	0.0	3.196e+06
7	11	5.358e+06	0.0	-0.02	4263.60	0.0-7.092e+04	-8842.04	0.0	0.0	0.0	5.358e+06
		3.263e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-6.242e+04	-4578.44	0.0	0.0	0.0	3.263e+06
7	12	3.894e+06	0.0	-0.96	4263.60	0.0-9.408e+04	1703.34	0.0	0.0	0.0	2.403e+06
		2.403e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-8.558e+04	5966.94	0.0	0.0	0.0	3.894e+06
7	13	3.851e+06	0.0	-0.97	4263.60	0.0-9.408e+04	2565.84	0.0	0.0	0.0	2.067e+06
		2.067e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-8.558e+04	6829.44	0.0	0.0	0.0	3.851e+06
8	1	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	-1687.50	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2	1603.12	0.0	-0.04	96.19	0.0	-1687.50	-96.19	0.0	0.0	1603.12
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3	1603.12	0.0	-1.64e-03	96.19	0.0	-1687.50	-96.19	0.0	0.0	1603.12
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	4	1603.13	0.0	-0.10	96.19	0.0	-1687.50	-96.19	0.0	0.0	1603.13
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	5	1.22e-04	0.0	-0.18	-287.50	0.0	-1303.82	287.50	0.0	0.0	-7781.25
		-7781.25	0.0	0.0	0.0	50.0	1.83e-06	0.0	0.0	0.0	1.22e-04
8	6	1.22e-04	0.0	-0.19	-287.50	0.0	-1196.18	287.50	0.0	0.0	-7781.25
		-7781.25	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.83e-06	0.0	0.0	0.0	1.22e-04
8	7	3.68e-05	0.0	-0.06	-36.37	0.0	-1429.40	36.38	0.0	0.0	-1503.13
		-1503.13	0.0	0.0	0.0	50.0	6.10e-06	0.0	0.0	0.0	3.68e-05
8	8	3878.12	0.0	0.05	178.88	0.0	-1429.40	-178.87	0.0	0.0	3878.12
		-3.66e-05	0.0	0.0	0.0	50.0	6.10e-06	0.0	0.0	0.0	-3.66e-05
8	9	1187.50	0.0	-0.10	71.25	0.0	-1250.00	-71.25	0.0	0.0	1187.50
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	10	1187.50	0.0	-3.21e-03	71.25	0.0	-1250.00	-71.25	0.0	0.0	1187.50
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	11	1187.50	0.0	0.01	71.25	0.0	-1250.00	-71.25	0.0	0.0	1187.50
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	12	1187.50	0.0	-0.13	71.25	0.0	-1250.00	-71.25	0.0	0.0	1187.50
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	13	1187.50	0.0	-0.13	71.25	0.0	-1250.00	-71.25	0.0	0.0	1187.50
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1	0.0	0.0	-0.02	0.0	0.0	-1687.50	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	2	0.0	0.0	-0.06	-835.31	0.0	-1687.50	835.31	0.0	0.0	-1.955e+04
		-1.955e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	3	0.0	0.0	-0.10	-835.31	0.0	-1687.50	835.31	0.0	0.0	-1.955e+04
		-1.955e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	4	0.0	0.0	-0.20	-835.31	0.0	-1687.50	835.31	0.0	0.0	-1.955e+04
		-1.955e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	5	1.22e-04	0.0	-0.19	-2604.00	0.0	-1303.82	2604.00	0.0	0.0	-6.411e+04
		-6.411e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	1.83e-06	0.0	0.0	0.0	1.22e-04
13	6	1.22e-04	0.0	-0.19	-2604.00	0.0	-1196.18	2604.00	0.0	0.0	-6.411e+04
		-6.411e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.83e-06	0.0	0.0	0.0	1.22e-04
13	7	3.67e-05	0.0	-0.08	-864.33	0.0	-1429.40	864.33	0.0	0.0	-2.062e+04
		-2.062e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	6.10e-06	0.0	0.0	0.0	3.67e-05
13	8	1.666e+04	0.0	0.02	626.83	0.0	-1429.40	-626.82	0.0	0.0	1.666e+04
		-3.66e-05	0.0	0.0	0.0	50.0	6.10e-06	0.0	0.0	0.0	-3.66e-05
13	9	0.0	0.0	-0.17	-618.75	0.0	-1250.00	618.75	0.0	0.0	-1.448e+04
		-1.448e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	10	0.0	0.0	-0.06	-493.75	0.0	-1250.00	493.75	0.0	0.0	-1.135e+04
		-1.135e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	11	0.0	0.0	-0.05	-118.75	0.0	-1250.00	118.75	0.0	0.0	-1979.17
		-1979.17	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	12	0.0	0.0	-0.21	-693.75	0.0	-1250.00	693.75	0.0	0.0	-1.635e+04
		-1.635e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	13	0.0	0.0	-0.21	-693.75	0.0	-1250.00	693.75	0.0	0.0	-1.635e+04
		-1.635e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	1	-1.804e+06	0.0	-0.10	0.0	0.0-4.127e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0	-4.715e+06
		-4.715e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.980e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0	-1.804e+06
14	2	-1.161e+06	0.0	-0.38	-1.418e+04	0.0-4.127e+04	1.213e+04	0.0	0.0	0.0	-2.542e+06
		-2.542e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-2.980e+04	-2057.61	0.0	0.0	0.0	-1.251e+06
14	3	-5.371e+06	0.0	-0.53	-1.418e+04	0.0-1.148e+05	2.099e+04	0.0	0.0	0.0	-9.676e+06
		-9.676e+06	0.0	0.0	0.0	340.0-1.033e+05	6805.23	0.0	0.0	0.0	-5.371e+06

