



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 ALLA S.P. N° 27 "VALLE DEL SAMOGGIA" - COLLEGAMENTO AL NUOVO CASELLO
SOTTOPASSO SCATOLARE VIA CASSOLETTA - prog. km 0+978**

RELAZIONE DI CALCOLO TELAIO

PROGETTAZIONE GENERALE

PROGETTISTA

Geom. Emanuele Tracchi

Dott. Ing. Marco Ferrarini

Dott. Ing. Chiara Ferrari

P.i.e. Stefano Romagnoli

Geom. Federico Vannucchi

**IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

Dott. Ing. Pietro Luminasi

**Servizio
Progettazione
e Costruzioni
Stradali**

DATA **LUGLIO 2013**

N.

B.2.1.16

SCALA

-

RIFERIMENTO :

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE STRUTTURALE



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	PREMESSA	4
2	NORMATIVA E RIFERIMENTI	6
	2.1 Altri documenti	6
3	CRITERI DI CALCOLO	7
	3.1 Combinazioni di carico	7
	3.1 Programma di calcolo	9
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	13
	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 c.a.	14
5	PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DELLE STRUTTURE	15
6	GEOMETRIA DELLE SEZIONI TIPO	17
	6.1 Modellazione adottata	18
7	ANALISI DEI CARICHI	20
	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	23
	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	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE	30
	8.1 Condizioni di carico elementari	30
	8.2 Combinazioni di calcolo	30
	8.3 Carichi e azioni interne	33
	8.3.1 Verifica a flessione	45
	8.3.2 Verifica a taglio	70

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 2 di 170

9	VERIFICA A FATICA	76
10	VERIFICA URTO BARRIERA	77
11	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE	90
12	CONCLUSIONI	97

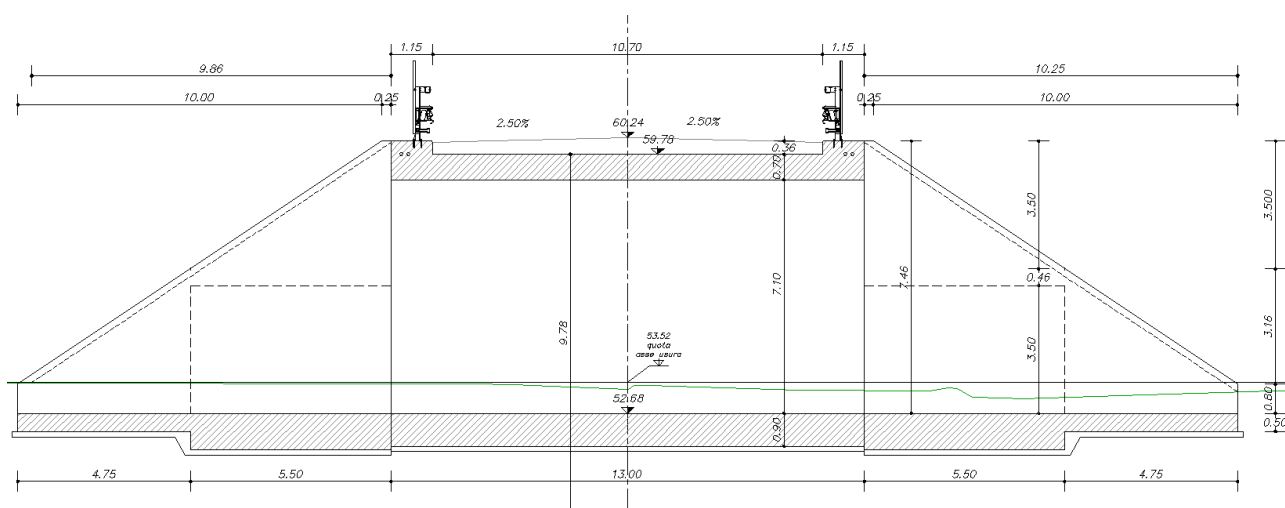
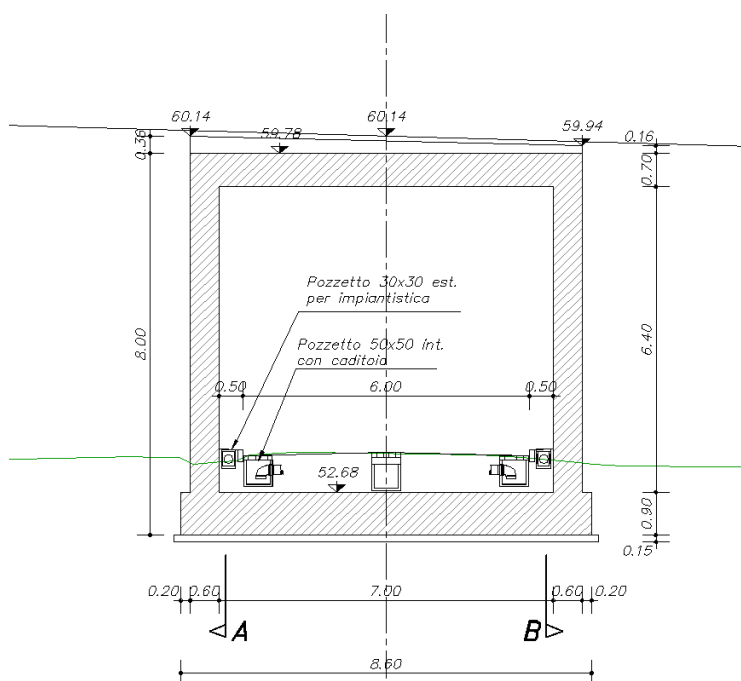
Allegati:

- Tabulati di calcolo scatolare
- Validazione del software PROSAP

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 3 di 170

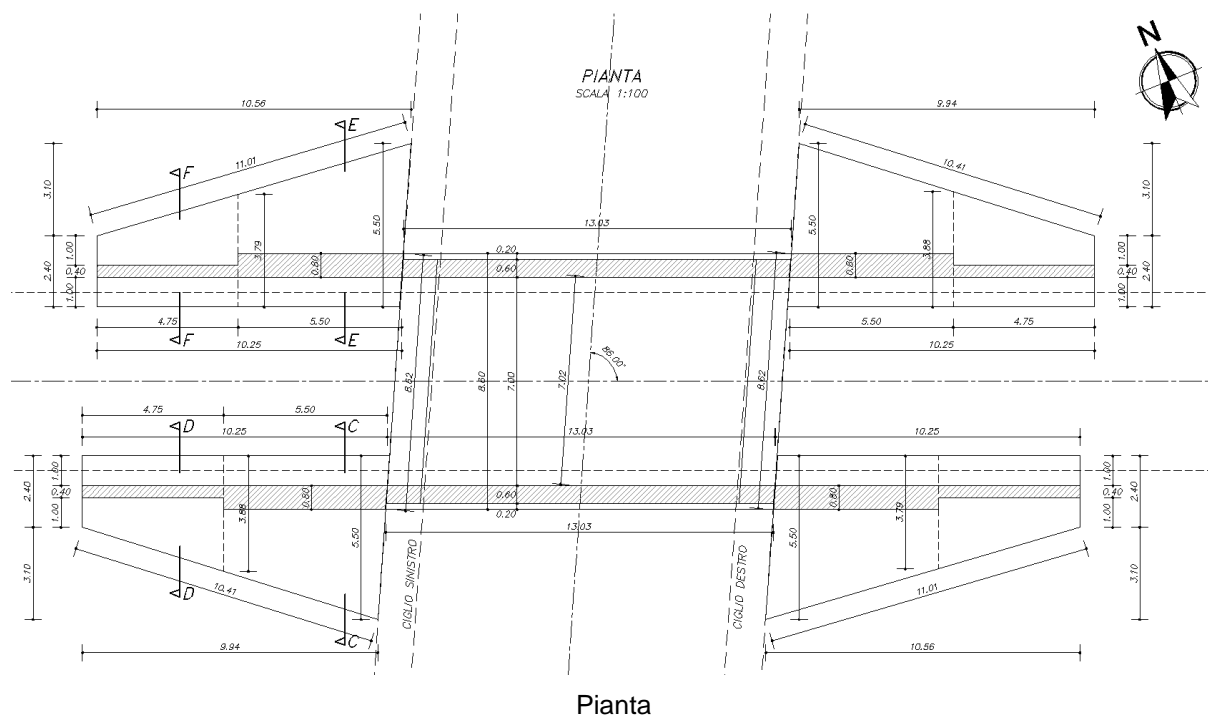
1 PREMESSA

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 7.00x6.30 m su Via Cassoletta. 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.



Scatolare 7.00x6.30 m

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 4 di 170



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.

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 5 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 6 di 170

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 γ 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 7 di 170

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 γ_F	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
<i>Permanenti</i>	favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.35	1.0
<i>Permanenti non strutturali</i>	favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.35	1.0
<i>Variabili</i>	favorevole	γ_{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	γ_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: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

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 Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 9 di 170

Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 14-01-2008
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 14-01-2008
Combinazioni dei casi di carico	
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:

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 10 di 170

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 involuppi 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
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 11 di 170

- 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 12 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 13 di 170

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 $c_{nom} = \text{mm}$, 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 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 14 di 170

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 (m⁴) - Momento di Inerzia della Sezione (1/12 BH³ sez. rettangolare)

Es = 85 (MN/m²) - Modulo elastico del suolo

μ = 0.3 - Coefficiente di Poisson

Ef = 30000 (MN/m²) - 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/m²)

= 1,2735 (daN/cm²)

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

Ks = 12,7351 (MN/m²) - Al centro della platea

Ks = 25,4702 (MN/m²) - Ai nodi di bordo degli elementi discreti

Ks = 19,1027 (MN/m²) - Valore Mediano

Programma GEOSLU

Molla k= 2 daN/cmc

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 15 di 170

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 (m⁴) - Momento di Inerzia della Sezione (1/12 BH³ sez. rettangolare)
Es = 150 (MN/m²) - Modulo elastico del suolo
μ = 0.3 - Coefficiente di Poisson
Ef = 30000 (MN/m²) - 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/m³)
= 2,9964 (daN/cm³)

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

Ks = 29,9638 (MN/m³) - Al centro della platea
Ks = 59,9277 (MN/m³) - Ai nodi di bordo degli elementi discreti
Ks = 44,9458 (MN/m³) - Valore Mediano

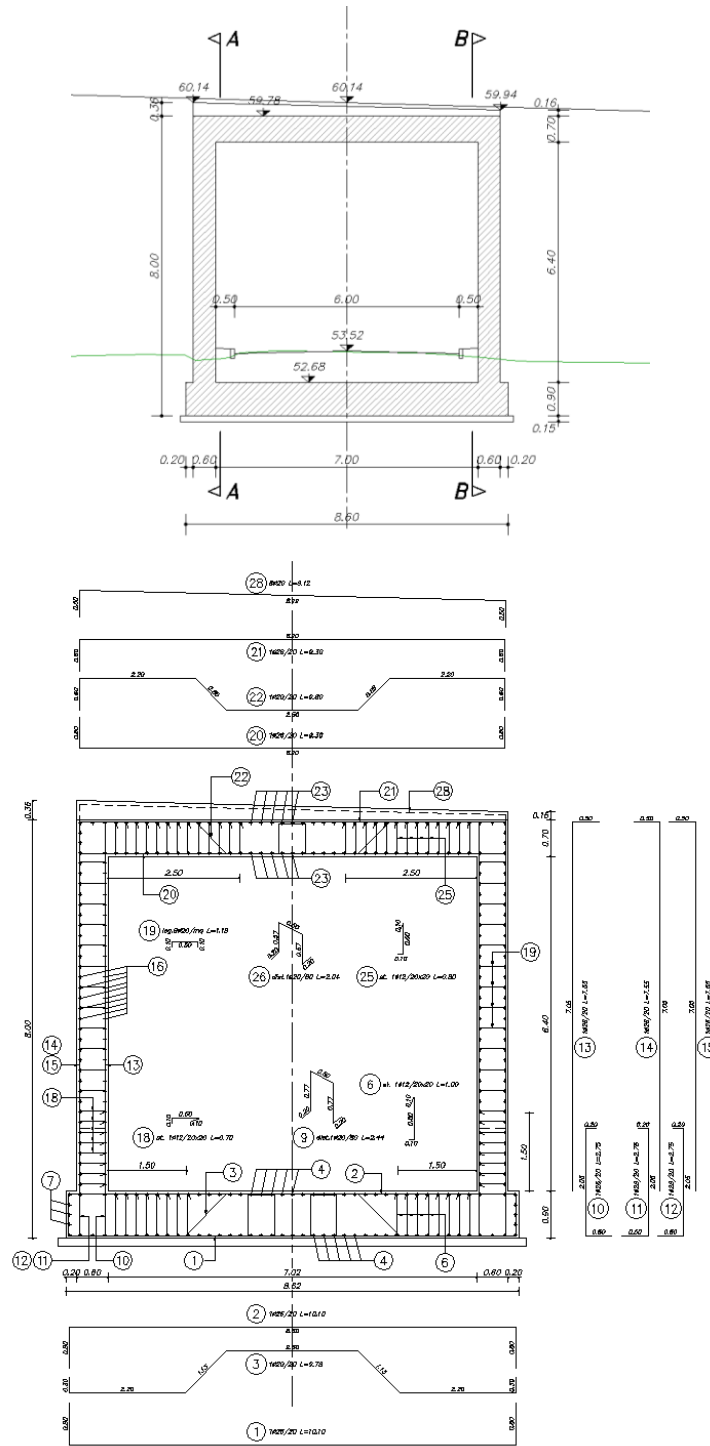
Programma GEOSLU

Molla k= 5 daN/cmc

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 16 di 170

6 GEOMETRIA DELLE SEZIONI TIPO

SEZIONE Scatolare tipo 700x630x(90-70-60) cm



La sezione tipo ha spessori : 90 cm platea, 70 cm soletta e 60 cm pareti.

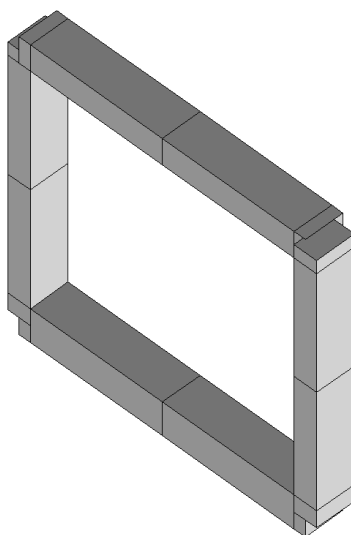
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 17 di 170

6.1 Modellazione adottata

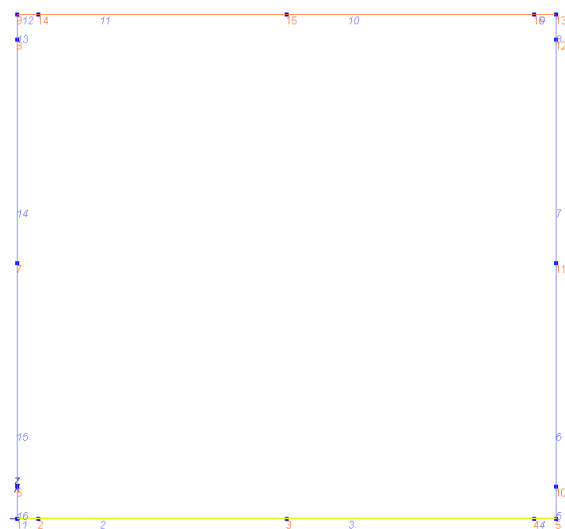
La modellazione strutturale come già anticipato, è ricaduta sulla scelta di adottare elementi beam su una profondità di 1 metro.