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 156 di 172

14	4-5.794e+06	0.0	-1.17 -1.418e+04	0.0 -1.148e+05	2.945e+04	0.0	0.0	0.0 -1.298e+07
	-1.298e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -1.033e+05	1.527e+04	0.0	0.0	0.0 -5.794e+06
14	5-9.762e+05	0.0	-1.28 -2.401e+04	0.0 -3.128e+04	2.418e+04	0.0	0.0	0.0 -4.804e+06
	-4.804e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -2.242e+04	171.49	0.0	0.0	0.0 -9.762e+05
14	6-8.703e+05	0.0	-1.27 -2.401e+04	0.0 -2.884e+04	2.366e+04	0.0	0.0	0.0 -4.522e+06
	-4.522e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -2.071e+04	-348.25	0.0	0.0	0.0 -8.703e+05
14	7-1.136e+06	0.0	-0.50 -1.218e+04	0.0 -3.413e+04	1.281e+04	0.0	0.0	0.0 -3.109e+06
	-3.109e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -2.441e+04	631.22	0.0	0.0	0.0 -1.136e+06
14	8-1.167e+06	0.0	0.17 -2036.09	0.0 -3.413e+04	2541.61	0.0	0.0	0.0 -1.374e+06
	-1.374e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -2.441e+04	505.52	0.0	0.0	0.0 -1.167e+06
14	9-4.373e+06	0.0	-1.03 -1.051e+04	0.0 -8.454e+04	2.395e+04	0.0	0.0	0.0 -1.042e+07
	-1.042e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -7.604e+04	1.344e+04	0.0	0.0	0.0 -4.373e+06
14	10-3.206e+06	0.0	-0.33 -9656.00	0.0 -7.092e+04	1.332e+04	0.0	0.0	0.0 -5.781e+06
	-5.781e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -6.242e+04	3660.31	0.0	0.0	0.0 -3.206e+06
14	11-3.264e+06	0.0	-0.24 -7106.00	0.0 -7.092e+04	1.173e+04	0.0	0.0	0.0 -5.734e+06
	-5.734e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -6.242e+04	4625.94	0.0	0.0	0.0 -3.264e+06
14	12-5.037e+06	0.0	-1.29 -1.102e+04	0.0 -9.408e+04	2.823e+04	0.0	0.0	0.0 -7.125e+07
	-1.245e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -8.558e+04	1.722e+04	0.0	0.0	0.0 -5.037e+06
14	13-4.994e+06	0.0	-1.28 -1.102e+04	0.0 -9.408e+04	2.737e+04	0.0	0.0	0.0 -1.212e+07
	-1.212e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -8.558e+04	1.636e+04	0.0	0.0	0.0 -4.994e+06
15	1-4.715e+06	0.0	0.10 0.0	0.0 -5.275e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0 -7.625e+06
	-7.625e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -4.127e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0 -4.715e+06
15	2-2.542e+06	0.0	-0.25 -2.901e+04	0.0 -5.275e+04	4.113e+04	0.0	0.0	0.0 -1.118e+07
	-1.118e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -4.127e+04	1.213e+04	0.0	0.0	0.0 -2.542e+06
15	3-9.676e+06	0.0	-0.11 -2.901e+04	0.0 -1.263e+05	5.000e+04	0.0	0.0	0.0 -2.132e+07
	-2.132e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -1.148e+05	2.099e+04	0.0	0.0	0.0 -9.676e+06
15	4-1.298e+07	0.0	-0.62 -2.901e+04	0.0 -1.263e+05	5.846e+04	0.0	0.0	0.0 -2.750e+07
	-2.750e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -1.148e+05	2.945e+04	0.0	0.0	0.0 -1.298e+07
15	5-4.804e+06	0.0	-1.05 -3.499e+04	0.0 -4.015e+04	5.916e+04	0.0	0.0	0.0 -1.866e+07
	-1.866e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -3.128e+04	2.418e+04	0.0	0.0	0.0 -4.804e+06
15	6-4.522e+06	0.0	-1.06 -3.499e+04	0.0 -3.698e+04	5.865e+04	0.0	0.0	0.0 -1.820e+07
	-1.820e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -2.884e+04	2.366e+04	0.0	0.0	0.0 -4.522e+06
15	7-3.109e+06	0.0	-0.36 -2.316e+04	0.0 -4.385e+04	3.597e+04	0.0	0.0	0.0 -1.109e+07
	-1.109e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -3.413e+04	1.281e+04	0.0	0.0	0.0 -3.109e+06
15	8-1.374e+06	0.0	0.23 -1.302e+04	0.0 -4.385e+04	1.556e+04	0.0	0.0	0.0 -4.140e+06
	-4.140e+06	0.0	0.0 0.0	340.0 -3.413e+04	2541.61	0.0	0.0	0.0 -1.374e+06
15	9-1.042e+07	0.0	-0.59 -2.149e+04	0.0 -9.304e+04	4.543e+04	0.0	0.0	0.0 -2.190e+07
	-2.190e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -8.454e+04	2.395e+04	0.0	0.0	0.0 -1.042e+07
15	10-5.781e+06	0.0	-0.08 -2.064e+04	0.0 -7.942e+04	3.395e+04	0.0	0.0	0.0 -1.351e+07
	-1.351e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -7.092e+04	1.332e+04	0.0	0.0	0.0 -5.781e+06
15	11-5.734e+06	0.0	0.05 -1.809e+04	0.0 -7.942e+04	2.982e+04	0.0	0.0	0.0 -1.249e+07
	-1.249e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -7.092e+04	1.173e+04	0.0	0.0	0.0 -5.734e+06
15	12-1.245e+07	0.0	-0.76 -2.200e+04	0.0 -1.026e+05	5.023e+04	0.0	0.0	0.0 -2.548e+07
	-2.548e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -9.408e+04	2.823e+04	0.0	0.0	0.0 -1.245e+07
15	13-1.212e+07	0.0	-0.76 -2.200e+04	0.0 -1.026e+05	4.937e+04	0.0	0.0	0.0 -2.485e+07
	-2.485e+07	0.0	0.0 0.0	340.0 -9.408e+04	2.737e+04	0.0	0.0	0.0 -1.212e+07
16	1-7.625e+06	0.0	0.04 0.0	0.0 -5.443e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0 -8.053e+06
	-8.053e+06	0.0	0.0 0.0	50.0 -5.275e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0 -7.625e+06
16	2-1.118e+07	0.0	-0.01 -5516.44	0.0 -5.443e+04	4.665e+04	0.0	0.0	0.0 -1.337e+07
	-1.337e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -5.275e+04	4.113e+04	0.0	0.0	0.0 -1.118e+07
16	3-2.132e+07	0.0	0.04 -5516.44	0.0 -1.280e+05	5.551e+04	0.0	0.0	0.0 -2.396e+07
	-2.396e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -1.263e+05	5.000e+04	0.0	0.0	0.0 -2.132e+07
16	4-2.750e+07	0.0	-0.01 -5516.44	0.0 -1.280e+05	6.397e+04	0.0	0.0	0.0 -3.056e+07
	-3.056e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -1.263e+05	5.846e+04	0.0	0.0	0.0 -2.750e+07
16	5-1.866e+07	0.0	-0.11 -6071.50	0.0 -4.145e+04	6.524e+04	0.0	0.0	0.0 -2.177e+07
	-2.177e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -4.015e+04	5.916e+04	0.0	0.0	0.0 -1.866e+07
16	6-1.820e+07	0.0	-0.11 -6071.50	0.0 -3.817e+04	6.472e+04	0.0	0.0	0.0 -2.129e+07
	-2.129e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -3.698e+04	5.865e+04	0.0	0.0	0.0 -1.820e+07
16	7-1.109e+07	0.0	-0.02 -4331.82	0.0 -4.528e+04	4.030e+04	0.0	0.0	0.0 -1.299e+07
	-1.299e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -4.385e+04	3.597e+04	0.0	0.0	0.0 -1.109e+07
16	8-4.140e+06	0.0	0.04 -2840.67	0.0 -4.528e+04	1.840e+04	0.0	0.0	0.0 -4.988e+06
	-4.988e+06	0.0	0.0 0.0	50.0 -4.385e+04	1.556e+04	0.0	0.0	0.0 -4.140e+06
16	9-2.190e+07	0.0	-0.02 -4086.25	0.0 -9.429e+04	4.952e+04	0.0	0.0	0.0 -2.427e+07
	-2.427e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -9.304e+04	4.543e+04	0.0	0.0	0.0 -2.190e+07
16	10-1.351e+07	0.0	0.03 -3961.25	0.0 -8.067e+04	3.792e+04	0.0	0.0	0.0 -1.530e+07
	-1.530e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -7.942e+04	3.395e+04	0.0	0.0	0.0 -1.351e+07
16	11-1.249e+07	0.0	0.04 -3586.25	0.0 -8.067e+04	3.341e+04	0.0	0.0	0.0 -1.407e+07
	-1.407e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -7.942e+04	2.982e+04	0.0	0.0	0.0 -1.249e+07
16	12-2.548e+07	0.0	-0.04 -4161.25	0.0 -1.038e+05	5.439e+04	0.0	0.0	0.0 -2.810e+07
	-2.810e+07	0.0	0.0 0.0	50.0 -1.026e+05	5.023e+04	0.0	0.0	0.0 -2.548e+07

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 157 di 172

16	13	-2.485e+07	0.0	-0.04	-4161.25	0.0	-1.038e+05	5.353e+04	0.0	0.0	0.0	-2.742e+07
		-2.742e+07	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.026e+05	4.937e+04	0.0	0.0	0.0	-2.485e+07
18	1	0.0	0.0	-0.03	0.0	0.0	-2.693e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0	-4.280e+05
		-4.280e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.575e+04	8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0
18	2	1.446e+05	0.0	-0.06	0.0	0.0	-2.693e+04	-2892.93	0.0	0.0	0.0	1.446e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.575e+04	-2892.93	0.0	0.0	0.0	0.0
18	3	0.0	0.0	-0.10	0.0	0.0	-1.005e+05	5969.92	0.0	0.0	0.0	-2.985e+05
		-2.985e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-9.929e+04	5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0
18	4	0.0	0.0	-0.21	0.0	0.0	-1.005e+05	1.443e+04	0.0	0.0	0.0	-7.215e+05
		-7.215e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-9.929e+04	1.443e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
18	5	1.216e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-2.024e+04	-2432.51	0.0	0.0	0.0	1.216e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.936e+04	-2432.51	0.0	0.0	0.0	0.0
18	6	1.476e+05	0.0	-0.19	0.0	0.0	-1.864e+04	-2952.25	0.0	0.0	0.0	1.476e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.776e+04	-2952.25	0.0	0.0	0.0	0.0
18	7	1.166e+04	0.0	-0.08	0.0	0.0	-2.210e+04	-233.11	0.0	0.0	0.0	1.166e+04
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.123e+04	-233.11	0.0	0.0	0.0	0.0
18	8	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	-2.210e+04	1132.35	0.0	0.0	0.0	-5.662e+04
		-5.662e+04	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.123e+04	1132.35	0.0	0.0	0.0	0.0
18	9	0.0	0.0	-0.18	0.0	0.0	-7.391e+04	1.282e+04	0.0	0.0	0.0	-6.411e+05
		-6.411e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-7.304e+04	1.282e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
18	10	0.0	0.0	-0.06	0.0	0.0	-6.029e+04	3166.56	0.0	0.0	0.0	-1.583e+05
		-1.583e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-5.942e+04	3166.56	0.0	0.0	0.0	0.0
18	11	0.0	0.0	-0.05	0.0	0.0	-6.029e+04	4507.19	0.0	0.0	0.0	-2.254e+05
		-2.254e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-5.942e+04	4507.19	0.0	0.0	0.0	0.0
18	12	0.0	0.0	-0.22	0.0	0.0	-8.345e+04	1.652e+04	0.0	0.0	0.0	-8.262e+05
		-8.262e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-8.258e+04	1.652e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
18	13	0.0	0.0	-0.22	0.0	0.0	-8.345e+04	1.566e+04	0.0	0.0	0.0	-7.831e+05
		-7.831e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-8.258e+04	1.566e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1	4.280e+05	0.0	0.03	0.0	0.0	-2.693e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	4.280e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.575e+04	-8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0
20	2	0.0	0.0	-0.04	0.0	0.0	-2.693e+04	2892.93	0.0	0.0	0.0	-1.446e+05
		-1.446e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.575e+04	2892.93	0.0	0.0	0.0	0.0
20	3	2.985e+05	0.0	6.30e-03	0.0	0.0	-1.005e+05	-5969.92	0.0	0.0	0.0	2.985e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-9.929e+04	-5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0
20	4	0.0	0.0	-0.09	0.0	0.0	-1.005e+05	2490.87	0.0	0.0	0.0	-1.245e+05
		-1.245e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-9.929e+04	2490.87	0.0	0.0	0.0	0.0
20	5	0.0	0.0	-0.19	0.0	0.0	-2.024e+04	1.309e+04	0.0	0.0	0.0	-6.543e+05
		-6.543e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.936e+04	1.309e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
20	6	0.0	0.0	-0.19	0.0	0.0	-1.864e+04	1.361e+04	0.0	0.0	0.0	-6.803e+05
		-6.803e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.776e+04	1.361e+04	0.0	0.0	0.0	0.0
20	7	0.0	0.0	-0.06	0.0	0.0	-2.210e+04	3429.01	0.0	0.0	0.0	-1.715e+05
		-1.715e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.123e+04	3429.01	0.0	0.0	0.0	0.0
20	8	2.164e+05	0.0	0.05	0.0	0.0	-2.210e+04	-4328.25	0.0	0.0	0.0	2.164e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-2.123e+04	-4328.25	0.0	0.0	0.0	0.0
20	9	0.0	0.0	-0.10	0.0	0.0	-7.391e+04	4099.84	0.0	0.0	0.0	-2.050e+05
		-2.050e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-7.304e+04	4099.84	0.0	0.0	0.0	0.0
20	10	1.583e+05	0.0	1.46e-03	0.0	0.0	-6.029e+04	-3166.56	0.0	0.0	0.0	1.583e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-5.942e+04	-3166.56	0.0	0.0	0.0	0.0
20	11	2.254e+05	0.0	0.02	0.0	0.0	-6.029e+04	-4507.19	0.0	0.0	0.0	2.254e+05
		0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	-5.942e+04	-4507.19	0.0	0.0	0.0	0.0
20	12	0.0	0.0	-0.13	0.0	0.0	-8.345e+04	6038.19	0.0	0.0	0.0	-3.019e+05
		-3.019e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-8.258e+04	6038.19	0.0	0.0	0.0	0.0
20	13	0.0	0.0	-0.13	0.0	0.0	-8.345e+04	6900.69	0.0	0.0	0.0	-3.450e+05
		-3.450e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-8.258e+04	6900.69	0.0	0.0	0.0	0.0

Pilas.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T
	-3.056e+07	0.0	-1.29	-3.499e+04	-1.280e+05	-2.938e+04	0.0	0.0
	1.580e+07	0.0	0.28	1.465e+04	6.10e-06	6.524e+04	0.0	0.0

Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
9	1	0.0	0.0	0.21	-1457.33	0.0	0.0	1457.33	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2	0.0	0.0	0.20	-1457.33	0.0	0.0	1457.32	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3	0.0	0.0	0.80	-5619.92	0.0	0.0	5619.91	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-1.32e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
9	4	0.0	0.0	0.79	-5619.92	0.0	478.91	5619.91	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-9.16e-06	-1.32e-04	0.0	0.0	0.0	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 158 di 172

9	5	0.0	0.0	0.13	-1095.97	0.0	301.50	1095.97	0.0	0.0	0.0	-2.466e+04
		-2.466e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	6	0.0	0.0	0.12	-1005.53	0.0	301.50	1005.52	0.0	0.0	0.0	-2.262e+04
		-2.262e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	7	0.0	0.0	0.16	-1201.50	0.0	90.45	1201.50	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	8	0.0	0.0	0.18	-1201.50	0.0	-90.45	1201.50	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	9	0.0	0.0	0.58	-4134.15	0.0	478.91	4134.15	0.0	0.0	0.0	-9.302e+04
		-9.302e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	-9.16e-06	-9.77e-05	0.0	0.0	0.0	0.0
9	10	0.0	0.0	0.48	-3363.30	0.0	0.0	3363.30	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-7.32e-05	0.0	0.0	0.0	0.0
9	11	0.0	0.0	0.48	-3363.30	0.0	0.0	3363.30	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-7.32e-05	0.0	0.0	0.0	0.0
9	12	0.0	0.0	0.65	-4674.28	0.0	638.55	4674.28	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-1.22e-05	-1.12e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
9	13	0.0	0.0	0.65	-4674.28	0.0	638.55	4674.28	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-1.22e-05	-1.12e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1	9.075e+06	0.0	2.19	-2.429e+04	0.0	8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	9.075e+06
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	8560.53	-2.429e+04	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
10	2	9.075e+06	0.0	2.07	-2.429e+04	0.0	-2892.93	0.0	0.0	0.0	0.0	9.075e+06
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-2892.93	-2.429e+04	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
10	3	3.500e+07	0.0	8.31	-9.367e+04	0.0	5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0	3.500e+07
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	5969.92	-9.367e+04	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
10	4	3.500e+07	0.0	8.14	-9.367e+04	0.0	5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0	3.500e+07
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	-2011.96	-9.367e+04	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
10	5	6.825e+06	0.0	1.24	-1.827e+04	0.0	-7759.01	0.0	0.0	0.0	0.0	6.825e+06
		-2.466e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-1.278e+04	-1.827e+04	0.0	0.0	0.0	-2.466e+04
10	6	6.262e+06	0.0	1.11	-1.676e+04	0.0	-8278.75	0.0	0.0	0.0	0.0	6.262e+06
		-2.262e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-1.330e+04	-1.676e+04	0.0	0.0	0.0	-2.262e+04
10	7	7.482e+06	0.0	1.65	-2.003e+04	0.0	-1831.06	0.0	0.0	0.0	0.0	7.482e+06
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-3338.56	-2.002e+04	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
10	8	7.482e+06	0.0	1.86	-2.003e+04	0.0	2730.30	0.0	0.0	0.0	0.0	7.482e+06
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	4237.80	-2.003e+04	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
10	9	2.575e+07	0.0	5.94	-6.890e+04	0.0	4360.95	0.0	0.0	0.0	0.0	2.575e+07
		-9.302e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-3620.93	-6.890e+04	0.0	0.0	0.0	-9.302e+04
10	10	2.094e+07	0.0	4.97	-5.606e+04	0.0	3166.56	0.0	0.0	0.0	0.0	2.094e+07
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	3166.56	-5.606e+04	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
10	11	2.094e+07	0.0	5.00	-5.606e+04	0.0	4507.19	0.0	0.0	0.0	0.0	2.094e+07
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	4507.19	-5.606e+04	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
10	12	2.911e+07	0.0	6.68	-7.790e+04	0.0	5242.86	0.0	0.0	0.0	0.0	2.911e+07
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	-5399.64	-7.790e+04	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
10	13	2.911e+07	0.0	6.68	-7.790e+04	0.0	4380.36	0.0	0.0	0.0	0.0	2.911e+07
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	-6262.14	-7.790e+04	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
11	1	9.075e+06	0.0	-2.19	-2.429e+04	0.0	8560.53	2.429e+04	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	8560.53	0.0	0.0	0.0	0.0	9.075e+06
11	2	9.075e+06	0.0	-2.31	-2.429e+04	0.0	-2892.93	2.429e+04	0.0	0.0	0.0	-3.279e+04
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-2892.93	0.0	0.0	0.0	0.0	9.075e+06
11	3	3.500e+07	0.0	-8.55	-9.367e+04	0.0	5969.92	9.367e+04	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0	3.500e+07
11	4	3.500e+07	0.0	-8.72	-9.367e+04	0.0	1.395e+04	9.367e+04	0.0	0.0	0.0	-1.264e+05
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	5969.92	0.0	0.0	0.0	0.0	3.500e+07
11	5	6.825e+06	0.0	-2.05	-1.827e+04	0.0	-2734.01	1.827e+04	0.0	0.0	0.0	-2.466e+04
		-2.466e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-7759.01	0.0	0.0	0.0	0.0	6.825e+06
11	6	6.262e+06	0.0	-1.91	-1.676e+04	0.0	-3253.75	1.676e+04	0.0	0.0	0.0	-2.262e+04
		-2.262e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-8278.75	0.0	0.0	0.0	0.0	6.262e+06
11	7	7.482e+06	0.0	-1.95	-2.003e+04	0.0	-323.56	2.003e+04	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	-1831.06	0.0	0.0	0.0	0.0	7.482e+06
11	8	7.482e+06	0.0	-1.74	-2.003e+04	0.0	1222.80	2.002e+04	0.0	0.0	0.0	-2.703e+04
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	2730.30	0.0	0.0	0.0	0.0	7.482e+06
11	9	2.575e+07	0.0	-6.46	-6.890e+04	0.0	1.234e+04	6.890e+04	0.0	0.0	0.0	-9.302e+04
		-9.302e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	4360.95	0.0	0.0	0.0	0.0	2.575e+07
11	10	2.094e+07	0.0	-5.12	-5.606e+04	0.0	3166.56	5.606e+04	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	3166.56	0.0	0.0	0.0	0.0	2.094e+07
11	11	2.094e+07	0.0	-5.09	-5.606e+04	0.0	4507.19	5.606e+04	0.0	0.0	0.0	-7.567e+04
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	750.0	4507.19	0.0	0.0	0.0	0.0	2.094e+07
11	12	2.911e+07	0.0	-7.34	-7.790e+04	0.0	1.589e+04	7.790e+04	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	5242.86	0.0	0.0	0.0	0.0	2.911e+07
11	13	2.911e+07	0.0	-7.34	-7.790e+04	0.0	1.502e+04	7.790e+04	0.0	0.0	0.0	-1.052e+05
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	750.0	4380.36	0.0	0.0	0.0	0.0	2.911e+07