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

SCATOLARE



Rendering



Scatolare tipo 700x630x(90-60) cm

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

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

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 18 di 170

Per generare le azioni da applicare al modello dello scatolare si adotta un foglio di calcolo che partendo dalla geometria e dei carichi di normativa genera le azioni da applicare al modello 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 scatolare. Si conclude osservando che le masse associate ai modi significativi relativi al modello della sola striscia e di scatolare totale 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 19 di 170

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 al 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
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 20 di 170

Spalla		Cat1	LC01	LC02	LC03	LC04	LC05	LC06	LC07	LC08	LC09	LC10	LC11	LC12	LC13	LC14	LC15	LC16	LC17	LC18	LC19	LC20	LC21	LC22
Combi.																								
Cod. Ver.																								
N.																								
Combi.																								
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
2	C2_SLU_2	1	1,35	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
3	C3_SLU_3	1	1,35	1,35	1,35	0	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	C4_SLU_4	1	1,35	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	C5_SLU_5	1	1,35	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	C6_SLU_6	1	1,35	1,35	1,35	0	1,35	1,35	0	0	0	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	C7_SLU_7	1	1,35	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
8	C8_SLU_8	1	1,35	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
9	C9_SLU_9	1	1,35	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
10	C10_SLU_10	1	1,35	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
11	C11_SLU_11	1	1,35	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
12	C12_SLU_12	1	1,35	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
13	C13_SLU_13	1	1,35	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
14	C14_SLU_14	1	1,35	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
15	C15_SLU_15	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	C16_SLU_16	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	C17_SLU_17	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	C18_SLU_18	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	C19_SLU_19	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	C20_SLU_20	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	C21_SLU_21	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	C22_SLU_22	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	C23_SLU_23	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	C24_SLU_24	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	C25_SLU_25	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	C26_SLU_26	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	C27_SLU_27	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	C28_SLU_28	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	C29_SLU_29	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	C30_SLU_30	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	C31_SLU_31	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	C32_SLU_32	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	C33_SLU_33	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	C34_SLU_34	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	C35_SLU_35	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	C36_SLU_36	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	C37_SLU_37	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	C38_SLU_38	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	C39_SLU_39	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	C40_SLU_40	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	C41_SLU_41	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	C42_SLU_42	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	C43_SLU_43	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	C44_SLU_44	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	C45_SLU_45	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	C46_SLU_46	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	C47_SLU_47	4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	C48_SLU_48	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	C49_SLU_49	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Combinazioni e coefficienti per modello in PROSAP secondo NTC'08

Segue lo sviluppo della descrizione per i singoli casi di carico.

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 22 di 170	

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 700x630x(90-60) cm:

- Pp soletta sup	$0.70 \times 25 \times 1 = 17.50 \text{ kN/m}$
- Pp soletta inf	$0.90 \times 25 \times 1 = 22.50 \text{ kN/m}$
- Pp pareti	$0.60 \times 25 \times 1 = 15.00 \text{ kN/m}$
- carico perm. sup portato	$0.45 \times 22 \times 1 = 9.90 \text{ kN/m}$
- 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:

$$H_{max} = 7.90 \text{ m}$$

$$P_{max_100\%} = H_{max} \times \gamma_t \times k_o = 75.05 \text{ KN/m}^2$$

$$P_{max_60\%} = H_{max} \times \gamma_t \times k_o \times 0.60 = 45.03 \text{ KN/m}^2$$

7.2.2 Spinte e sottospinta idraulica

Tale azione non interessa la struttura.

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 23 di 170

7.2.3 Sovraccarico stradale sulle pareti

La pressione prodotta dal carico mobile risulta:

$$Pq = q \cdot Ka$$

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

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

7.2.4 Sovrappinta sismica terreno

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

$$\Delta S_{\text{terra_Wood}} = \zeta_{\text{sisma_orizz}} \times S \times \gamma_t \times H = 43.23 \text{ kN/m}$$

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:

$$H_{\text{Ricoprimento_min}} = 0.25 \text{ m}$$

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

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 24 di 170

7.3.1 Frenamento (q3)

L'azione vale:

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

7.4 Azioni sismiche

Si riportano i parametri sismici adottati.

Comune: Bazzano

Provincia: Bologna

Coordinate geografiche:

Long. (E) = 11°,1425

Latit. (N) = 44°,5273



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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 25 di 170

Parametri NTC'08 :

Aztec Informatica® * Aztec Sisma 10.0

Ricerca il Comune

n°	Comune	Prov	Latitudine	Longitudine

Località

Comune

Provincia

Regione

Latitudine

44,5273000

Longitudine

11,1425000

< 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 ²]	F_0 [--]	T_C^* [s]
SLO	45	0,600	2,499	0,268
SLD	75	0,743	2,486	0,277
SLV	712	1,834	2,396	0,311
SLC	1462	2,320	2,425	0,317

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

1650516506
1672716728

< Indietro

Avanti >

Informazioni azienda

Esegui nuovo calcolo >>

Chiudi

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 26 di 170

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 :

$$a_g/g = 0.205$$

$$S_s = 1.403$$

$$S_t = 1.000$$

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

$$\xi_{orizz} = a_g/g \times S = 0.288 \text{ g}$$

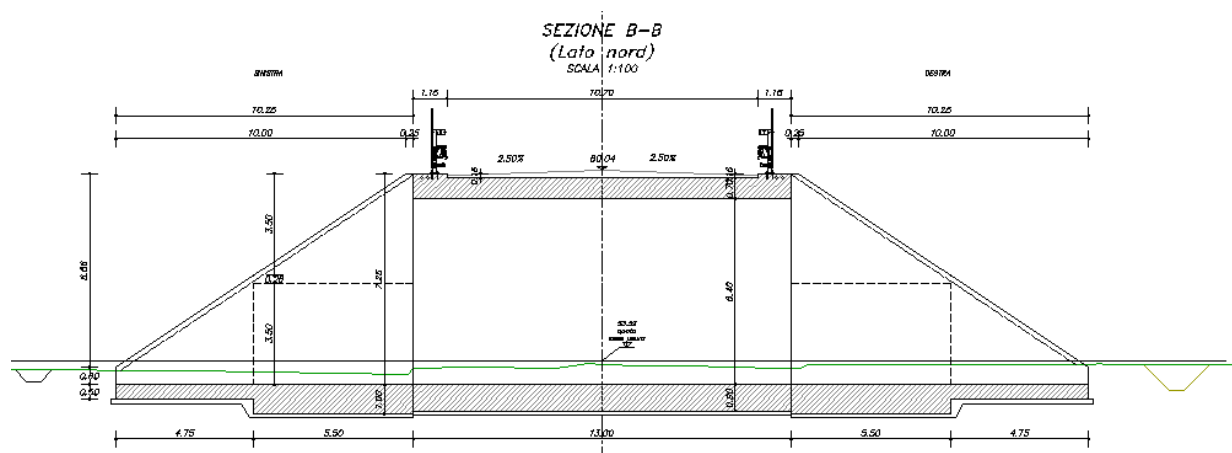
$$\xi_{vert} = a_g/g \times S/2 = 0.144 \text{ g}$$

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

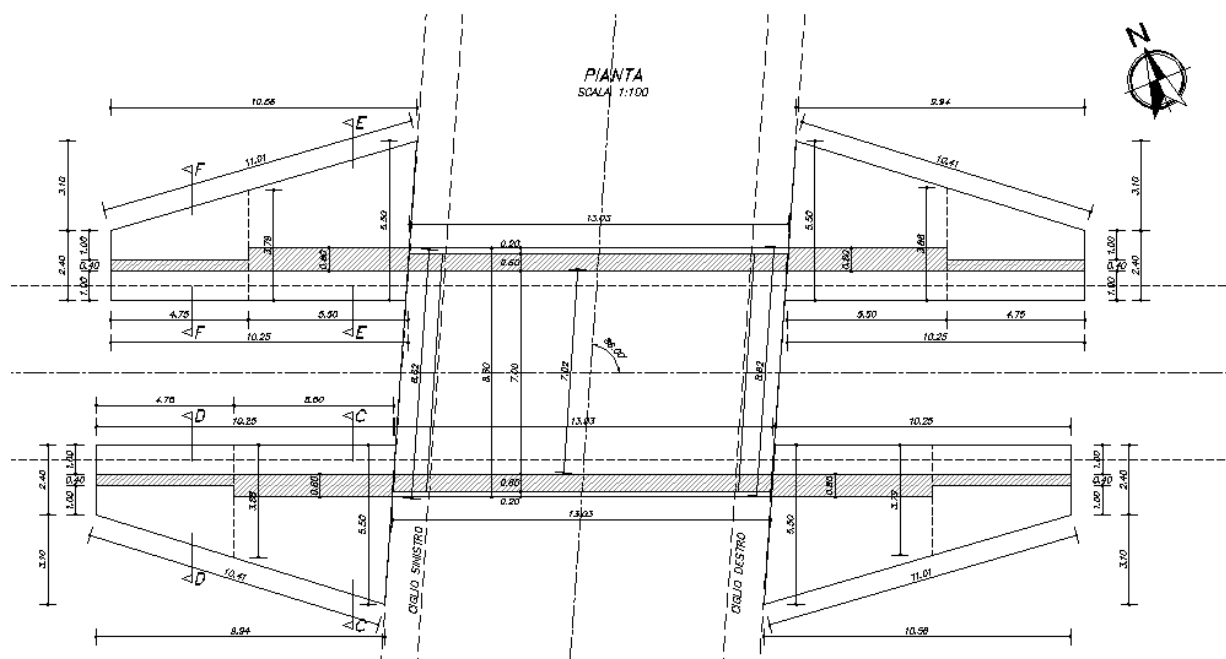
7.4.1 Eccentricità masse simiche

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 5%) e pari quindi alla precisione dei calcoli condotti.

Segue l'analisi per l'impalcato in oggetto (Caso I - Sottopasso Via Cassoletta) :



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 27 di 170



X = long

Y = trasv

$L_{\text{long}} = 8.00 \text{ m}$

$B_{\text{trasv}} = 13.00 \text{ m}$

$L_{\text{app}} = 7.00 \text{ m}$

$e_x = 0.03 \times 8.00 = 0.24 \text{ m}$

$e_y = 0.03 \times 13.00 = 0.39 \text{ m}$

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

$P_{\text{p_impalcato}} = 8.00 \times 13.00 \times (17.50 + 9.90 + 0) = 2849.60 \text{ kN}$

$F_{\text{orizz_sisma}} = P_{\text{p_impalcato}} \times a_{\text{gmax}} = 812.14 \text{ kN}$

$M_{\text{Torc_ex}} = F_{\text{orizz_sisma}} \times e_x = 194.91 \text{ kNm}$

$M_{\text{Torc_ey}} = F_{\text{orizz_sisma}} \times e_y = 316.73 \text{ kNm}$

$\Delta F_{\text{M_torc_ex}} =$

$\Delta F_{\text{M_torc_ey}} = M_{\text{Torc_ey}} / L_{\text{app}} = 45.25 \text{ kN/fila appoggi}$

$\% \Delta F_{\text{M_torc}} = \Delta F_{\text{M_torc_max}} / F_{\text{orizz_sisma}} \times 100 = 5 \%$

Trascurabile

Si conclude che la variazione delle forze orizzontali sismiche dovuta all'eccentricità delle masse è trascurabile (inferiore al 5%).

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 28 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 29 di 170

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 _{1k}	Peso proprio della struttura
2	G _{2k}	Carichi Permanenti Portati (comprese spinte terreno)
3	Q _{1k}	Carico mobile
4	Q _{2k}	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 30 di 170

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 :

Combinazioni per modello in PROSAP

Pagina 31 di 170

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

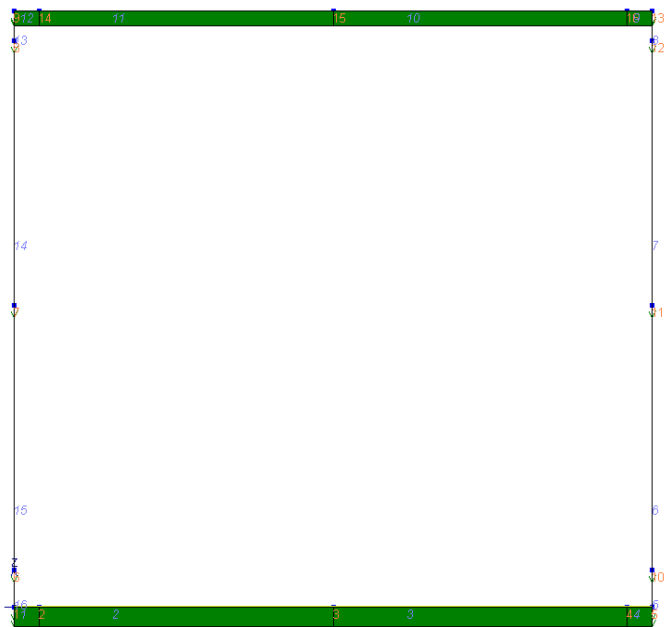
Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	C01 - SLU A1 Pp+Cp	
2	SLU	C02 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc	
3	SLU	C03 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc	
4	SLU	C04 - SLU A1 Pp+Cp+Sterra+Sacc+Qacc+Fren.	
5	SLU	C05 - SLV Sisma +X	
6	SLU	C06 - SLV Sisma -X	
7	SLU	C07 - SLV Sisma +Z	
8	SLU	C08 - SLV Sisma -Z	
9	SLE(r)	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		