12	1	0.0	0.0	-0.21	-1457.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-1457.33	0.0	0.0	0.0-3.279e+04
12	2	0.0	0.0	-0.22	-1457.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-3.279e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-1457.32	0.0	0.0	0.0-3.279e+04
12	3	0.0	0.0	-0.81	-5619.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-5619.91	0.0	0.0	0.0-1.264e+05
12	4	0.0	0.0	-0.82	-5619.92	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-1.264e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-478.91	-5619.91	0.0	0.0	0.0-1.264e+05
12	5	0.0	0.0	-0.18	-1095.97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-2.466e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	-301.50	-1095.97	0.0	0.0	0.0-2.466e+04
12	6	0.0	0.0	-0.17	-1005.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-2.262e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	-301.50	-1005.52	0.0	0.0	0.0-2.262e+04
12	7	0.0	0.0	-0.18	-1201.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	-90.45	-1201.50	0.0	0.0	0.0-2.703e+04
12	8	0.0	0.0	-0.17	-1201.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-2.703e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	90.45	-1201.50	0.0	0.0	0.0-2.703e+04
12	9	0.0	0.0	-0.61	-4134.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-9.302e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	-478.91	-4134.15	0.0	0.0	0.0-9.302e+04
12	10	0.0	0.0	-0.49	-3363.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-3363.30	0.0	0.0	0.0-7.567e+04
12	11	0.0	0.0	-0.48	-3363.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-7.567e+04	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-3363.30	0.0	0.0	0.0-7.567e+04
12	12	0.0	0.0	-0.69	-4674.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-638.55	-4674.28	0.0	0.0	0.0-1.052e+05
12	13	0.0	0.0	-0.69	-4674.28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-1.052e+05	0.0	0.0	0.0	45.0	-638.55	-4674.28	0.0	0.0	0.0-1.052e+05
17	1	4.280e+05	0.0	-0.03	-1181.25	0.0	8560.53	2.811e+04	0.0	0.0	0.0-1.804e+06
		-1.804e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	8560.53	2.693e+04	0.0	0.0	0.0-4.280e+05
17	2	1.446e+05	0.0	-0.06	-1181.25	0.0	-2892.93	2.811e+04	0.0	0.0	0.0-1.231e+06
		-1.231e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-2892.93	2.693e+04	0.0	0.0	0.0 1.446e+05
17	3	2.985e+05	0.0	-0.11	-1181.25	0.0	5969.92	1.016e+05	0.0	0.0	0.0-5.351e+06
		-5.351e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	5969.92	1.005e+05	0.0	0.0	0.0-2.985e+05
17	4	7.215e+05	0.0	-0.21	-1181.25	0.0	1.443e+04	1.016e+05	0.0	0.0	0.0-5.774e+06
		-5.774e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	1.443e+04	1.005e+05	0.0	0.0	0.0-7.215e+05
17	5	1.216e+05	0.0	-0.19	-875.00	0.0	-2432.51	2.111e+04	0.0	0.0	0.0-9.121e+05
		-9.121e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-2432.51	2.024e+04	0.0	0.0	0.0 1.216e+05
17	6	1.476e+05	0.0	-0.19	-875.00	0.0	-2952.25	1.951e+04	0.0	0.0	0.0-8.062e+05
		-8.062e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-2952.25	1.864e+04	0.0	0.0	0.0 1.476e+05
17	7	1.166e+04	0.0	-0.08	-875.00	0.0	-233.11	2.298e+04	0.0	0.0	0.0-1.115e+06
		-1.115e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-233.11	2.210e+04	0.0	0.0	0.0 1.166e+04
17	8	5.662e+04	0.0	0.02	-875.00	0.0	1132.35	2.298e+04	0.0	0.0	0.0-1.184e+06
		-1.184e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	1132.35	2.210e+04	0.0	0.0	0.0-5.662e+04
17	9	6.411e+05	0.0	-0.18	-875.00	0.0	1.282e+04	7.479e+04	0.0	0.0	0.0-4.359e+06
		-4.359e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	1.282e+04	7.391e+04	0.0	0.0	0.0-6.411e+05
17	10	1.583e+05	0.0	-0.07	-875.00	0.0	3166.56	6.117e+04	0.0	0.0	0.0-3.195e+06
		-3.195e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	3166.56	6.029e+04	0.0	0.0	0.0-1.583e+05
17	11	2.254e+05	0.0	-0.05	-875.00	0.0	4507.19	6.117e+04	0.0	0.0	0.0-3.262e+06
		-3.262e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	4507.19	6.029e+04	0.0	0.0	0.0-2.254e+05
17	12	8.262e+05	0.0	-0.22	-875.00	0.0	1.652e+04	8.433e+04	0.0	0.0	0.0-5.021e+06
		-5.021e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	1.652e+04	8.345e+04	0.0	0.0	0.0-8.262e+05
17	13	7.831e+05	0.0	-0.22	-875.00	0.0	1.566e+04	8.433e+04	0.0	0.0	0.0-4.978e+06
		-4.978e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	1.566e+04	8.345e+04	0.0	0.0	0.0-7.831e+05
19	1	4.280e+05	0.0	0.03	-1181.25	0.0	8560.53	-2.693e+04	0.0	0.0	0.0-4.280e+05
		-1.804e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	8560.53	-2.811e+04	0.0	0.0	0.0-1.804e+06
19	2	1.446e+05	0.0	-0.04	-1181.25	0.0	-2892.93	-2.693e+04	0.0	0.0	0.0 1.446e+05
		-1.231e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-2892.93	-2.811e+04	0.0	0.0	0.0-1.231e+06
19	3	2.985e+05	0.0	8.90e-03	-1181.25	0.0	5969.92	-1.005e+05	0.0	0.0	0.0-2.985e+05
		-5.351e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	5969.92	-1.016e+05	0.0	0.0	0.0-5.351e+06
19	4	1.245e+05	0.0	-0.09	-1181.25	0.0	-2490.87	-1.005e+05	0.0	0.0	0.0 1.245e+05
		-4.928e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-2490.87	-1.016e+05	0.0	0.0	0.0-4.928e+06
19	5	6.543e+05	0.0	-0.18	-875.00	0.0	-1.309e+04	-2.024e+04	0.0	0.0	0.0 6.543e+05
		-3.795e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.309e+04	-2.111e+04	0.0	0.0	0.0-3.795e+05
19	6	6.803e+05	0.0	-0.19	-875.00	0.0	-1.361e+04	-1.864e+04	0.0	0.0	0.0 6.803e+05
		-2.736e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-1.361e+04	-1.951e+04	0.0	0.0	0.0-2.736e+05
19	7	1.715e+05	0.0	-0.06	-875.00	0.0	-3429.01	-2.210e+04	0.0	0.0	0.0 1.715e+05
		-9.555e+05	0.0	0.0	0.0	50.0	-3429.01	-2.298e+04	0.0	0.0	0.0-9.555e+05
19	8	2.164e+05	0.0	0.05	-875.00	0.0	4328.25	-2.210e+04	0.0	0.0	0.0-2.164e+05
		-1.343e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	4328.25	-2.298e+04	0.0	0.0	0.0-1.343e+06
19	9	2.050e+05	0.0	-0.09	-875.00	0.0	-4099.84	-7.391e+04	0.0	0.0	0.0 2.050e+05
		-3.512e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-4099.84	-7.479e+04	0.0	0.0	0.0-3.512e+06

19	10	-1.583e+05	0.0	3.10e-03	-875.00	0.0	3166.56-6.029e+04	0.0	0.0	0.0-1.583e+05
		-3.195e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	3166.56-6.117e+04	0.0	0.0	0.0-3.195e+06
19	11	-2.254e+05	0.0	0.02	-875.00	0.0	4507.19-6.029e+04	0.0	0.0	0.0-2.254e+05
		-3.262e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	4507.19-6.117e+04	0.0	0.0	0.0-3.262e+06
19	12	3.019e+05	0.0	-0.12	-875.00	0.0	-6038.19-8.345e+04	0.0	0.0	0.0 3.019e+05
		-3.893e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-6038.19-8.433e+04	0.0	0.0	0.0-3.893e+06
19	13	3.450e+05	0.0	-0.12	-875.00	0.0	-6900.69-8.345e+04	0.0	0.0	0.0 3.450e+05
		-3.850e+06	0.0	0.0	0.0	50.0	-6900.69-8.433e+04	0.0	0.0	0.0-3.850e+06

Trave	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T
	-5.774e+06	0.0	-8.72	-9.367e+04	-1.361e+04	-1.016e+05	0.0	0.0
	3.500e+07	0.0	8.31	0.0	1.652e+04	1.016e+05	0.0	0.0

Trave f.	Cmb	M3 mx/mn daN cm	M2 mx/mn daN cm	D 2 / D 3 cm	Pt daN/cm2	Pos. cm	N daN	V 2 daN	V 3 daN	T daN cm	M 2 daN cm	M 3 daN cm
1	1	8.053e+06	0.0	0.04	-1.74	0.0	-8536.37	-5.443e+04	0.0	0.0	0.0 8.053e+06	
		5.504e+06	0.0	0.0		50.0	-8536.37	-4.762e+04	0.0	0.0	0.0 5.504e+06	
1	2	1.337e+07	0.0	2.73e-03	-1.30	0.0	-4.614e+04	-5.443e+04	0.0	0.0	0.0 1.337e+07	
		1.077e+07	0.0	0.0		50.0	-4.614e+04	-4.962e+04	0.0	0.0	0.0 1.077e+07	
1	3	2.396e+07	0.0	0.07	-3.22	0.0	-5.497e+04	-1.280e+05	0.0	0.0	0.0 2.396e+07	
		1.792e+07	0.0	0.0		50.0	-5.497e+04	-1.138e+05	0.0	0.0	0.0 1.792e+07	
1	4	3.056e+07	0.0	0.02	-2.68	0.0	-6.316e+04	-1.280e+05	0.0	0.0	0.0 3.056e+07	
		2.445e+07	0.0	0.0		50.0	-6.316e+04	-1.163e+05	0.0	0.0	0.0 2.445e+07	
1	5	2.177e+07	0.0	-0.09	-0.21	0.0	-6.389e+04	-4.145e+04	0.0	0.0	0.0 2.177e+07	
		1.968e+07	0.0	0.0		50.0	-6.425e+04	-4.214e+04	0.0	0.0	0.0 1.968e+07	
1	6	2.129e+07	0.0	-0.09	-0.10	0.0	-6.338e+04	-3.818e+04	0.0	0.0	0.0 2.129e+07	
		1.935e+07	0.0	0.0		50.0	-6.374e+04	-3.928e+04	0.0	0.0	0.0 1.935e+07	
1	7	1.300e+07	0.0	0.01	-0.95	0.0	-3.972e+04	-4.527e+04	0.0	0.0	0.0 1.300e+07	
		1.081e+07	0.0	0.0		50.0	-3.982e+04	-4.198e+04	0.0	0.0	0.0 1.081e+07	
1	8	4.988e+06	0.0	0.05	-1.59	0.0	-1.848e+04	-4.527e+04	0.0	0.0	0.0 4.988e+06	
		2.884e+06	0.0	0.0		50.0	-1.837e+04	-3.897e+04	0.0	0.0	0.0 2.884e+06	
1	9	2.427e+07	0.0	-2.67e-03	-1.84	0.0	-4.885e+04	-9.428e+04	0.0	0.0	0.0 2.427e+07	
		1.976e+07	0.0	0.0		50.0	-4.885e+04	-8.635e+04	0.0	0.0	0.0 1.976e+07	
1	10	1.530e+07	0.0	0.04	-2.05	0.0	-3.755e+04	-8.066e+04	0.0	0.0	0.0 1.530e+07	
		1.149e+07	0.0	0.0		50.0	-3.755e+04	-7.184e+04	0.0	0.0	0.0 1.149e+07	
1	11	1.407e+07	0.0	0.05	-2.16	0.0	-3.314e+04	-8.066e+04	0.0	0.0	0.0 1.407e+07	
		1.027e+07	0.0	0.0		50.0	-3.314e+04	-7.137e+04	0.0	0.0	0.0 1.027e+07	
1	12	2.810e+07	0.0	0.01	-1.90	0.0	-5.361e+04	-1.038e+05	0.0	0.0	0.0 2.810e+07	
		2.311e+07	0.0	0.0		50.0	-5.361e+04	-9.560e+04	0.0	0.0	0.0 2.311e+07	
1	13	2.742e+07	0.0	0.02	-2.78	0.0	-5.275e+04	-1.038e+05	0.0	0.0	0.0 2.742e+07	
		2.255e+07	0.0	0.0		50.0	-5.275e+04	-9.125e+04	0.0	0.0	0.0 2.255e+07	
2	1	5.504e+06	0.0	0.54	-1.65	0.0	-8282.90	-4.762e+04	0.0	0.0	0.0 5.504e+06	
		-6.907e+06	0.0	0.0		750.0	-8282.90	-0.61	0.0	0.0	0.0 -6.907e+06	
2	2	1.077e+07	0.0	-0.34	-1.29	0.0	-3.857e+04	-4.963e+04	0.0	0.0	0.0 1.077e+07	
		-6.442e+06	0.0	0.0		750.0	-3.857e+04	-6164.78	0.0	0.0	0.0 -6.442e+06	
2	3	1.792e+07	0.0	-1.09	-3.09	0.0	-4.714e+04	-1.139e+05	0.0	0.0	0.0 1.792e+07	
		-1.588e+07	0.0	0.0		750.0	-4.714e+04	-6165.58	0.0	0.0	0.0 -1.588e+07	
2	4	2.445e+07	0.0	-0.87	-2.65	0.0	-5.107e+04	-1.163e+05	0.0	0.0	0.0 2.445e+07	
		-1.588e+07	0.0	0.0		750.0	-5.107e+04	-1.613e+04	0.0	0.0	0.0 -1.588e+07	
2	5	1.968e+07	0.0	-0.14	-0.63	0.0	-4.369e+04	-4.214e+04	0.0	0.0	0.0 1.968e+07	
		-4.759e+06	0.0	0.0		750.0	-4.907e+04	-2.161e+04	0.0	0.0	0.0 -4.759e+06	
2	6	1.935e+07	0.0	-0.17	-0.57	0.0	-4.318e+04	-3.928e+04	0.0	0.0	0.0 1.935e+07	
		-4.344e+06	0.0	0.0		750.0	-4.856e+04	-2.161e+04	0.0	0.0	0.0 -4.344e+06	
2	7	1.081e+07	0.0	-0.22	-0.96	0.0	-3.112e+04	-4.198e+04	0.0	0.0	0.0 1.081e+07	
		-5.386e+06	0.0	0.0		750.0	-3.274e+04	-8071.14	0.0	0.0	0.0 -5.386e+06	
2	8	2.884e+06	0.0	-0.50	-1.50	0.0	-1.985e+04	-3.897e+04	0.0	0.0	0.0 2.884e+06	
		-5.790e+06	0.0	0.0		750.0	-1.824e+04	3531.61	0.0	0.0	0.0 -5.508e+06	
2	9	1.976e+07	0.0	-0.58	-1.83	0.0	-3.879e+04	-8.637e+04	0.0	0.0	0.0 1.976e+07	
		-1.170e+07	0.0	0.0		750.0	-3.879e+04	-1.453e+04	0.0	0.0	0.0 -1.170e+07	
2	10	1.149e+07	0.0	-0.68	-1.97	0.0	-3.231e+04	-7.184e+04	0.0	0.0	0.0 1.149e+07	
		-9.964e+06	0.0	0.0		750.0	-3.231e+04	-3992.75	0.0	0.0	0.0 -9.964e+06	
2	11	1.027e+07	0.0	-0.72	-2.06	0.0	-2.942e+04	-7.138e+04	0.0	0.0	0.0 1.027e+07	
		-9.999e+06	0.0	0.0		750.0	-2.942e+04	-2270.15	0.0	0.0	0.0 -9.999e+06	
2	12	2.311e+07	0.0	-0.60	-1.90	0.0	-4.179e+04	-9.562e+04	0.0	0.0	0.0 2.311e+07	
		-1.292e+07	0.0	0.0		750.0	-4.179e+04	-1.820e+04	0.0	0.0	0.0 -1.292e+07	
2	13	2.255e+07	0.0	-0.55	-2.78	0.0	-4.096e+04	-9.126e+04	0.0	0.0	0.0 2.255e+07	
		-1.231e+07	0.0	0.0		750.0	-4.096e+04	-1.820e+04	0.0	0.0	0.0 -1.231e+07	
3	1	5.504e+06	0.0	0.54	-1.65	0.0	-8282.90	0.61	0.0	0.0	0.0 -6.907e+06	
		-6.907e+06	0.0	0.0		750.0	-8282.90	4.762e+04	0.0	0.0	0.0 5.504e+06	