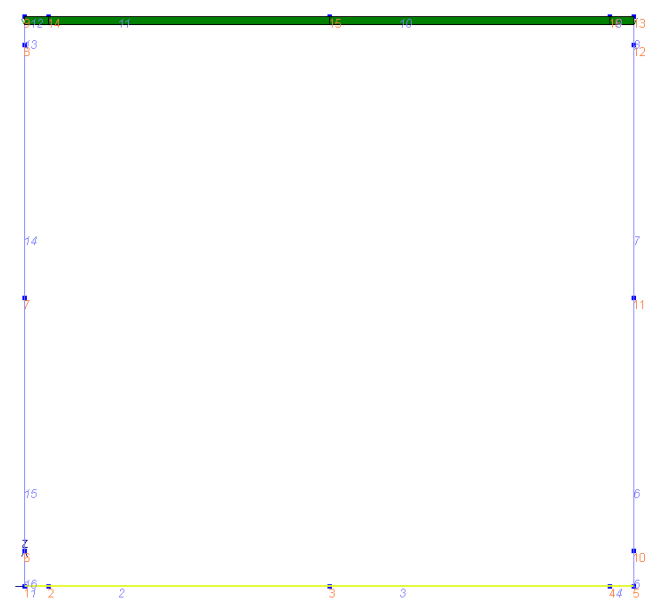
8.3 Carichi e azioni interne

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

Scatolare 700x630x(90-60) cm



Peso proprio

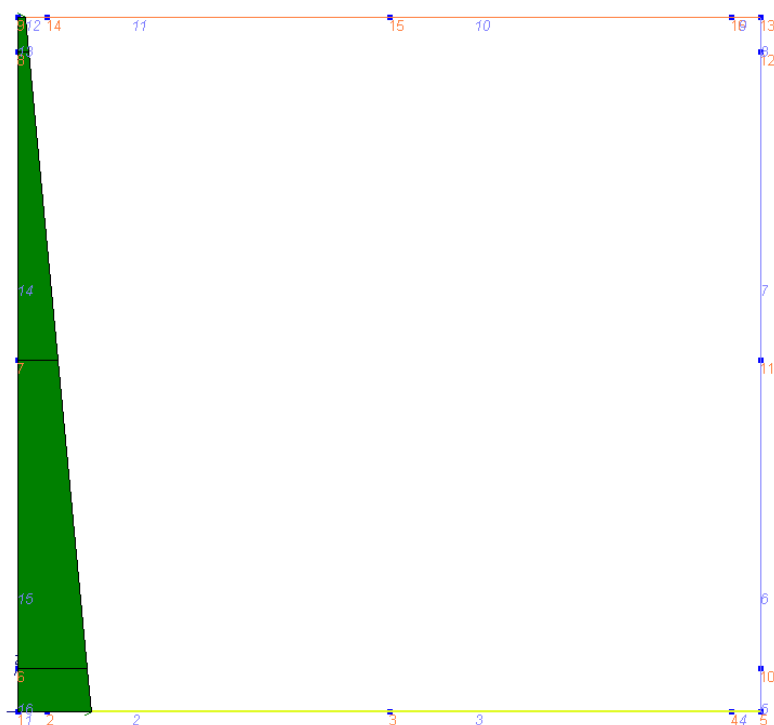


Cp SUP ricoprimento pavimentazione

Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 33 di 170

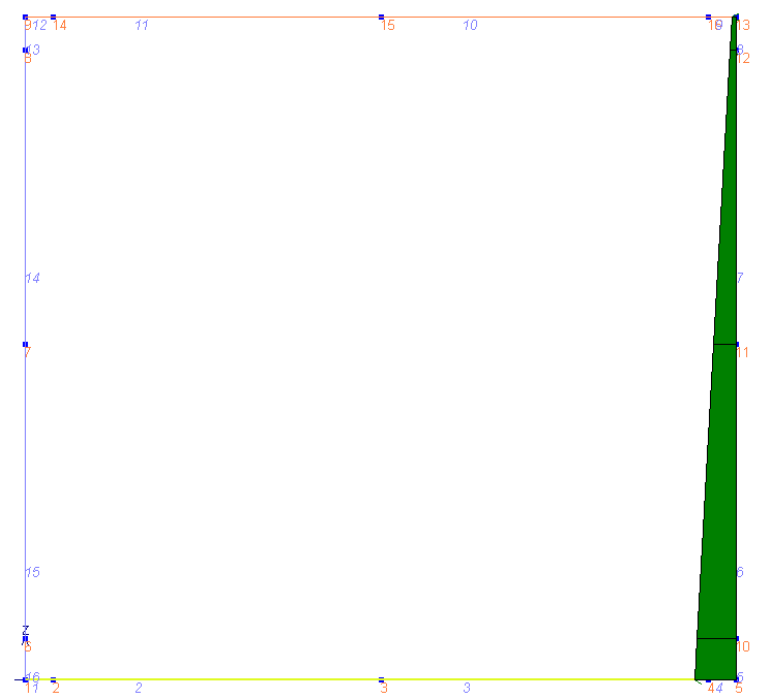


Cp INF ricoprimento pavimentazione

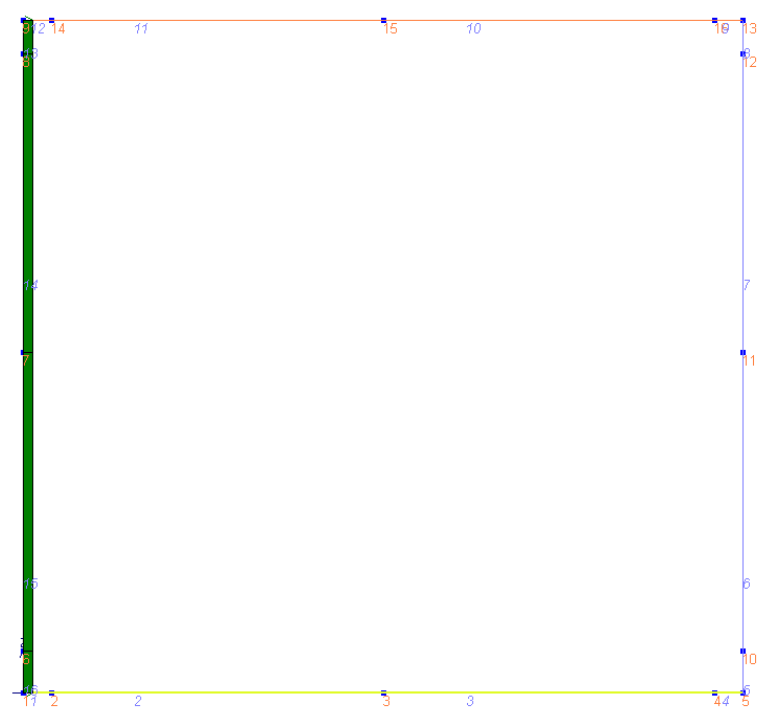


Spinta terreno (ko) in sinistra

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 34 di 170

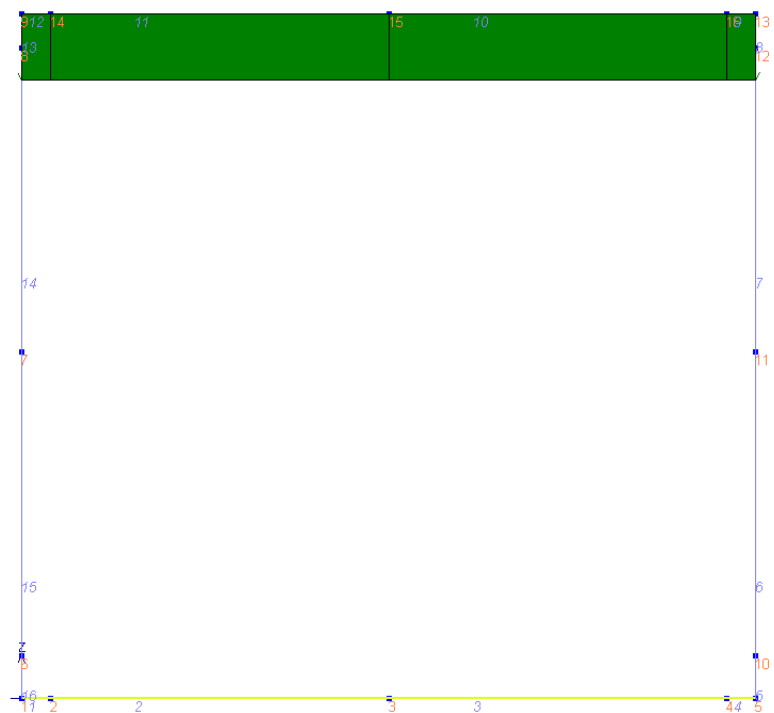


Spinta terreno (ko) in destra

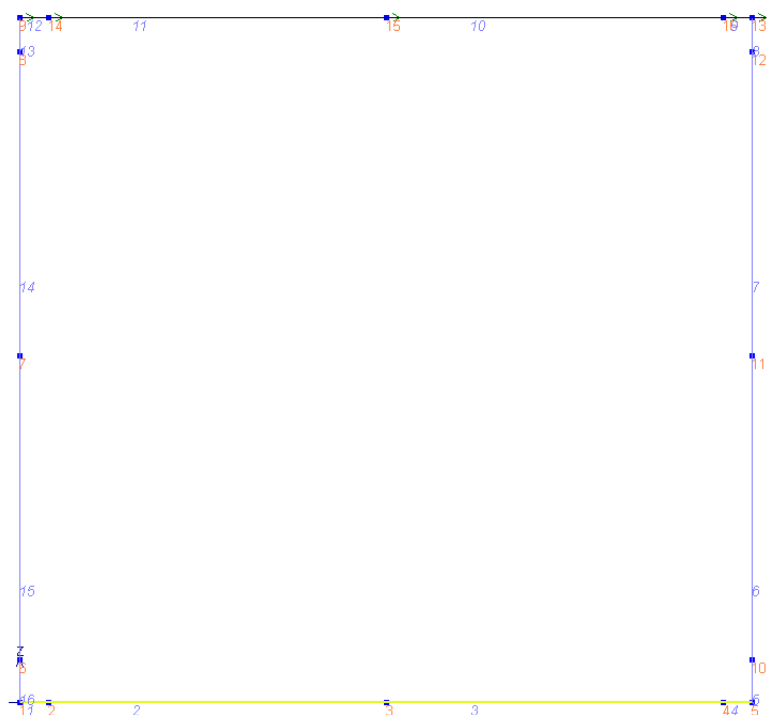


Spinta sovraccarico accidentale in sinistra

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 35 di 170

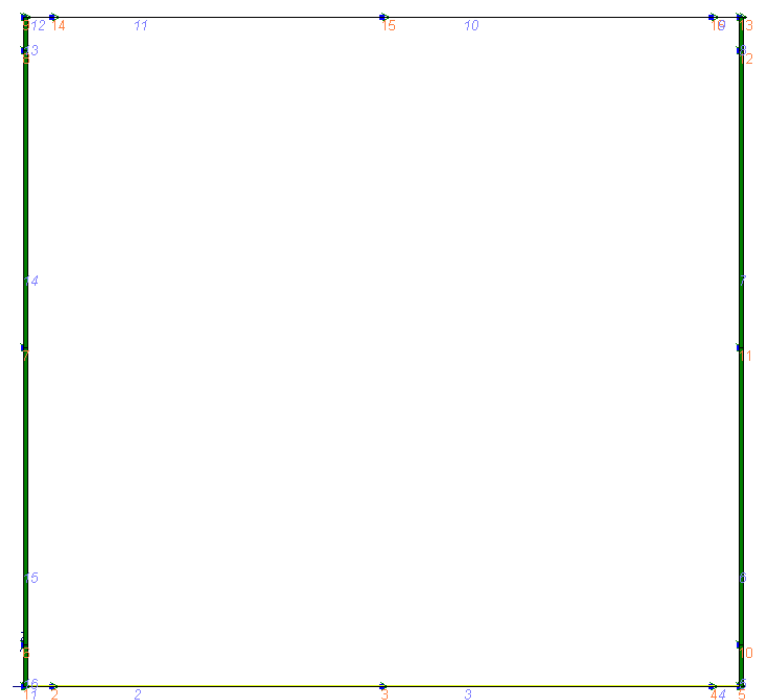


Qacc traffico sup – Schema 1

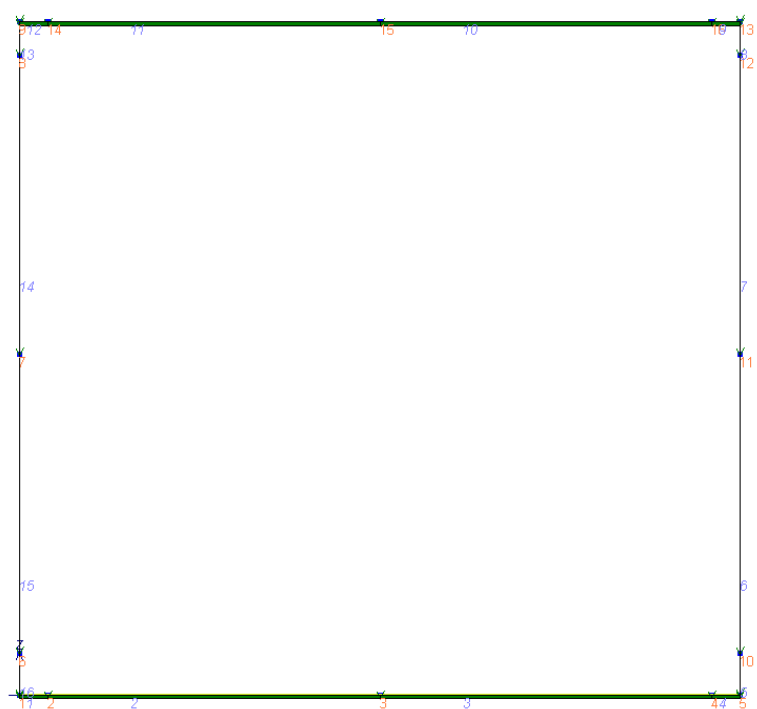


Frenamento

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 36 di 170

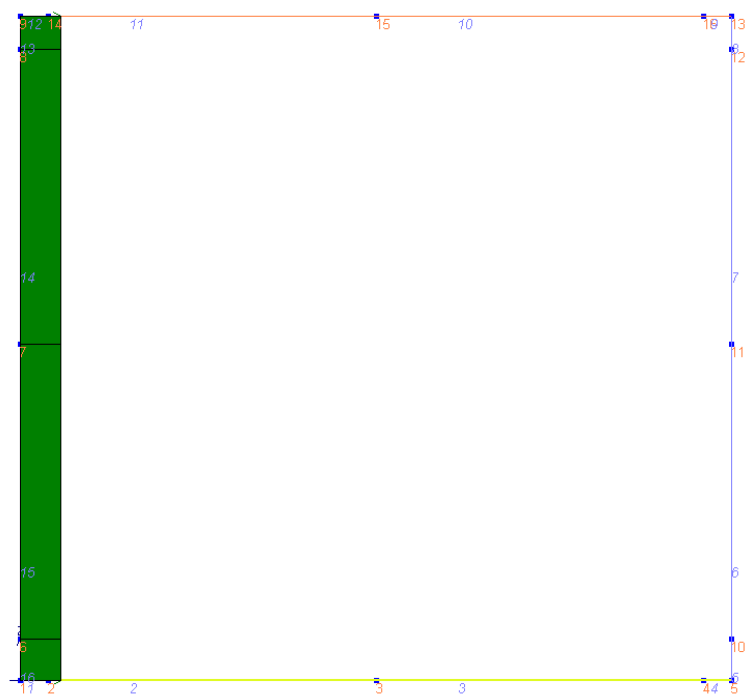


Sisma X

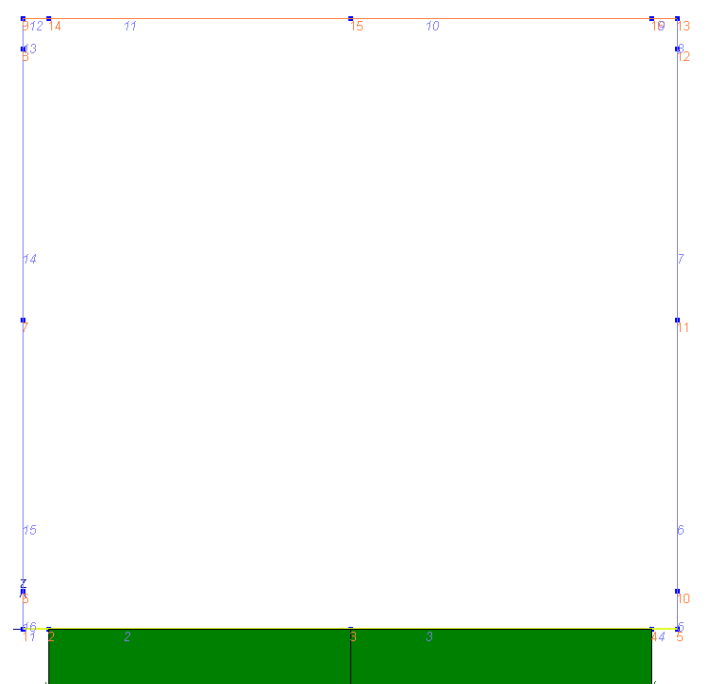


Sisma Z

Elaborato	Revisione	Data	
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 37 di 170



Sovrappinta sisma terra Sx (Wood)

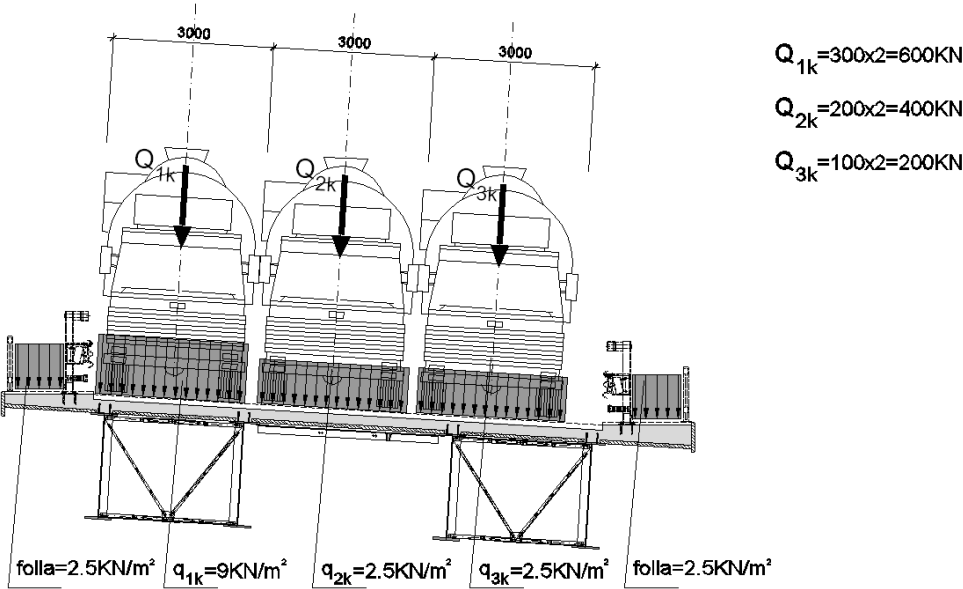


Qacc traffico inf – Schema 1

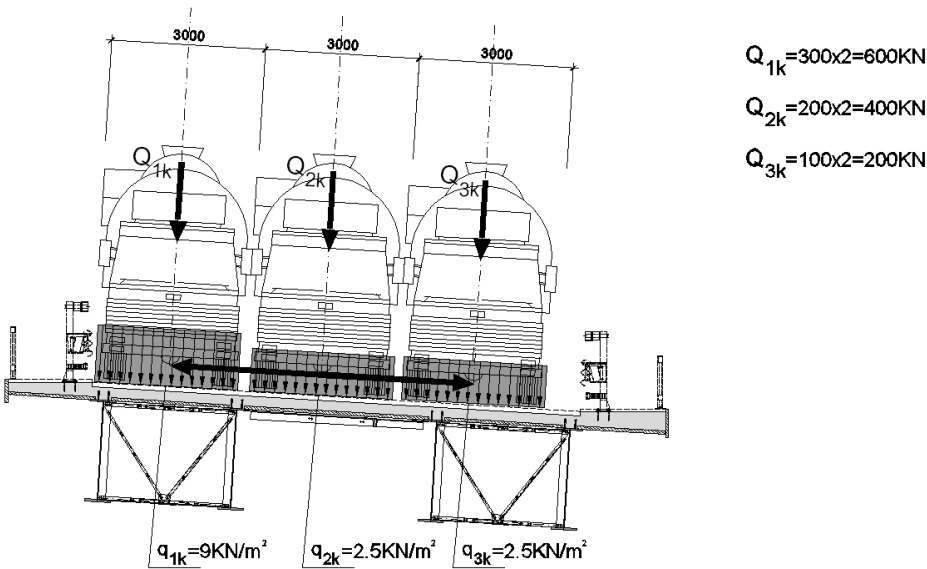
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 38 di 170