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 161 di 172

3	2	2.683e+06	0.0	0.62	-1.85	0.0-2.642e+04	-6163.47	0.0	0.0	0.0-6.442e+06	
		-7.099e+06	0.0	0.0		750.0-2.642e+04	4.657e+04	0.0	0.0	0.0 2.683e+06	
3	3	9.832e+06	0.0	-1.37	-3.65	0.0-3.500e+04	-6162.66	0.0	0.0	0.0-1.588e+07	
		-1.621e+07	0.0	0.0		750.0-3.500e+04	1.108e+05	0.0	0.0	0.0 9.832e+06	
3	4	3.296e+06	0.0	1.59	-4.09	0.0-3.107e+04	-1.613e+04	0.0	0.0	0.0-1.588e+07	
		-1.798e+07	0.0	0.0		750.0-3.107e+04	1.083e+05	0.0	0.0	0.0 3.296e+06	
3	5	-4.759e+06	0.0	-0.83	-2.14	0.0-1.275e+04	-2.161e+04	0.0	0.0	0.0-4.759e+06	
		-1.186e+07	0.0	0.0		750.0-1.814e+04	3.141e+04	0.0	0.0	0.0-8.664e+06	
3	6	-4.344e+06	0.0	-0.80	-2.04	0.0-1.225e+04	-2.161e+04	0.0	0.0	0.0-4.344e+06	
		-1.171e+07	0.0	0.0		750.0-1.763e+04	2.854e+04	0.0	0.0	0.0-8.996e+06	
3	7	2.273e+05	0.0	-0.58	-1.68	0.0-1.809e+04	-8070.06	0.0	0.0	0.0-5.386e+06	
		-6.683e+06	0.0	0.0		750.0-1.970e+04	3.797e+04	0.0	0.0	0.0 2.273e+05	
3	8	7.517e+06	0.0	0.34	-1.18	0.0-2.215e+04	3532.67	0.0	0.0	0.0-5.508e+06	
		-5.508e+06	0.0	0.0		750.0-2.054e+04	4.073e+04	0.0	0.0	0.0 7.517e+06	
3	9	6.977e+05	0.0	1.23	-3.13	0.0-2.193e+04	-1.453e+04	0.0	0.0	0.0-1.170e+07	
		-1.393e+07	0.0	0.0		750.0-2.193e+04	7.915e+04	0.0	0.0	0.0 6.977e+05	
3	10	6.255e+06	0.0	-0.86	-2.33	0.0-2.422e+04	-3990.89	0.0	0.0	0.0-9.964e+06	
		-1.018e+07	0.0	0.0		750.0-2.422e+04	6.986e+04	0.0	0.0	0.0 6.255e+06	
3	11	7.290e+06	0.0	-0.83	-2.26	0.0-2.405e+04	-2268.30	0.0	0.0	0.0-9.999e+06	
		-1.007e+07	0.0	0.0		750.0-2.405e+04	7.025e+04	0.0	0.0	0.0 7.290e+06	
3	12	-7.604e+05	0.0	1.41	-3.53	0.0-2.177e+04	-1.820e+04	0.0	0.0	0.0-1.292e+07	
		-1.601e+07	0.0	0.0		750.0-2.177e+04	8.658e+04	0.0	0.0	0.0-7.604e+05	
3	13	-1.324e+06	0.0	1.36	-4.41	0.0-2.094e+04	-1.820e+04	0.0	0.0	0.0-1.231e+07	
		-1.555e+07	0.0	0.0		750.0-2.094e+04	8.222e+04	0.0	0.0	0.0-1.324e+06	
4	1	8.053e+06	0.0	0.04	-1.74	0.0	-8536.37	4.762e+04	0.0	0.0	0.0 5.504e+06
		5.504e+06	0.0	0.0		50.0	-8536.37	5.443e+04	0.0	0.0	0.0 8.053e+06
4	2	5.205e+06	0.0	0.06	-1.97	0.0-2.084e+04	4.656e+04	0.0	0.0	0.0 2.684e+06	
		2.684e+06	0.0	0.0		50.0-2.084e+04	5.443e+04	0.0	0.0	0.0 5.205e+06	
4	3	1.580e+07	0.0	0.13	-3.90	0.0-2.968e+04	1.108e+05	0.0	0.0	0.0 9.833e+06	
		9.833e+06	0.0	0.0		50.0-2.968e+04	1.280e+05	0.0	0.0	0.0 1.580e+07	
4	4	9.196e+06	0.0	0.18	-4.45	0.0-2.149e+04	1.083e+05	0.0	0.0	0.0 3.297e+06	
		3.297e+06	0.0	0.0		50.0-2.149e+04	1.280e+05	0.0	0.0	0.0 9.196e+06	
4	5	-6.848e+06	0.0	0.13	-2.40	0.0	539.93	3.140e+04	0.0	0.0	0.0-8.664e+06
		-8.664e+06	0.0	0.0		50.0	181.18	4.144e+04	0.0	0.0	0.0-6.848e+06
4	6	-7.333e+06	0.0	0.13	-2.29	0.0	1058.20	2.853e+04	0.0	0.0	0.0-8.995e+06
		-8.995e+06	0.0	0.0		50.0	699.45	3.816e+04	0.0	0.0	0.0-7.333e+06
4	7	2.306e+06	0.0	0.07	-1.82	0.0-1.256e+04	3.797e+04	0.0	0.0	0.0 2.277e+05	
		2.277e+05	0.0	0.0		50.0-1.266e+04	4.527e+04	0.0	0.0	0.0 2.306e+06	
4	8	9.666e+06	0.0	0.01	-1.21	0.0-2.326e+04	4.072e+04	0.0	0.0	0.0 7.517e+06	
		7.517e+06	0.0	0.0		50.0-2.315e+04	4.527e+04	0.0	0.0	0.0 9.666e+06	
4	9	5.028e+06	0.0	0.14	-3.42	0.0-1.373e+04	7.914e+04	0.0	0.0	0.0 6.981e+05	
		6.981e+05	0.0	0.0		50.0-1.373e+04	9.428e+04	0.0	0.0	0.0 5.028e+06	
4	10	1.001e+07	0.0	0.08	-2.49	0.0-2.070e+04	6.985e+04	0.0	0.0	0.0 6.255e+06	
		6.255e+06	0.0	0.0		50.0-2.070e+04	8.066e+04	0.0	0.0	0.0 1.001e+07	
4	11	1.106e+07	0.0	0.07	-2.40	0.0-2.195e+04	7.024e+04	0.0	0.0	0.0 7.291e+06	
		7.291e+06	0.0	0.0		50.0-2.195e+04	8.066e+04	0.0	0.0	0.0 1.106e+07	
4	12	3.993e+06	0.0	0.17	-3.87	0.0-1.190e+04	8.658e+04	0.0	0.0	0.0-7.600e+05	
		-7.600e+05	0.0	0.0		50.0-1.190e+04	1.038e+05	0.0	0.0	0.0 3.993e+06	
4	13	3.320e+06	0.0	0.17	-4.74	0.0-1.104e+04	8.222e+04	0.0	0.0	0.0-1.324e+06	
		-1.324e+06	0.0	0.0		50.0-1.104e+04	1.038e+05	0.0	0.0	0.0 3.320e+06	