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

DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULL'IMPALCATO

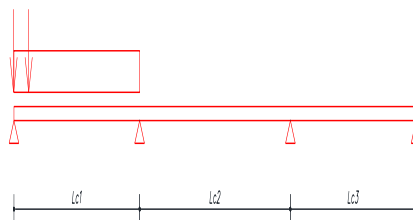
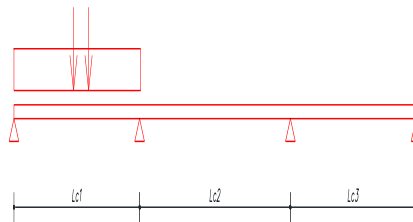
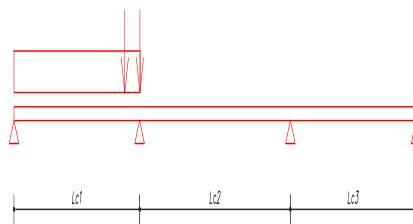


DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULLA SOLETTA: TRASLAZIONE
IN SENSO TRASVERSALE ALL'IMPALCATO



DISPOSIZIONE CARICHI MOBILI SULL'IMPALCATO IN SENSO LONGITUDINALE

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 39 di 170



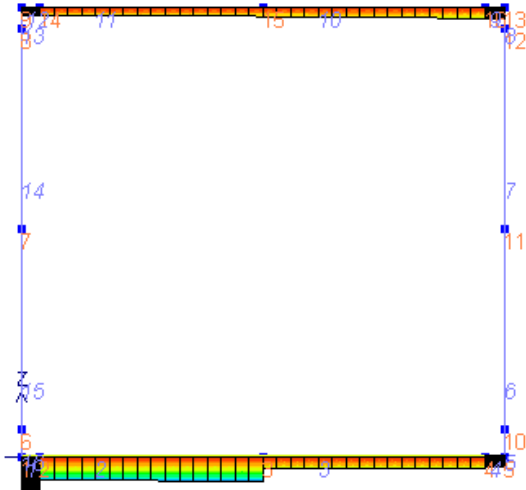
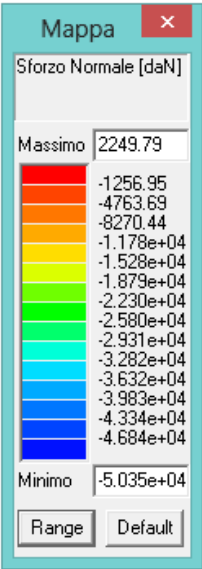
Si riportano gli inviluppi delle azioni interne.

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

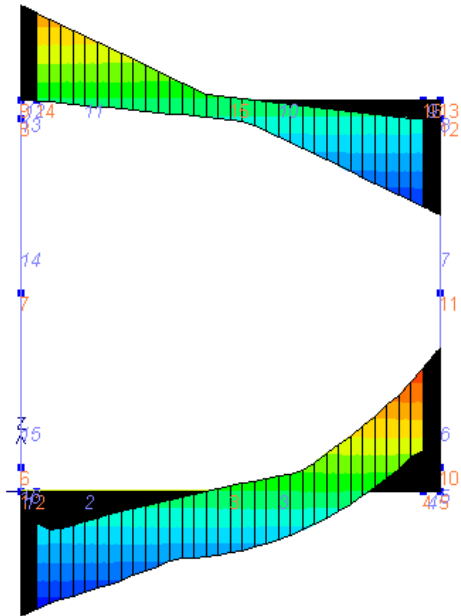
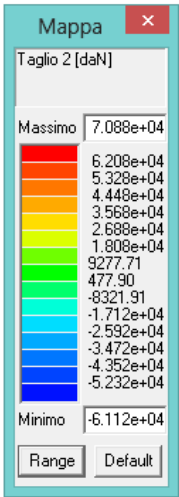
Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 40 di 170

Scatolare 700x630x(90-70) cm

TRAVI

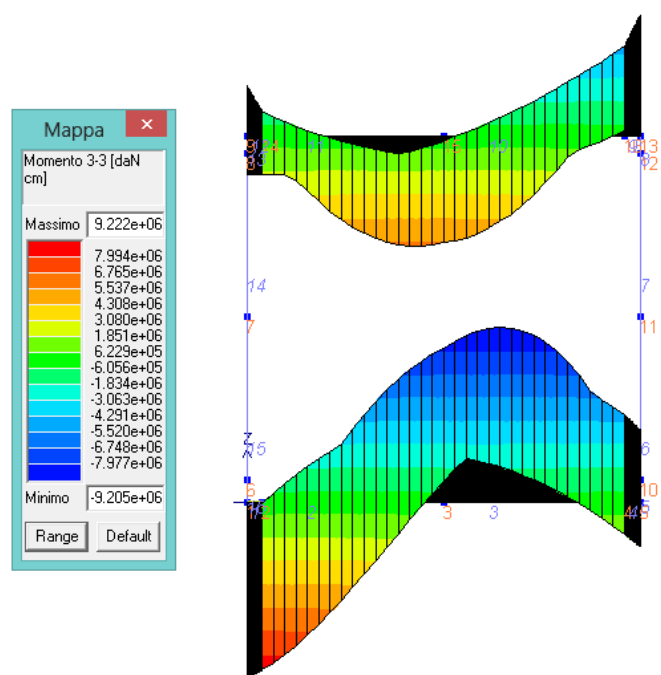


N (daN)



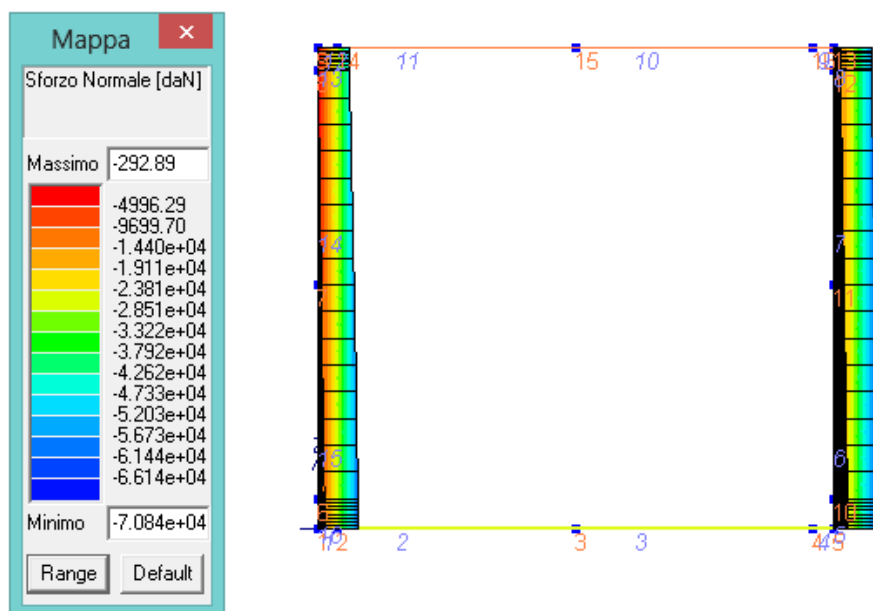
T2 (daN)

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 41 di 170	



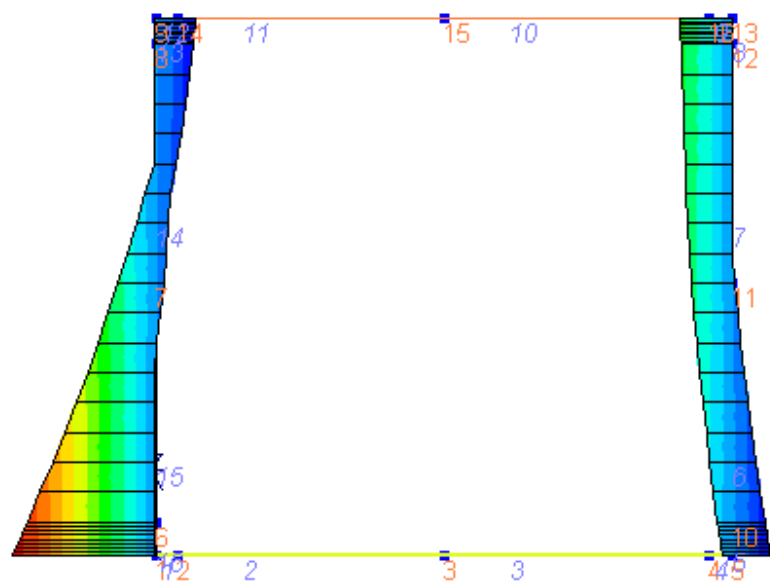
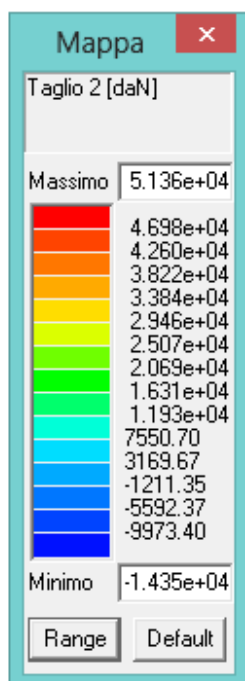
M3 (daNcm)

PILASTRI

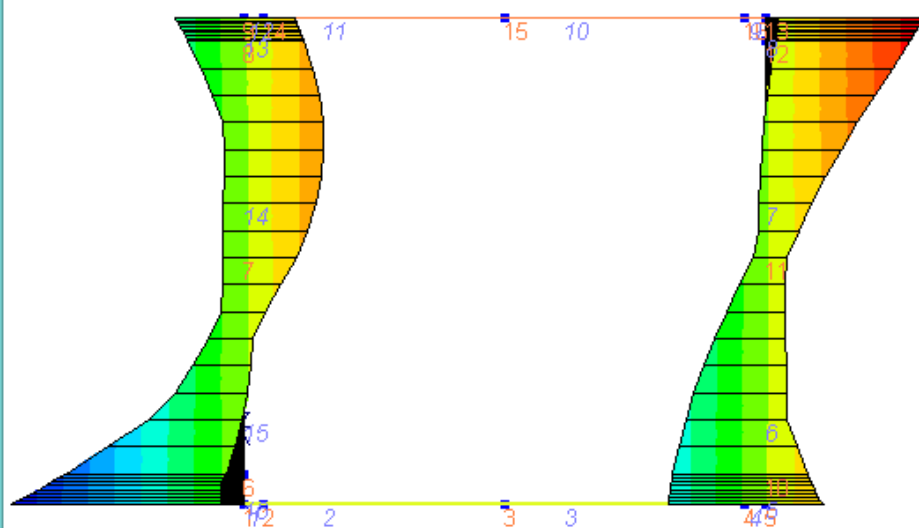
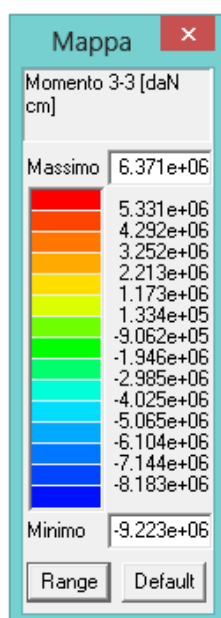


N (daN)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 42 di 170



T2 (daN)

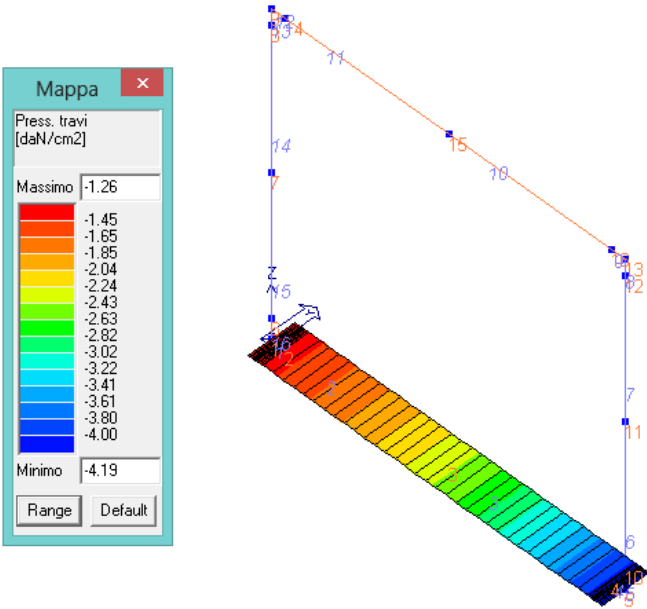


M3 (daNcm)

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 43 di 170

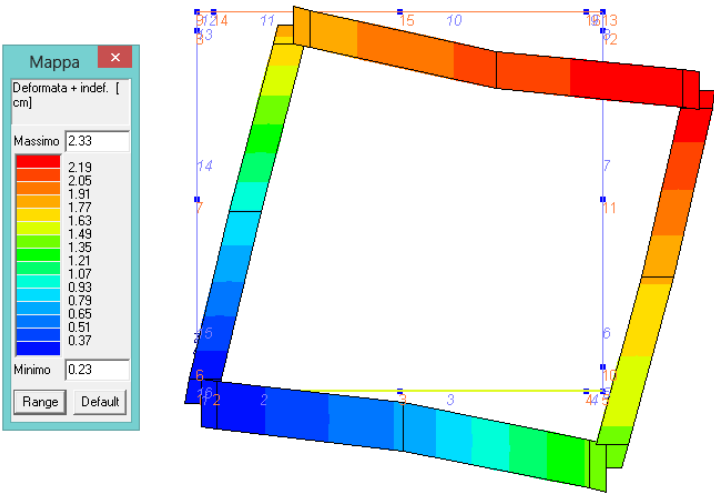
Scatolare 700x630x(90-70) cm



Pressione (daN/cm^q)

Si riportano le deformate massime agli SLE rare :

Scatolare 700x630x(90-70) cm



Spostamento Δz (cm)

Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 44 di 170

8.3.1 Verifica a flessione

Scatolare 700x630x(90-70) cm

La struttura è armata con :

Soletta sup: n.5Ø20+ n.10Ø26 max, ripartizione 5+5Ø16, staffe Ø12/20x20 cm L=2.50 m

$A_{rip_min} = 20\% \text{ di } A_s = 0.20 \times (10\text{Ø}26+5\text{Ø}20) = 0.20 \times (10 \times 5.31 + 5 \times 3.14) = 13.76 \text{ cm}^2 < 5+5\text{Ø}16 = 20.10 \text{ cm}^2/\text{m}$

Soletta inf: n.5Ø20+ n.10Ø26 max, ripartizione 5+5Ø16, staffe Ø12/20x20 cm L=1.50 m

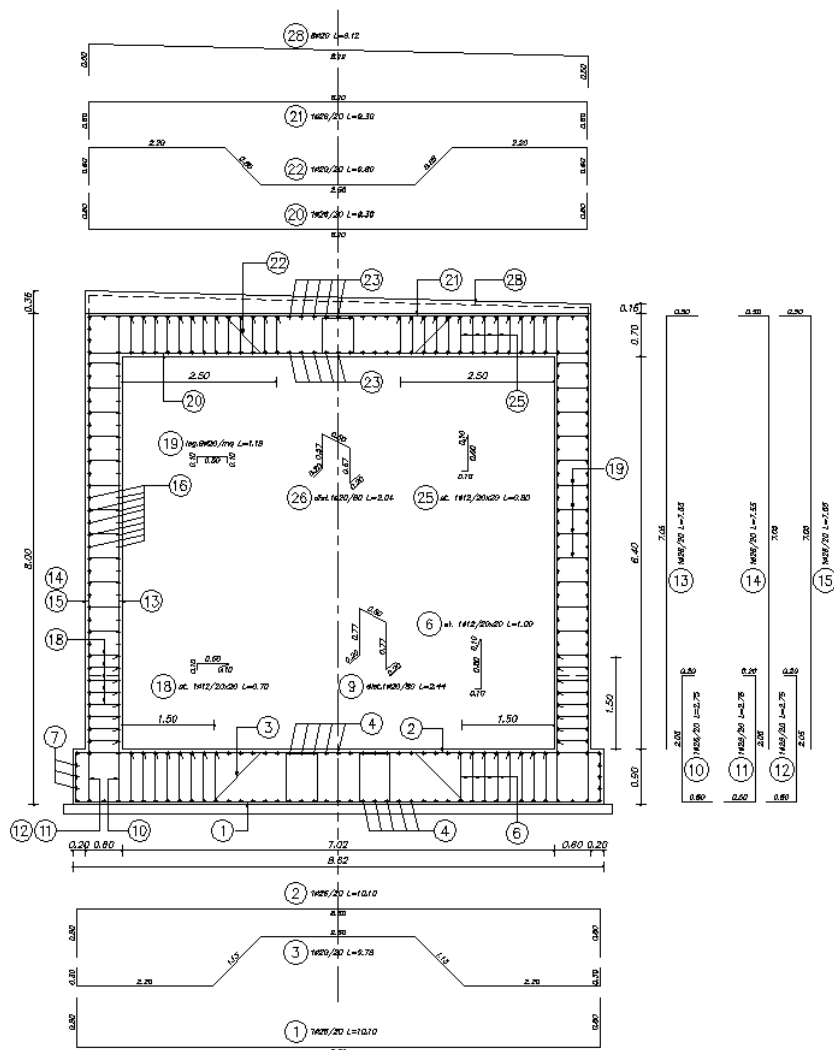
$A_{rip_min} = 20\% \text{ di } A_s = 0.20 \times (5\text{Ø}20+10\text{Ø}26) = 0.20 \times (5 \times 3.14 + 10 \times 5.31) = 13.76 \text{ cm}^2 < 5+5\text{Ø}16 = 20.10 \text{ cm}^2/\text{m}$

Pareti: n.10Ø26+5Ø26 max, ripartizione 5+5Ø16, staffe Ø12/20x20 cm L=2.50 m solo inf.

$A_{rip_min} = 20\% \text{ di } A_s = 0.20 \times (10+5\text{Ø}26) = 0.20 \times 15 \times 5.31 = 15.93 \text{ cm}^2 < 5+5\text{Ø}16 = 20.10 \text{ cm}^2/\text{m}$

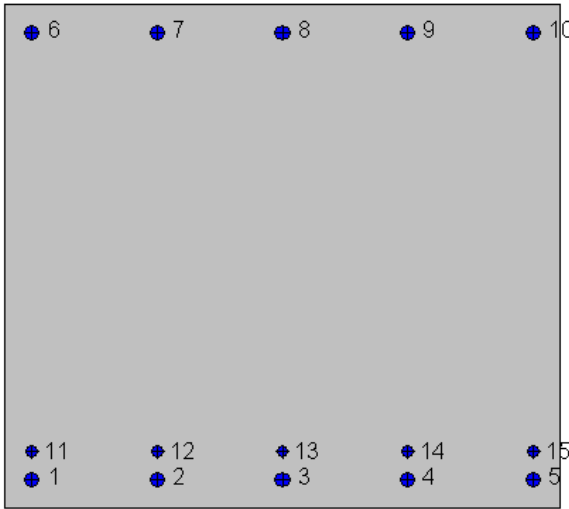
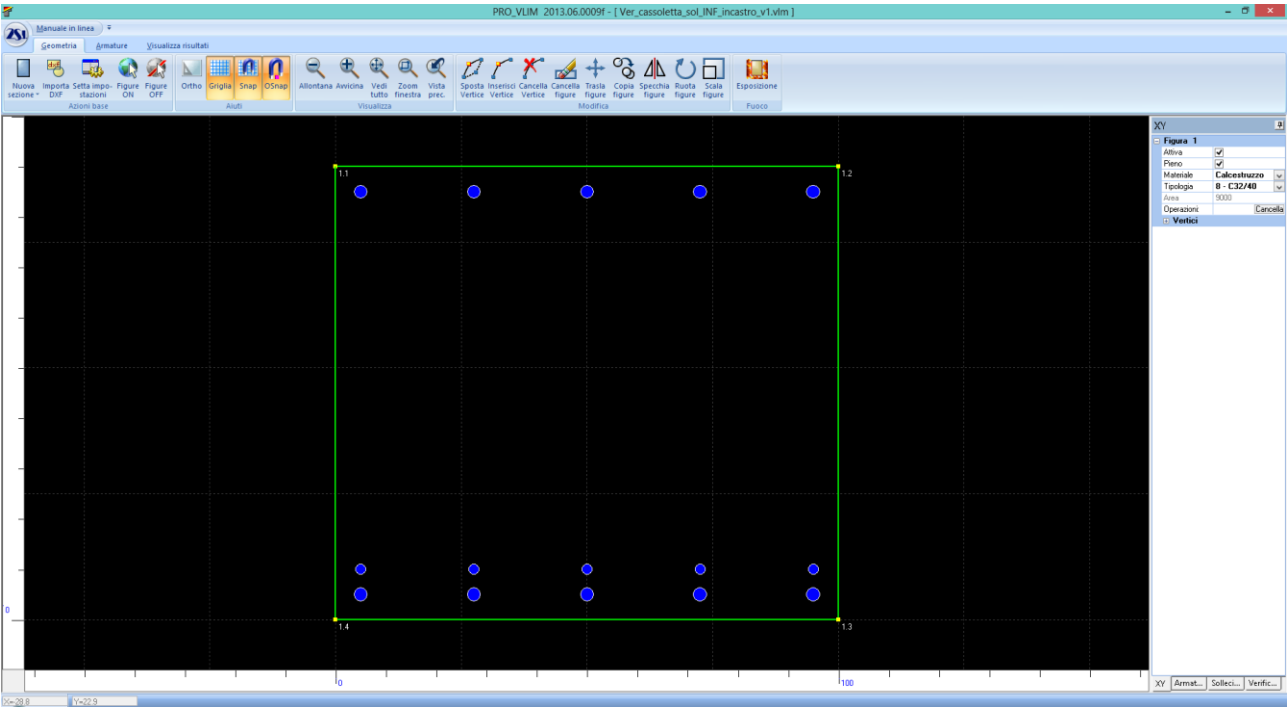
Si pongo in opera legature in parete Ø14/n.9 al mq e distanziatori in soletta Ø20/n.4 al mq.

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 45 di 170

Sezione soletta inferiore incastro



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0,0	90,0
2	100,0	90,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 46 di 170

1	5,0	5,0	5,3	no
2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no
5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	85,0	5,3	no
7	27,5	85,0	5,3	no
8	50,0	85,0	5,3	no
9	72,5	85,0	5,3	no
10	95,0	85,0	5,3	no
11	5,0	10,0	3,1	no
12	27,5	10,0	3,1	no
13	50,0	10,0	3,1	no
14	72,5	10,0	3,1	no
15	95,0	10,0	3,1	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

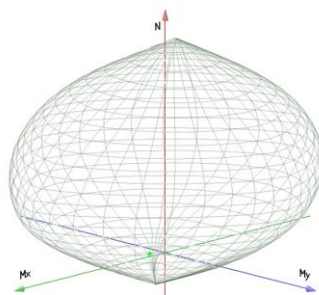
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (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/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 47 di 170

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2692,2	215,1	0,0	Completamente tesa
19624,2	-215,1	0,0	Completamente compressa
0,0	1314,0	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-878,8	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1202,6	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1202,6	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	2,5	89,0	0,0	P	37,8	1329,0	0,0	0,070	OK
				M	18769,6	88,4	0,0	0,000	
				N	2,5	1315,0	0,0	0,070	
2	362,8	544,1	0,0	P	1176,5	1764,5	0,0	0,310	OK
				M	17434,9	543,3	0,0	0,020	
				N	362,8	1456,6	0,0	0,370	
3	343,2	611,3	0,0	P	942,2	1678,4	0,0	0,360	OK
				M	17235,5	610,6	0,0	0,020	
				N	343,2	1448,9	0,0	0,420	
4	382,0	760,2	0,0	P	820,3	1632,5	0,0	0,470	OK
				M	16792,9	759,4	0,0	0,020	
				N	382,0	1464,0	0,0	0,520	
5	501,4	922,2	0,0	P	904,9	1664,4	0,0	0,550	OK
				M	16309,7	921,4	0,0	0,030	
				N	501,4	1510,4	0,0	0,610	
6	501,6	918,6	0,0	P	909,8	1666,3	0,0	0,550	OK
				M	16320,6	917,8	0,0	0,030	
				N	501,6	1510,4	0,0	0,610	
7	301,5	493,1	0,0	P	1051,4	1719,2	0,0	0,290	OK
				M	17586,1	492,2	0,0	0,020	
				N	301,5	1432,7	0,0	0,340	
8	130,4	121,5	0,0	P	2271,9	2117,5	0,0	0,060	OK
				M	18675,3	120,9	0,0	0,010	
				N	130,4	1365,5	0,0	0,090	
12	311,3	675,4	0,0	P	738,1	1601,2	0,0	0,420	OK
				M	17045,2	674,6	0,0	0,020	
				N	311,3	1436,5	0,0	0,470	
13	309,3	664,2	0,0	P	747,4	1604,8	0,0	0,410	OK
				M	17078,4	663,5	0,0	0,020	
				N	309,3	1435,7	0,0	0,460	

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		
5	501,4	922,2	0,0	P	904,9	1664,4	0,0	0,550	OK
5	501,4	922,2	0,0	M	16309,7	921,4	0,0	0,030	OK
5	501,4	922,2	0,0	N	501,4	1510,4	0,0	0,610	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 48 di 170

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	600,9	0,0	293,3	-5453,0	0,27	162181,2	0,45

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	414,3	0,0	244,9	0.00	0,00

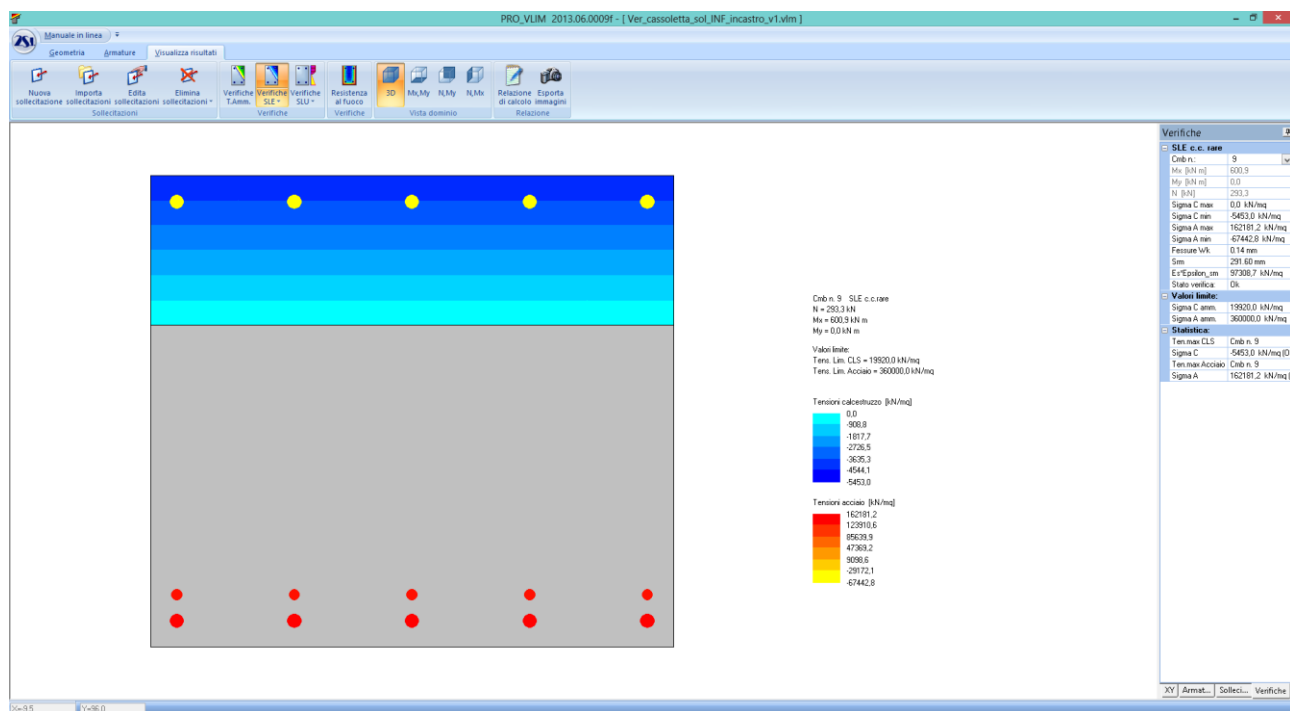
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

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 $W_k/W_{kL} < 1$)