Trave f.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt	N	V 2	V 3	T
	-1.798e+07	0.0	-1.37	-4.74	-6.425e+04	-1.280e+05	0.0	0.0
	3.056e+07	0.0	1.59	-0.10	1058.20	1.280e+05	0.0	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 162 di 172

## 30 VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

### 30.1 LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$ , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

In particolare i simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili assumono il seguente significato:

<b>M_P X Y</b>	Numero della pilastrata e posizione in pianta
<b>M_T Z P P</b>	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
<b>Pilas. o Trave</b>	numero identificativo dell'elemento
<b>Note</b>	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3
<b>Stato</b>	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
<b>Quota</b>	Ascissa del punto di verifica
<b>%Af</b>	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
<b>Armat. long.</b>	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura)
<b>Af inf.</b>	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
<b>Af sup</b>	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
<b>Sc max</b>	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
<b>Sc med</b>	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 163 di 172

<b>Sf max</b>	Tensione massima nell'acciaio
<b>staffe</b>	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
<b>Tau max</b>	Tensione massima tangenziale nel cls
<b>Rif. comb</b>	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max
<b>AfV</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
<b>AfT</b>	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
<b>Scorr. P</b>	Scorrimento dei piegati
<b>Af long.</b>	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 164 di 172

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

<b>r. snell.</b>	Rapporto $\lambda$ su $\lambda^*$ : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
<b>Verifica(verif.)</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.sis</b>	rapporto $N_d/N_u$ con $N_u$ calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>ver.V/T</b>	rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
<b>x/d</b>	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)

Per gli elementi progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze (pilastri e travi) si riporta una ulteriore tabella di seguito descritta:

<b>M negativo i</b>	Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave
<b>V M-i M+f</b>	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)
<b>V totale</b>	Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)
<b>Verif. V</b>	Rapporto tra il taglio massimo e $V_{r1}$ (p.to 7.4.4.1.2.2);
<b>Sovr. 2-2 i</b>	Sovraresistenza del pilastro (come da formula 7.4.4). Rapporto tra i momenti resistenti delle travi e dei pilastri. Il valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro deve essere maggiore del $\gamma_{Rd}$ adottato
<b>M 2-2 i</b>	Valore del momento resistente rispettivamente per 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro (massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo)
<b>Luce per V</b>	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
<b>V M2-2</b>	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

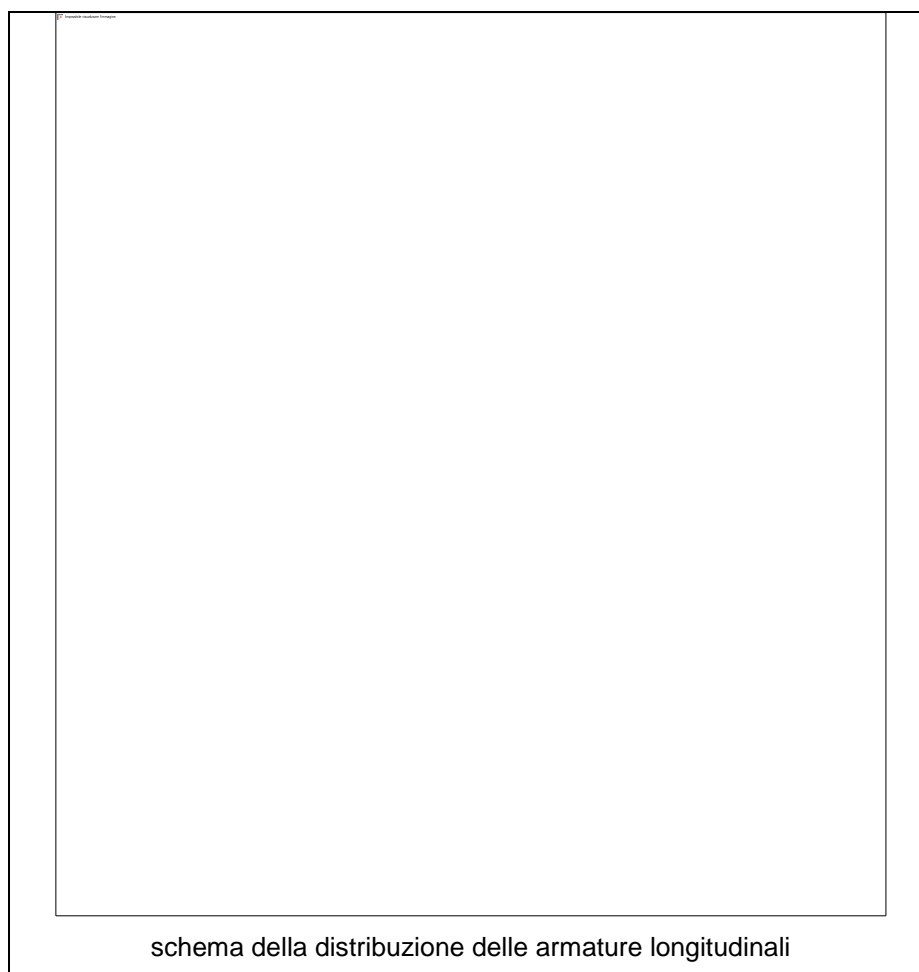
Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e

alla verifica di resistenza del nodo (richiesta solo per strutture in classe di duttilità alta); le caselle vuote indicano parametri non riportati in quanto non necessari.

<b>Stato</b>	Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA)
<b>I 7.4.29</b>	Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29
<b>Bj2(3)</b>	Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
<b>Hjc2(2)</b>	Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 165 di 172

<b>V. 7.4.8</b>	Rapporto tra il taglio $V_{jbd}$ e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)
<b>I 7.4.10</b>	Passo delle staffe valutato in funzione della formula 7.4.10 (solo CDA)



Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
<b>24</b>	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
<b>27</b>	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
<b>41</b>	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
<b>42</b>	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 166 di 172

<b>43</b>	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
<b>44</b>	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
<b>46</b>	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
<b>47</b>	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
<b>48</b>	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
<b>49</b>	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
<b>50</b>	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
<b>52</b>	SOVRARESISTENZE
<b>53</b>	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
<b>68</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA
<b>69</b>	VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D
<b>120</b>	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Pilast.	Note	Stato	Quota cm	%Af	<b>M<sub>P</sub>= 1</b>	<b>X=0.0</b>	<b>Y=0.0</b>	ver.sis	Staffe L=cm	ver. V/T	Rif. cmb
					r. snell.	Armat. long.	verif.				
16	s=2,m=4	ok,ok	0.0	1.82	0.04	4d20 30+24 d20	0.88	0.0 2+2d10/15 L=50	0.23		4,0,5
	[b=1.0;1.0]		50.0	1.57	0.04	4d20 26+20 d20	0.89	0.0 2+2d10/15 L=50	0.21		4,0,5
15	s=2,m=4	ok,ok	50.0	1.57	0.16	4d20 26+20 d20	0.89	0.0 2+2d10/15 L=45	0.21		4,0,5
	[b=1.0;1.0]		220.0	1.07	0.16	4d20 18+12 d20	0.82	0.0 2+2d10/20 L=250	0.14		4,0,4
			390.0	1.07	0.16	4d20 18+12 d20	0.56	0.0 2+2d10/15 L=45	0.10		4,0,4
14	s=2,m=4	ok,ok	390.0	1.07	0.17	4d20 18+12 d20	0.56	0.0 2+2d10/15 L=45	0.10		4,0,4
	[b=1.0;1.0]		560.0	1.07	0.17	4d20 18+12 d20	0.39	0.0 2+2d10/20 L=250	0.07		4,0,12
			730.0	1.07	0.17	4d20 18+12 d20	0.26	0.0 2+2d10/15 L=45	0.06		4,0,12
13	s=2,m=4	ok,ok	730.0	1.07	1.98e-03	4d20 18+12 d20	3.46e-03	0.0 2+2d10/20 L=50	9.48e-03		5,0,6
	[b=1.0;1.0]		780.0	1.07	1.98e-03	4d20 18+12 d20	0.0	0.0 2+2d10/20 L=50	0.0		20,0,12

Pilast.	Note	Stato	Quota cm	%Af	<b>M<sub>P</sub>= 4</b>	<b>X=1600.0</b>	<b>Y=0.0</b>	ver.sis	Staffe L=cm	ver. V/T	Rif. cmb
					r. snell.	Armat. long.	verif.				
5	s=2,m=4	ok,ok	0.0	1.07	0.04	4d20 18+12 d20	0.67	0.0 2+2d10/20 L=50	0.10		3,0,3
	[b=1.0;1.0]		50.0	1.07	0.04	4d20 18+12 d20	0.62	0.0 2+2d10/20 L=50	0.09		3,0,3
6	s=2,m=4	ok,ok	50.0	1.07	0.18	4d20 18+12 d20	0.62	0.0 2+2d10/15 L=45	0.09		3,0,3
	[b=1.0;1.0]		220.0	1.07	0.18	4d20 18+12 d20	0.46	0.0 2+2d10/20 L=250	0.06		3,0,3
			390.0	1.07	0.18	4d20 18+12 d20	0.36	0.0 2+2d10/15 L=45	0.04		3,0,6
7	s=2,m=4	ok,ok	390.0	1.07	0.26	4d20 18+12 d20	0.36	0.0 2+2d10/15 L=45	0.04		3,0,6
	[b=1.0;1.0]		560.0	1.07	0.26	4d20 18+12 d20	0.29	0.0 2+2d10/20 L=250	0.05		3,0,6
			730.0	1.07	0.26	4d20 18+12 d20	0.24	0.0 2+2d10/15 L=45	0.05		3,0,6
8	s=2,m=4	ok,ok	730.0	1.07	1.98e-03	4d20 18+12 d20	6.21e-04	0.0 2+2d10/20 L=50	1.05e-03		1,0,6
	[b=1.0;1.0]		780.0	1.07	1.98e-03	4d20 18+12 d20	0.0	0.0 2+2d10/20 L=50	0.0		20,0,2

Pilast.	%Af	r. snell.	verif.	ver.sis	ver. V/T
	1.82	0.26	0.89	0.0	0.23

Nodo	Stato	Pilast.	Diam st mm	I 7.4.29 cm	n. br. 2	Bj2 cm	Hjc2 cm	n. br. 3	Bj3 cm	Hjc3 cm	V. 7.4.8	I 7.4.10	Rif. cmb
6		16	0		0	0.0		0	0.0				
7		15	0		0	0.0		0	0.0				
8		14	0		0	0.0		0	0.0				
9		13	0		0	0.0		0	0.0				
10		5	0		0	0.0		0	0.0				
11		6	0		0	0.0		0	0.0				
12		7	0		0	0.0		0	0.0				
13		8	0		0	0.0		0	0.0				

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 167 di 172



Nodo

I 7.4.29

V. 7.4.8

I 7.4.10

Trave	Note	Pos. cm	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 1 x/d	Z=0.0 V N/M	P=1 V V/T cls	P=4 V V/T acc	Staffe L=cm	Rif. cmb
1	NV,ok	0.0	0.89	88.8	32.3	0.0	0.15	0.93	0.45	0.98	2d10/10 L=0	4,3,3
	s=3,m=4	50.0	0.67	66.9	32.3	0.0	0.11	0.94	0.41	0.89	2d10/10 L=0	4,4,4
2	NV,ok	0.0	0.92	92.0	32.3	0.0	0.16	0.73	0.41	0.89	2d10/10 L=44	4,4,4
	s=3,m=4	750.0	0.57	32.3	57.4	0.0	0.10	0.72	0.08	0.17	2d10/10 L=706	3,6,5
3	NV,ok	0.0	0.79	32.3	79.4	0.0	0.13	0.55	0.08	0.17	2d10/10 L=706	4,6,6
	s=3,m=4	750.0	0.51	41.7	51.1	0.0	0.09	0.60	0.40	0.85	2d10/10 L=44	3,3,3
4	ok,ok	0.0	0.45	41.7	44.9	0.0	0.08	0.61	0.40	0.85	2d10/10 L=0	3,3,3
	s=3,m=4	50.0	0.70	70.0	35.4	0.0	0.11	0.62	0.46	0.98	2d10/10 L=0	3,4,4
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
			0.92	91.98	79.42	0.0	0.16	0.94	0.46	0.98		

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 168 di 172

## 31 STATI LIMITE D' ESERCIZIO

### 31.1 LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]
<b>dR</b>	massima deformazione in combinazioni rare
<b>dF</b>	massima deformazione in combinazioni frequenti
<b>dP</b>	massima deformazione in combinazioni quasi permanenti

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

pilastr	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
travi	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
	<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>	per sezioni significative
	<b>dR</b>	<b>dF</b>	<b>dP</b>	massimi in campata
setti e gusci	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	massimi nei nodi dell'elemento
	<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>	massimi nei nodi dell'elemento

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 169 di 172

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 170 di 172

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
5	0.0	0.20	0.15	0.56	9,9,11	50.0	0.17	0.13	0.51	9,9,11
6	0.0	0.17	0.13	0.51	9,9,11	170.0	0.12	0.09	0.37	9,9,11
	340.0	0.11	0.08	0.28	9,9,11					
7	0.0	0.11	0.08	0.28	9,9,11	170.0	0.12	0.09	0.21	9,9,11
	340.0	0.14	0.10	0.17	9,9,11					
8	0.0	5.69e-04	4.69e-04	7.59e-04	9,9,11	50.0	0.0	0.0	0.0	0,0,0
13	0.0	8.84e-04	6.99e-04	7.84e-04	9,9,11	50.0	0.0	0.0	0.0	0,0,0
14	0.0	0.40	0.55	0.30	9,9,11	170.0	0.27	0.31	0.22	9,9,11
	340.0	0.17	0.14	0.17	9,9,11					
15	0.0	0.69	0.98	0.53	9,9,11	170.0	0.57	0.90	0.43	9,9,11
	340.0	0.40	0.55	0.30	9,9,11					
16	0.0	0.71	0.96	0.56	9,9,11	50.0	0.69	0.98	0.53	9,9,11

Pilas.	rRfck	rRfyk	rPfck	rRfck	rRfyk	rPfck
	0.71	0.98	0.56			

Trave	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR mm	wF mm	wP mm	Rif. cmb	dR cm	dF cm	dP cm	Rif. cmb
1	0.0	0.69	0.85	0.54	9,9,11	0.30	0.18	0.17	9,10,11	1.98	-4.65	-4.83	9,10,11
	50.0	0.62	0.89	0.43	9,9,11	0.33	0.18	0.16	9,10,11				
2	0.0	0.56	0.67	0.39	9,9,11	0.23	0.12	0.11	9,10,11	1.98	-4.65	-4.83	9,10,11
	750.0	0.39	0.58	0.44	9,9,11	0.20	0.18	0.19	9,10,11				
3	0.0	0.34	0.46	0.40	9,9,11	0.14	0.13	0.13	9,10,11	1.98	-4.65	-4.83	9,10,11
	750.0	0.03	0.02	0.33	9,9,11	0.0	0.15	0.19	0,10,11				
4	0.0	0.03	0.02	0.33	9,9,11	0.0	0.15	0.19	0,10,11	1.98	-4.65	-4.83	9,10,11
	50.0	0.15	0.21	0.45	9,9,11	0.0	0.15	0.17	0,10,11				

Trave	rRfck	rRfyk	rPfck	wR	wF	wP	dR	dF	dP
	0.69	0.89	0.54	0.33	0.18	0.19	1.98	-4.65	-4.83

## Validazione software PROSAP

Seguono i certificati di validazione dei software indicati nella relazione, in conformità alle disposizioni contenute nel paragrafo 10.2 del D.M 14/01/2008.

**Dichiarazione del produttore-distributore di PRO\_SAP PROfessional SAP  
riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 14/01/2008 - Paragrafo 10.2)**



## Dichiarazione affidabilità

**Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**  
**Titolo:** PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program  
**Autore-Produttore:** 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

**Affidabilità dei codici**

**- Inquadramento teorico della metodologia**  
L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico). Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

 **Elemento tipo TRUSS (asta)\***  
 **Elemento tipo BEAM (trave)\***  
 **Elemento tipo MEMBRANE (membrana)\***  
 **Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)\***

 **Elemento tipo BRICK (solido)\***  
 **Elemento tipo BOUNDARY (molla)\***  
 **Elemento tipo STIFFNESS**  
**(matrice di rigidità)**

\* anche non lineare

**- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità**  
2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
"http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm"

**- Filtri di autodiagnostica**  
Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

**Garanzia di qualità**  
Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001. Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute. In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:  
- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;  
- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;  
- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.  
Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da Computing Objects SARL spin-off dell'Ecole Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:  
[http://www.2si.it/software/download/manuali/pro\\_sap\\_quaderni/Affidabilita/benchmarks\\_e\\_sap.zip](http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip)



Software e Servizi  
per l'Ingegneria s.r.l.

Ptta Schiatti, 8 - 44121 Ferrara (FE)  
Tel. 0532/20.00.91 - Fax 0532/20.00.86 - [www.2si.it](http://www.2si.it) - [info@2si.it](mailto:info@2si.it)

Rev. n. 4 del 07/10/2010



**PRO SAP**  
PROfessional Structural Analysis Program

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Bargellina 1500x600 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 172 di 172