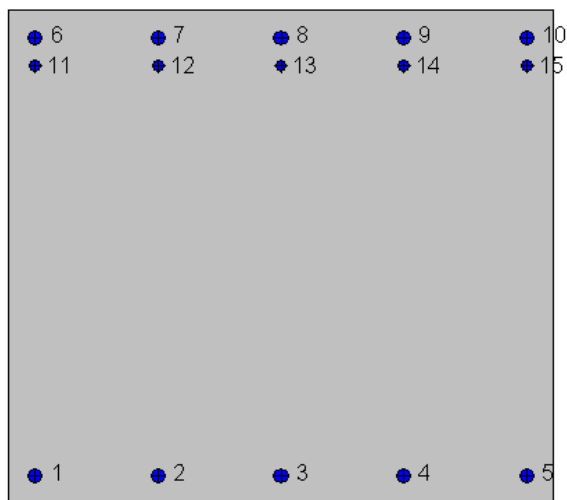
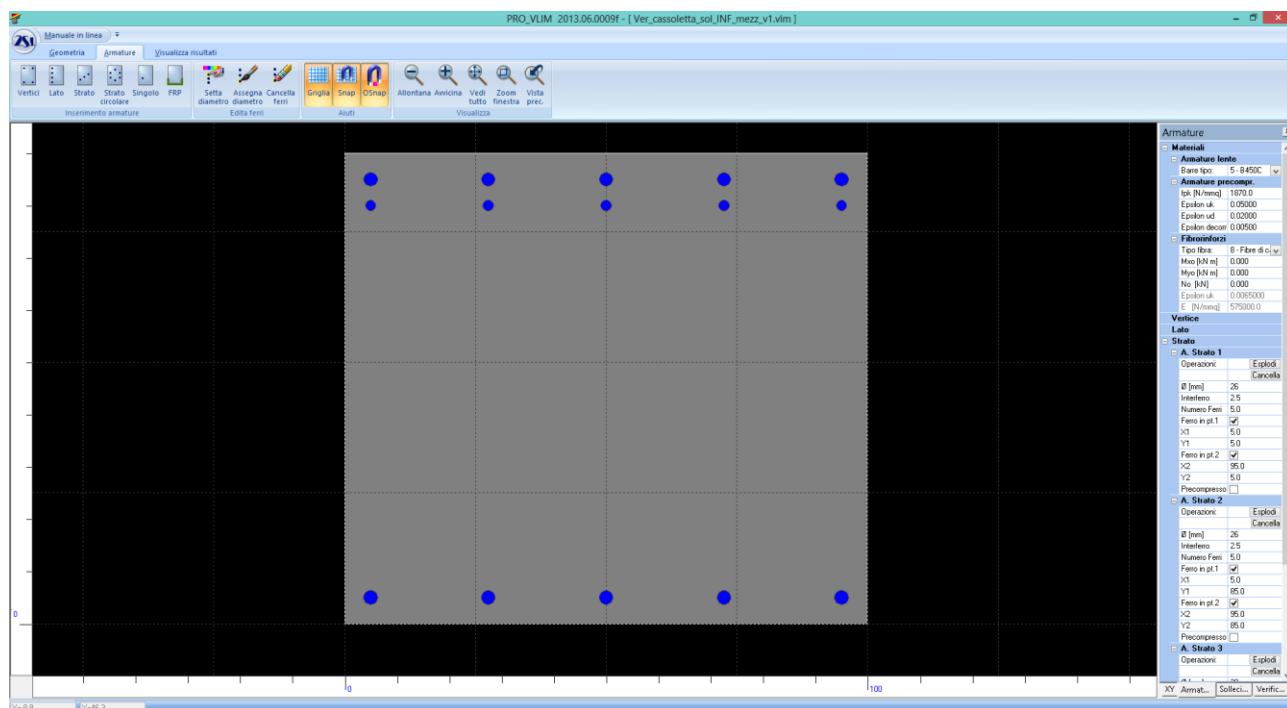
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	338,5	0,0	205,3	-3102,3	0,21	0.00	0,00



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 49 di 170

Sezione soletta inferiore mezz'aria



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	90,0
2	100,0	90,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

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

Elaborato	Revisione	Data
Scalare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 50 di 170

2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no
5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	85,0	5,3	no
7	27,5	85,0	5,3	no
8	50,0	85,0	5,3	no
9	72,5	85,0	5,3	no
10	95,0	85,0	5,3	no
11	5,0	80,0	3,1	no
12	27,5	80,0	3,1	no
13	50,0	80,0	3,1	no
14	72,5	80,0	3,1	no
15	95,0	80,0	3,1	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

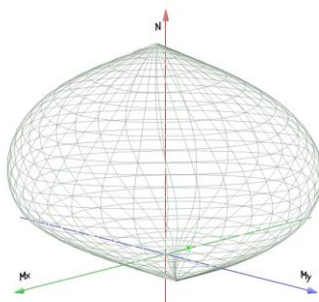
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (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/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 51 di 170

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2692,2	-215,1	0,0	Completamente tesa
19624,2	215,1	0,0	Completamente compressa
0,0	878,8	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1314,0	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1202,6	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1202,6	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	2,5	-390,4	0,0	P	8,5	-1317,4	0,0	0,300	OK
				M	17888,9	-389,7	0,0	0,000	
				N	2,5	-1315,0	0,0	0,300	
2	180,5	-329,5	0,0	P	913,2	-1667,5	0,0	0,200	OK
				M	18067,8	-328,9	0,0	0,010	
				N	180,5	-1385,2	0,0	0,240	
3	161,0	-840,8	0,0	P	272,1	-1421,1	0,0	0,590	OK
				M	16552,6	-840,1	0,0	0,010	
				N	161,0	-1377,5	0,0	0,610	
4	142,4	-920,5	0,0	P	216,4	-1399,3	0,0	0,660	OK
				M	16314,8	-919,7	0,0	0,010	
				N	142,4	-1370,2	0,0	0,670	
5	109,0	-419,3	0,0	P	380,5	-1463,4	0,0	0,290	OK
				M	17803,9	-418,5	0,0	0,010	
				N	109,0	-1357,1	0,0	0,310	
6	109,2	-400,5	0,0	P	401,1	-1471,5	0,0	0,270	OK
				M	17859,0	-399,8	0,0	0,010	
				N	109,2	-1357,2	0,0	0,290	
7	124,7	-304,4	0,0	P	640,4	-1563,9	0,0	0,190	OK
				M	18141,5	-303,8	0,0	0,010	
				N	124,7	-1363,3	0,0	0,220	
8	138,2	-187,2	0,0	P	1346,7	-1823,7	0,0	0,100	OK
				M	18484,5	-186,5	0,0	0,010	
				N	138,2	-1368,6	0,0	0,140	
12	92,2	-799,8	0,0	P	158,8	-1376,7	0,0	0,580	OK
				M	16673,1	-799,6	0,0	0,000	
				N	92,2	-1350,5	0,0	0,590	
13	90,3	-765,8	0,0	P	162,5	-1378,1	0,0	0,560	OK
				M	16776,0	-765,1	0,0	0,000	
				N	90,3	-1349,7	0,0	0,570	

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	142,4	-920,5	0,0	P	216,4	-1399,3	0,0	0,660	OK
2	180,5	-329,5	0,0	M	18067,8	-328,9	0,0	0,010	OK
4	142,4	-920,5	0,0	N	142,4	-1370,2	0,0	0,670	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
-----	----	----	---	------------	------------------------	------------	------------------------

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 52 di 170

n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-696,5	0,0	100,9	-6103,9	0,31	213381,9	0,59

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	-516,2	0,0	122,5	0.14	0,46

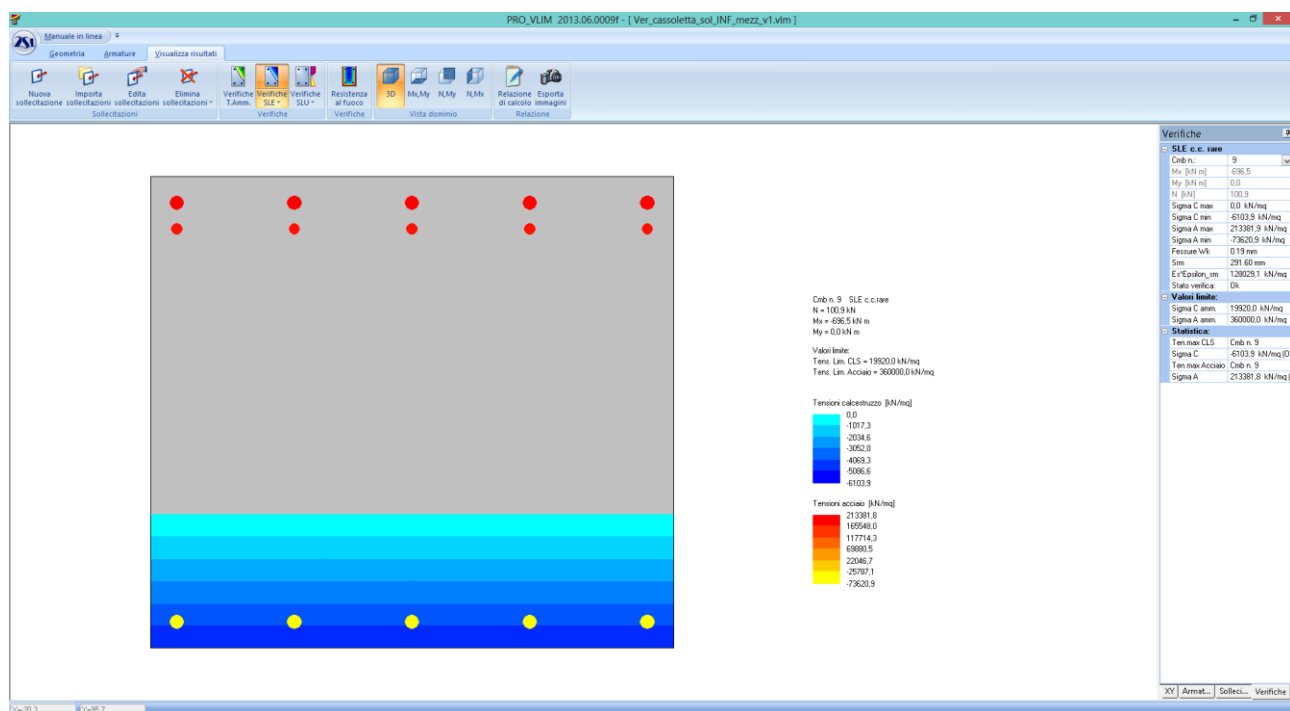
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

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 $W_k/W_{kL} < 1$)

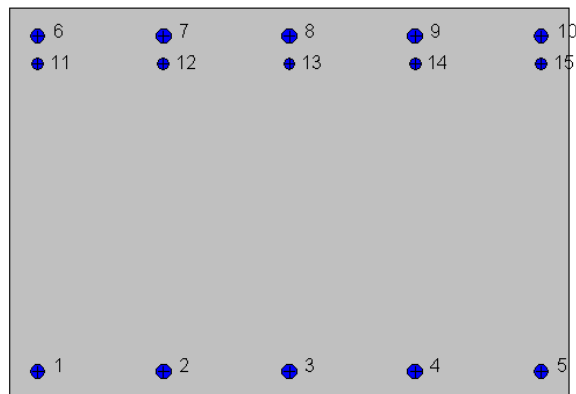
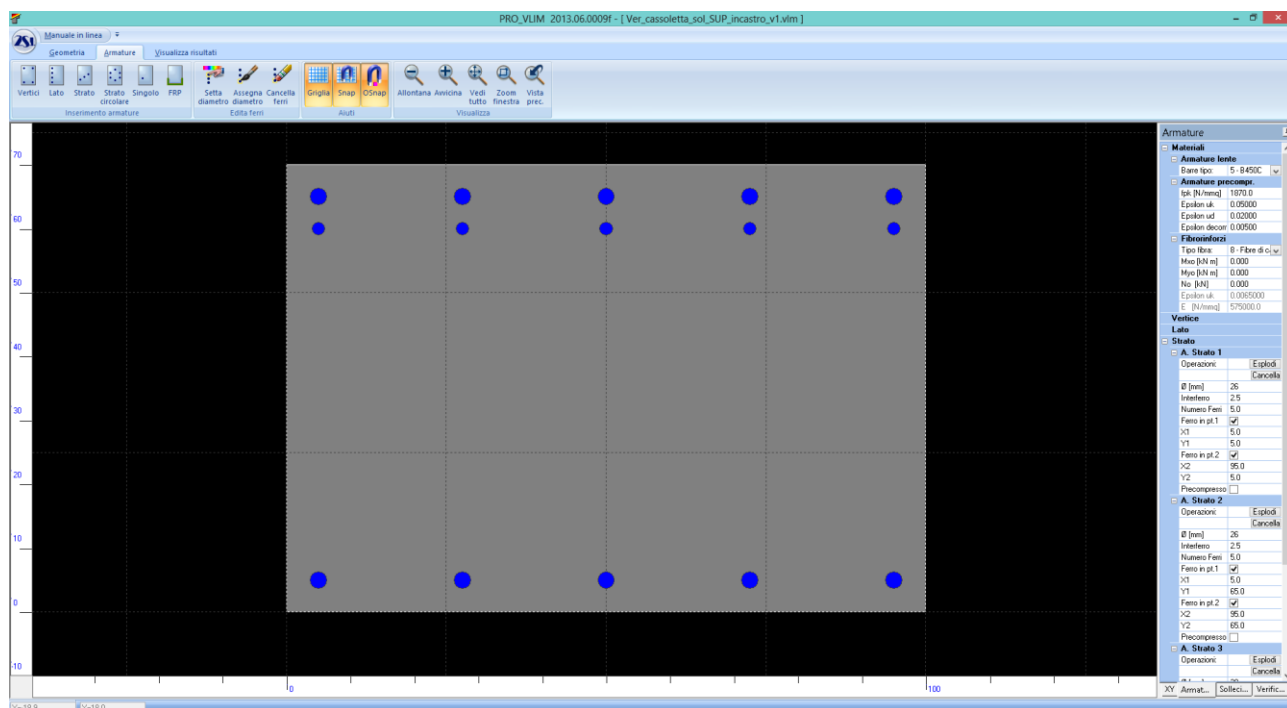
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-498,5	0,0	120,9	-4416,9	0,30	0.13	0,65



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 53 di 170

Sezione soletta superiore incastro



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	70,0
2	100,0	70,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	5,3	no
2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 54 di 170

5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	65,0	5,3	no
7	27,5	65,0	5,3	no
8	50,0	65,0	5,3	no
9	72,5	65,0	5,3	no
10	95,0	65,0	5,3	no
11	5,0	60,0	3,1	no
12	27,5	60,0	3,1	no
13	50,0	60,0	3,1	no
14	72,5	60,0	3,1	no
15	95,0	60,0	3,1	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

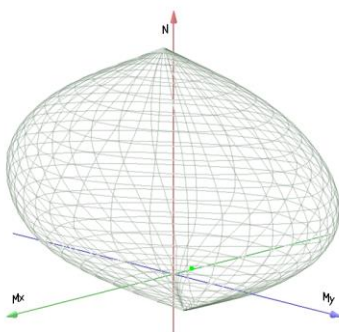
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (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/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u M_{xu} M_{yu} Stato Sez.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 55 di 170

kN	kN m	kN m	
-2692,2	-153,7	0,0	Completamente tesa
15861,5	153,7	0,0	Completamente compressa
0,0	671,0	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-983,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1171,2	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1171,2	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	-2,5	-71,0	0,0	P	-34,7	-973,1	0,0	0,070	OK
				M	-2449,5	-70,3	0,0	0,000	
				N	-2,5	-982,6	0,0	0,070	
2	123,9	-292,1	0,0	P	475,9	-1122,2	0,0	0,260	OK
				M	14186,0	-291,6	0,0	0,010	
				N	123,9	-1019,9	0,0	0,290	
3	143,5	-498,9	0,0	P	309,0	-1074,0	0,0	0,460	OK
				M	13390,1	-498,3	0,0	0,010	
				N	143,5	-1025,6	0,0	0,490	
4	184,0	-637,1	0,0	P	310,3	-1074,3	0,0	0,590	OK
				M	12855,3	-636,6	0,0	0,010	
				N	184,0	-1037,5	0,0	0,610	
5	177,5	-535,1	0,0	P	361,4	-1089,2	0,0	0,490	OK
				M	13249,8	-534,6	0,0	0,010	
				N	177,5	-1035,6	0,0	0,520	
6	177,4	-530,3	0,0	P	364,6	-1090,1	0,0	0,490	OK
				M	13268,4	-529,8	0,0	0,010	
				N	177,4	-1035,6	0,0	0,510	
7	105,8	-279,8	0,0	P	418,0	-1105,6	0,0	0,250	OK
				M	14233,3	-279,3	0,0	0,010	
				N	105,8	-1014,6	0,0	0,280	
8	44,1	-56,2	0,0	P	997,3	-1268,7	0,0	0,040	OK
				M	15085,4	-55,7	0,0	0,000	
				N	44,1	-996,4	0,0	0,060	
12	165,4	-589,1	0,0	P	300,8	-1071,6	0,0	0,550	OK
				M	13041,1	-588,6	0,0	0,010	
				N	165,4	-1032,0	0,0	0,570	
13	167,3	-591,8	0,0	P	303,1	-1072,3	0,0	0,550	OK
				M	13030,5	-591,3	0,0	0,010	
				N	167,3	-1032,6	0,0	0,570	

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	184,0	-637,1	0,0	P	310,3	-1074,3	0,0	0,590	OK
2	123,9	-292,1	0,0	M	14186,0	-291,6	0,0	0,010	OK
4	184,0	-637,1	0,0	N	184,0	-1037,5	0,0	0,610	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-505,3	0,0	146,5	-6896,1	0,35	203191,2	0,56

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 56 di 170

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

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0,30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	-315,3	0,0	98,3	0.11	0,35

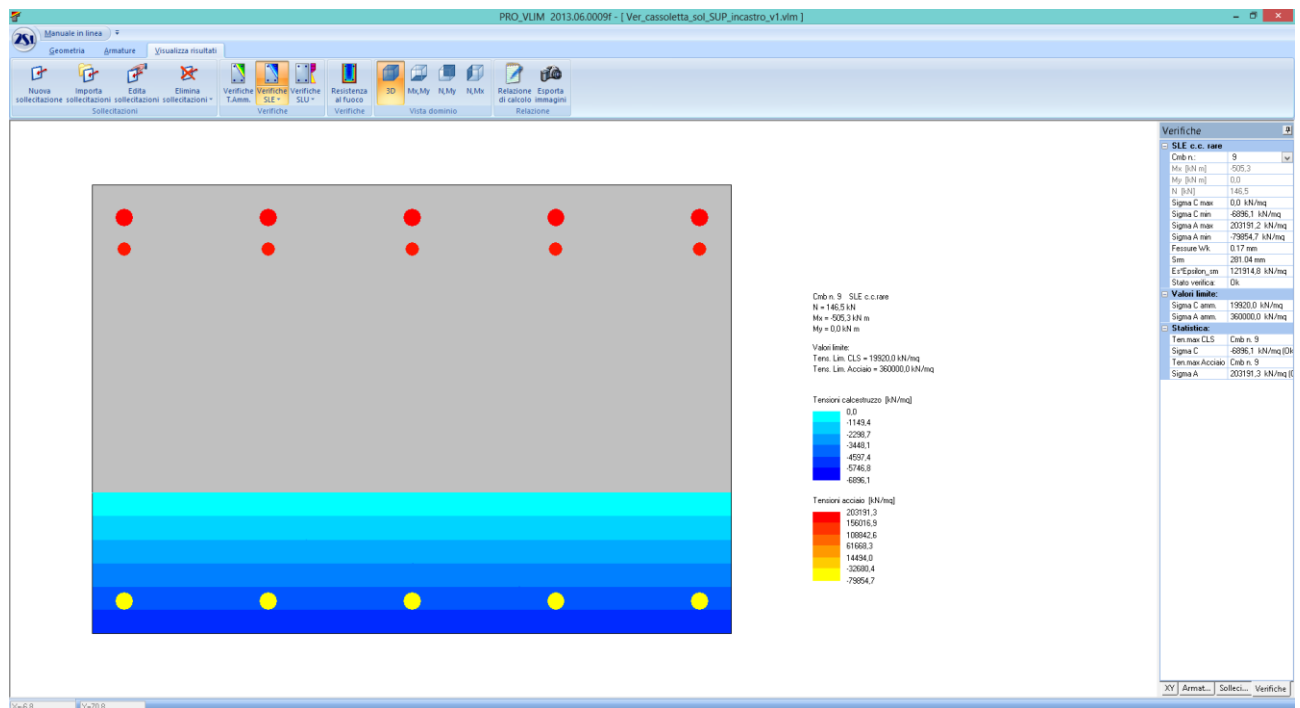
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

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

Fessure: $WkL = 0,20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

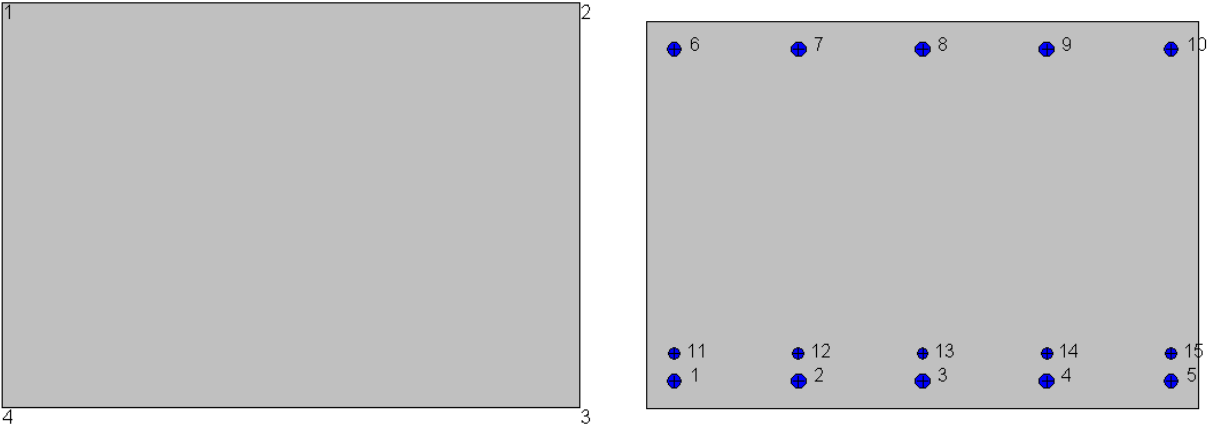
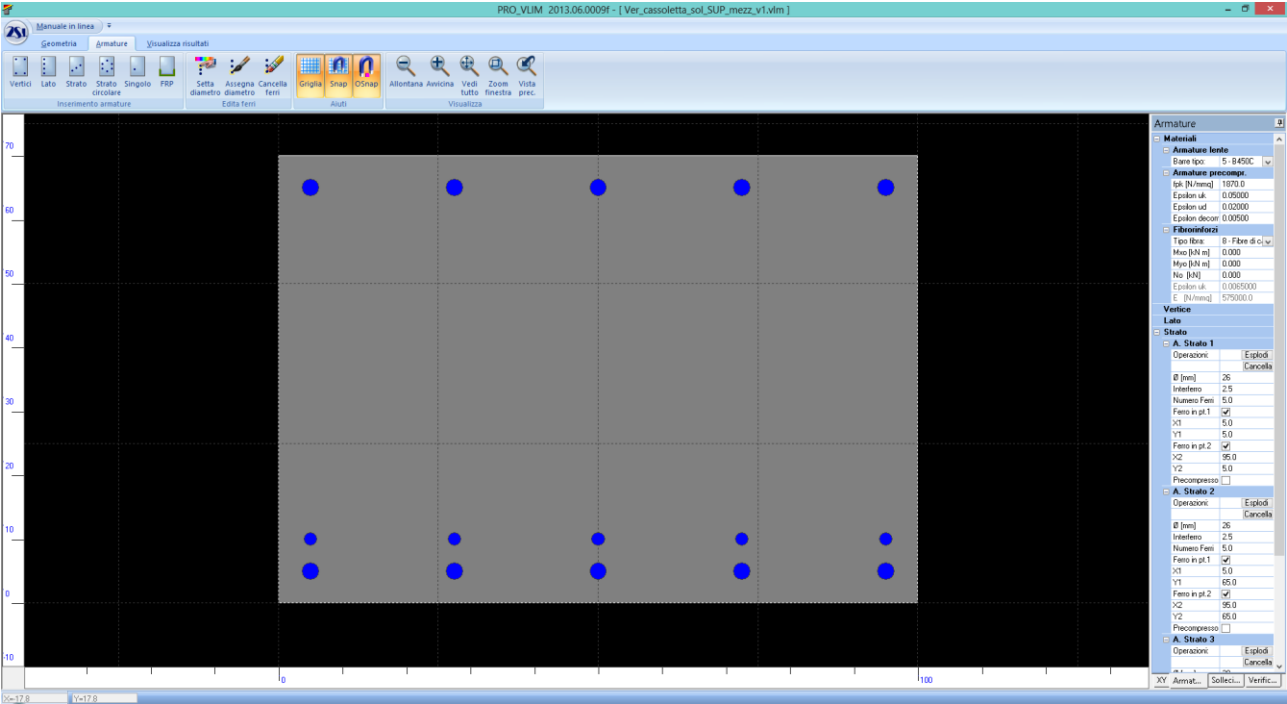
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-274,8	0,0	85,6	-3757,2	0,25	0.09	0,46



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 57 di 170

Sezione soletta superiore mezzeria



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	70,0
2	100,0	70,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	5,3	no
2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 58 di 170

5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	65,0	5,3	no
7	27,5	65,0	5,3	no
8	50,0	65,0	5,3	no
9	72,5	65,0	5,3	no
10	95,0	65,0	5,3	no
11	5,0	10,0	3,1	no
12	27,5	10,0	3,1	no
13	50,0	10,0	3,1	no
14	72,5	10,0	3,1	no
15	95,0	10,0	3,1	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

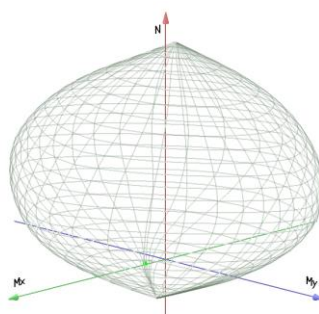
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (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/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u	M_{xu}	M_{yu}
kN	kN m	kN m

Stato Sez.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 59 di 170

-2692,2	153,7	0,0	Completamente tesa
15861,5	-153,7	0,0	Completamente compressa
0,0	983,4	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-671,0	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1171,2	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1171,2	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	-2,5	203,1	0,0	P	-12,2	979,8	0,0	0,210	OK
				M	-2548,8	203,3	0,0	0,000	
				N	-2,5	982,6	0,0	0,210	
2	123,9	111,5	0,0	P	1566,4	1410,4	0,0	0,080	OK
				M	14875,5	111,1	0,0	0,010	
				N	123,9	1019,9	0,0	0,110	
3	143,5	563,8	0,0	P	270,6	1062,8	0,0	0,530	OK
				M	13138,9	563,3	0,0	0,010	
				N	143,5	1025,6	0,0	0,550	
4	138,9	579,7	0,0	P	253,4	1057,8	0,0	0,550	OK
				M	13077,3	579,2	0,0	0,010	
				N	138,9	1024,3	0,0	0,570	
5	144,1	78,3	0,0	P	3140,9	1706,2	0,0	0,050	OK
				M	15001,5	77,9	0,0	0,010	
				N	144,1	1025,8	0,0	0,080	
6	143,9	66,2	0,0	P	3918,4	1802,3	0,0	0,040	OK
				M	15047,4	65,8	0,0	0,010	
				N	143,9	1025,8	0,0	0,060	
7	95,8	100,3	0,0	P	1281,8	1342,5	0,0	0,070	OK
				M	14918,1	99,9	0,0	0,010	
				N	95,8	1011,6	0,0	0,100	
8	54,2	107,1	0,0	P	583,1	1152,9	0,0	0,090	OK
				M	14892,4	106,7	0,0	0,000	
				N	54,2	999,4	0,0	0,110	
12	105,2	497,3	0,0	P	221,9	1048,6	0,0	0,470	OK
				M	13396,0	496,8	0,0	0,010	
				N	105,2	1014,4	0,0	0,490	
13	107,2	494,6	0,0	P	227,6	1050,3	0,0	0,470	OK
				M	13406,4	494,1	0,0	0,010	
				N	107,2	1015,0	0,0	0,490	

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	138,9	579,7	0,0	P	253,4	1057,8	0,0	0,550	OK
2	123,9	111,5	0,0	M	14875,5	111,1	0,0	0,010	OK
4	138,9	579,7	0,0	N	138,9	1024,3	0,0	0,570	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	428,2	0,0	101,4	-5816,6	0,29	174670,9	0,49

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 60 di 170

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	330,1	0,0	98,3	0.11	0,37

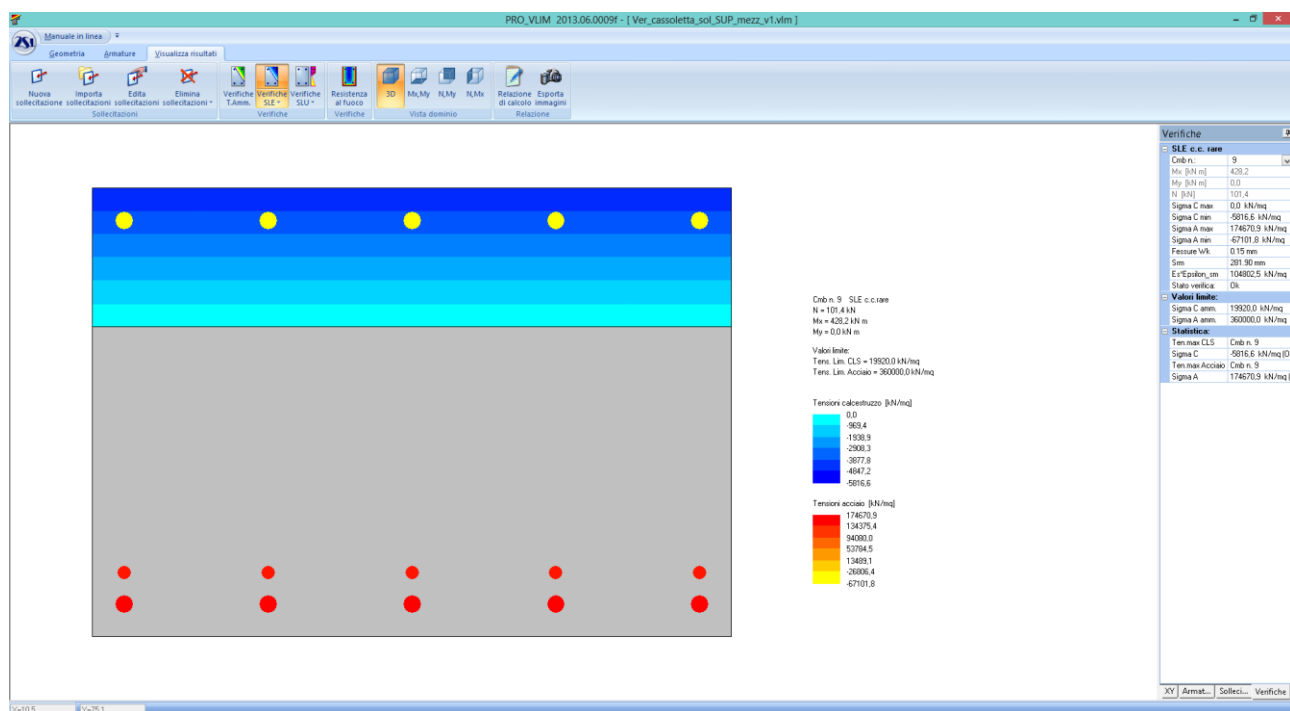
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

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 $W_k/W_{kL} < 1$)

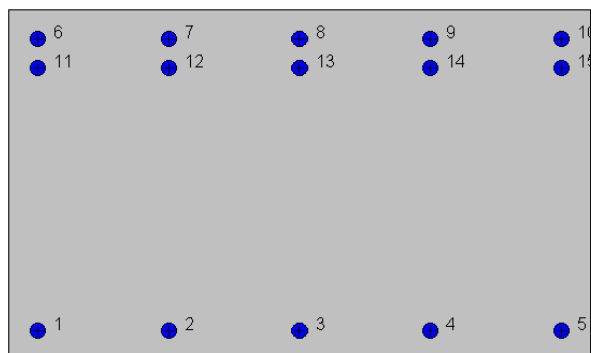
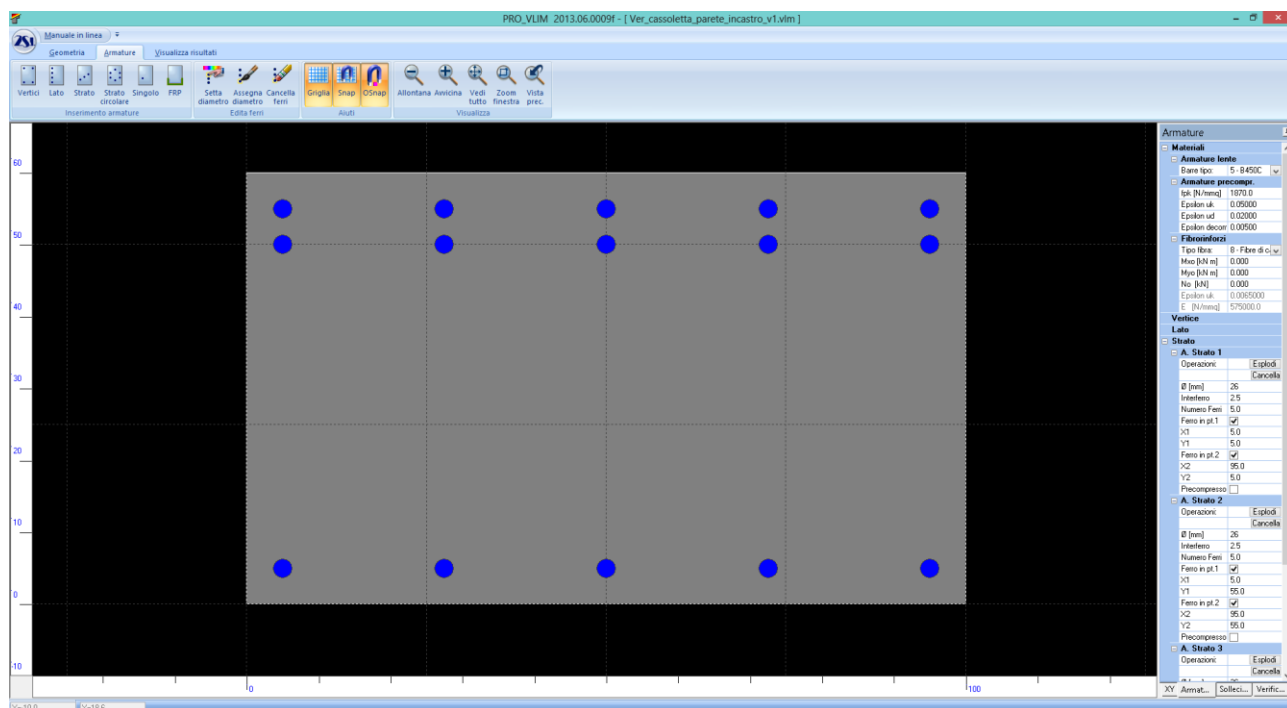
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	334,8	0,0	85,6	-4556,1	0,30	0.11	0,57



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 61 di 170

Sezione parete incastro



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	60,0
2	100,0	60,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	5,3	no
2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no
5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	55,0	5,3	no

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 62 di 170

7	27,5	55,0	5,3	no
8	50,0	55,0	5,3	no
9	72,5	55,0	5,3	no
10	95,0	55,0	5,3	no
11	5,0	50,0	5,3	no
12	27,5	50,0	5,3	no
13	50,0	50,0	5,3	no
14	72,5	50,0	5,3	no
15	95,0	50,0	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/cm²

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²

f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²

ν (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/cm²

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

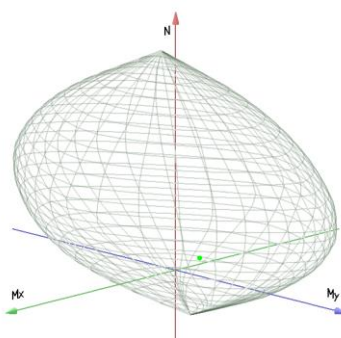
E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u	M_{xu}	M_{yu}	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-3116,3	-207,8	0,0	Completamente tesa

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 63 di 170

14404,3	207,8	0,0	Completamente compressa
0,0	574,8	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-1005,6	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	1291,5	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-1291,5	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	290,0	-89,0	14,5	P	4654,1	-1428,4	232,7	0,060	OK
				M	13067,3	-88,9	14,5	0,020	
				N	290,0	-1064,6	173,5	0,080	
2	259,4	-544,1	13,0	P	538,5	-1129,5	26,9	0,480	OK
				M	10988,8	-543,8	13,0	0,020	
				N	259,4	-1066,0	25,4	0,510	
3	610,9	-611,3	30,6	P	1270,1	-1270,8	63,5	0,480	OK
				M	10676,1	-610,6	30,5	0,060	
				N	610,9	-1143,4	57,1	0,530	
4	574,5	-760,1	28,7	P	911,3	-1205,7	45,6	0,630	OK
				M	9918,2	-759,6	28,7	0,060	
				N	574,5	-1136,5	43,0	0,670	
5	120,7	-922,3	6,0	P	135,8	-1037,6	6,8	0,890	OK
				M	8996,2	-922,6	6,0	0,010	
				N	120,7	-1034,1	6,8	0,890	
6	107,1	-918,6	5,4	P	120,6	-1034,1	6,0	0,890	OK
				M	9018,9	-918,9	5,4	0,010	
				N	107,1	-1030,9	6,0	0,890	
7	196,3	-493,1	9,8	P	441,0	-1107,7	22,1	0,440	OK
				M	11223,3	-492,7	9,8	0,020	
				N	196,3	-1051,5	20,9	0,470	
8	247,5	-121,5	12,4	P	3015,6	-1480,8	150,7	0,080	OK
				M	12918,9	-121,6	12,4	0,020	
				N	247,5	-1060,1	107,9	0,110	
12	448,5	-675,3	22,4	P	784,3	-1180,9	39,2	0,570	OK
				M	10362,1	-674,8	22,4	0,040	
				N	448,5	-1108,9	36,8	0,610	
13	448,5	-664,1	0,0	P	801,4	-1186,7	0,0	0,560	OK
				M	10426,6	-663,4	0,0	0,040	
				N	448,5	-1110,2	0,0	0,600	

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		
5	120,7	-922,3	6,0	P	135,8	-1037,6	6,8	0,890	OK
3	610,9	-611,3	30,6	M	10676,1	-610,6	30,5	0,060	OK
5	120,7	-922,3	6,0	N	120,7	-1034,1	6,8	0,890	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-600,9	0,0	412,0	-10535,5	0,53	225987,0	0,63

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 64 di 170

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	-414,3	0,0	386,1	0.13	0,42

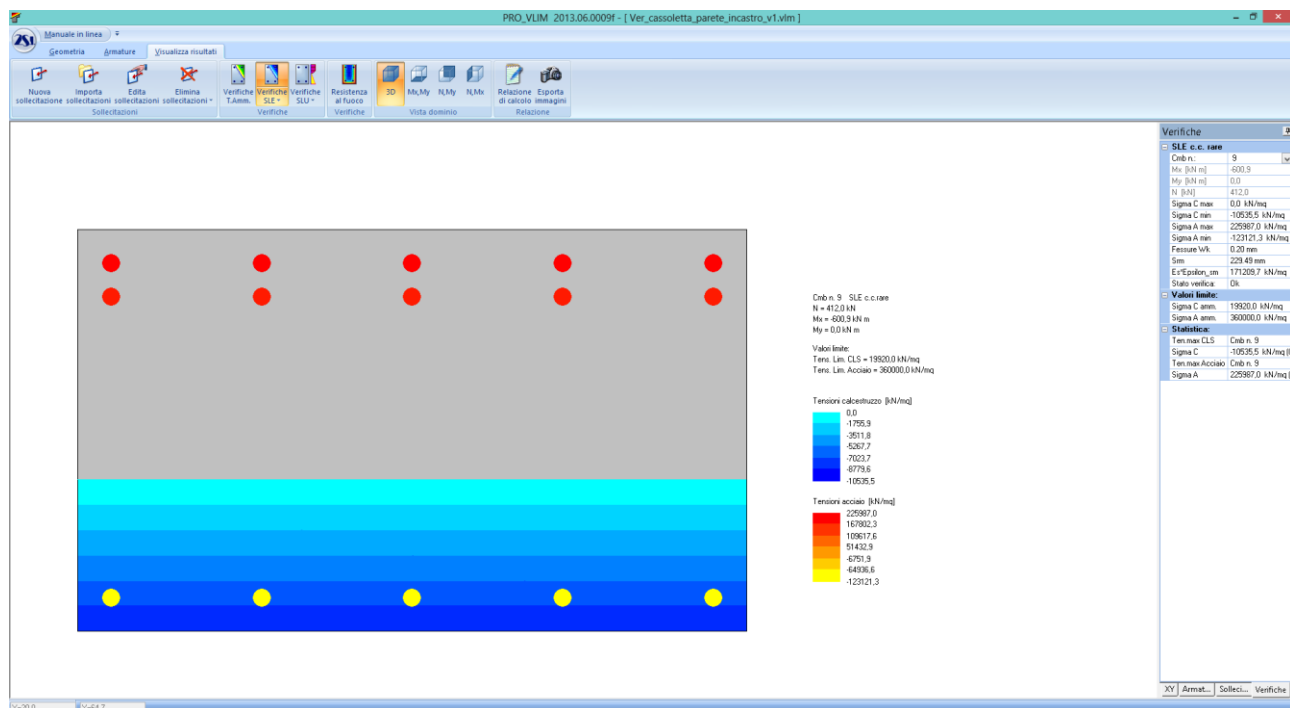
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

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 $W_k/W_{kL} < 1$)

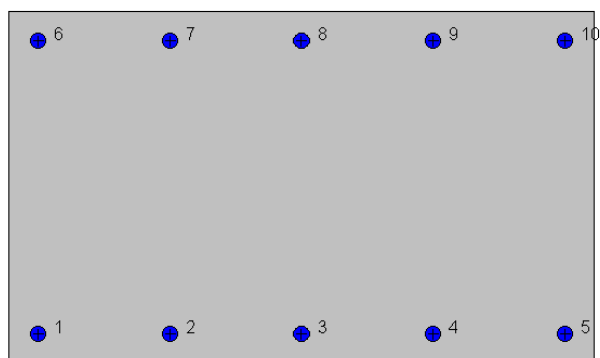
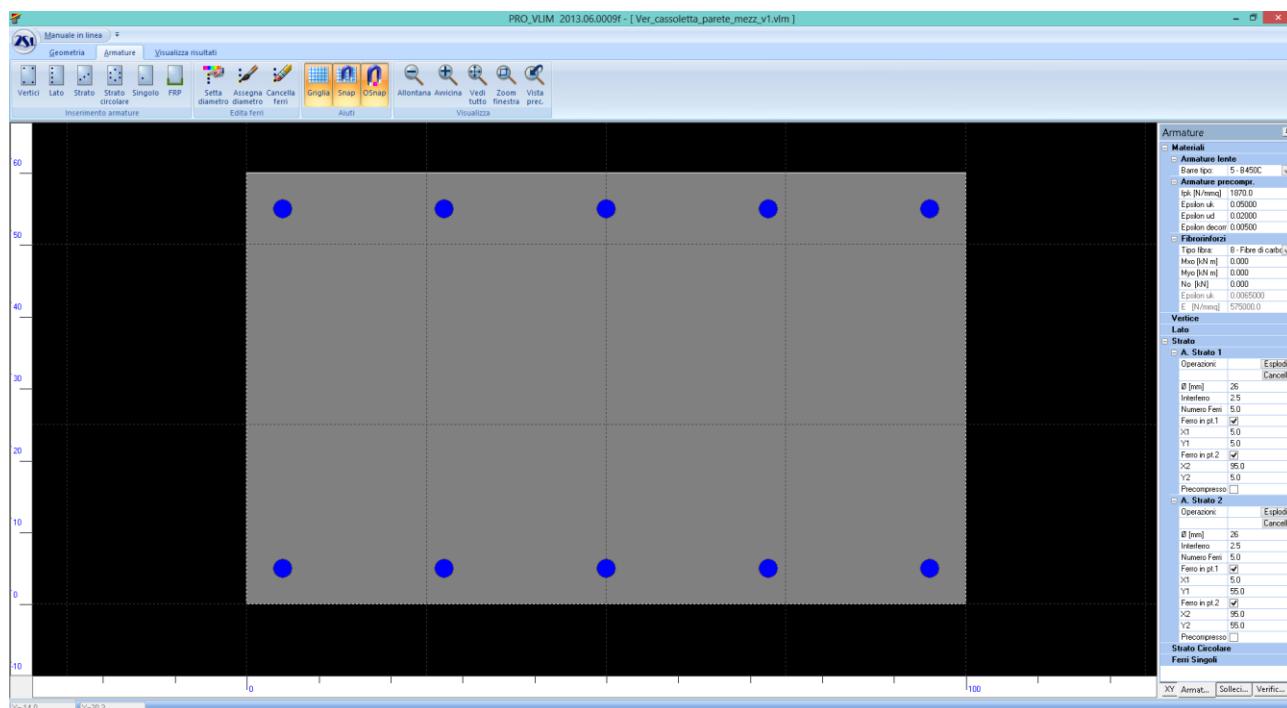
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-338,5	0,0	394,5	-6124,2	0,41	0.09	0,44



Tensioni – Comb. rare

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 65 di 170

Sezione parete mezzeria



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	60,0
2	100,0	60,0
3	100,0	0,0
4	0,0	0,0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	5,0	5,0	5,3	no
2	27,5	5,0	5,3	no
3	50,0	5,0	5,3	no
4	72,5	5,0	5,3	no
5	95,0	5,0	5,3	no
6	5,0	55,0	5,3	no

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 66 di 170

7	27,5	55,0	5,3	no
8	50,0	55,0	5,3	no
9	72,5	55,0	5,3	no
10	95,0	55,0	5,3	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

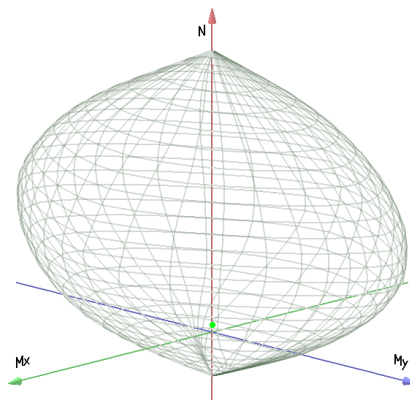
Calcestruzzo classe: C32/40

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 400 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 332 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 31 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 150192 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 336430 daN/cm²
 ν (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/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

Dominio SLU:



Caratteristiche limite della sezione:

N_u	M_{xu}	M_{yu}	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-2077,5	0,0	0,0	Completamente tesa
13365,5	0,0	0,0	Completamente compressa
0,0	542,1	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-542,1	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	926,5	Fibre di sinistra tese

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 67 di 170

0,0 0,0 -926,5 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	217,1	-79,9	10,9	P	3226,5	-1187,6	161,3	0,070	OK
				M	13025,9	-79,8	10,8	0,020	
				N	217,1	-596,0	80,9	0,130	
2	186,5	136,6	9,3	P	1110,8	813,8	55,6	0,170	OK
				M	12778,5	136,5	9,3	0,010	
				N	186,5	588,7	40,2	0,230	
3	538,0	-16,1	26,9	P	11264,2	-337,9	563,2	0,050	OK
				M	13275,8	-16,1	26,8	0,040	
				N	538,0	-494,5	824,1	0,030	
4	501,6	-15,1	25,1	P	11264,2	-337,9	563,2	0,040	OK
				M	13282,3	-15,0	25,0	0,040	
				N	501,6	-490,3	817,0	0,030	
5	65,6	205,5	3,3	P	188,0	589,2	9,4	0,350	OK
				M	12475,3	205,2	3,3	0,000	
				N	65,6	558,6	8,9	0,370	
6	54,3	209,8	2,7	P	150,0	579,8	7,5	0,360	OK
				M	12456,5	209,5	2,7	0,000	
				N	54,3	555,8	7,2	0,380	
7	138,4	106,8	6,9	P	1030,0	794,8	51,5	0,130	OK
				M	12909,5	106,7	6,9	0,010	
				N	138,4	576,7	37,4	0,180	
8	189,6	26,5	9,5	P	7546,7	1053,2	377,4	0,020	OK
				M	13254,7	26,4	9,4	0,010	
				N	189,6	585,9	209,9	0,040	
12	394,5	-19,1	19,7	P	10618,2	-513,8	530,8	0,040	OK
				M	13281,1	-19,0	19,6	0,030	
				N	394,5	-582,1	601,3	0,030	
13	394,5	-15,0	0,0	P	11448,3	-434,7	0,0	0,030	OK
				M	13304,1	-14,9	0,0	0,030	
				N	394,5	-640,7	0,0	0,020	

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.
6	54,3	209,8	2,7	P	150,0	579,8	7,5	0,360	OK
3	538,0	-16,1	26,9	M	13275,8	-16,1	26,8	0,040	OK
6	54,3	209,8	2,7	N	54,3	555,8	7,2	0,380	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
9 OK	-2,6	0,0	358,0	-560,8	0,03	-8326,5	0,02

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

Valori limite:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 68 di 170

Fessure: WkL = 0,30 mm (verifica Ok per Wk/WkL < 1)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
10 OK	19,0	0,0	332,1	0.00	0,00

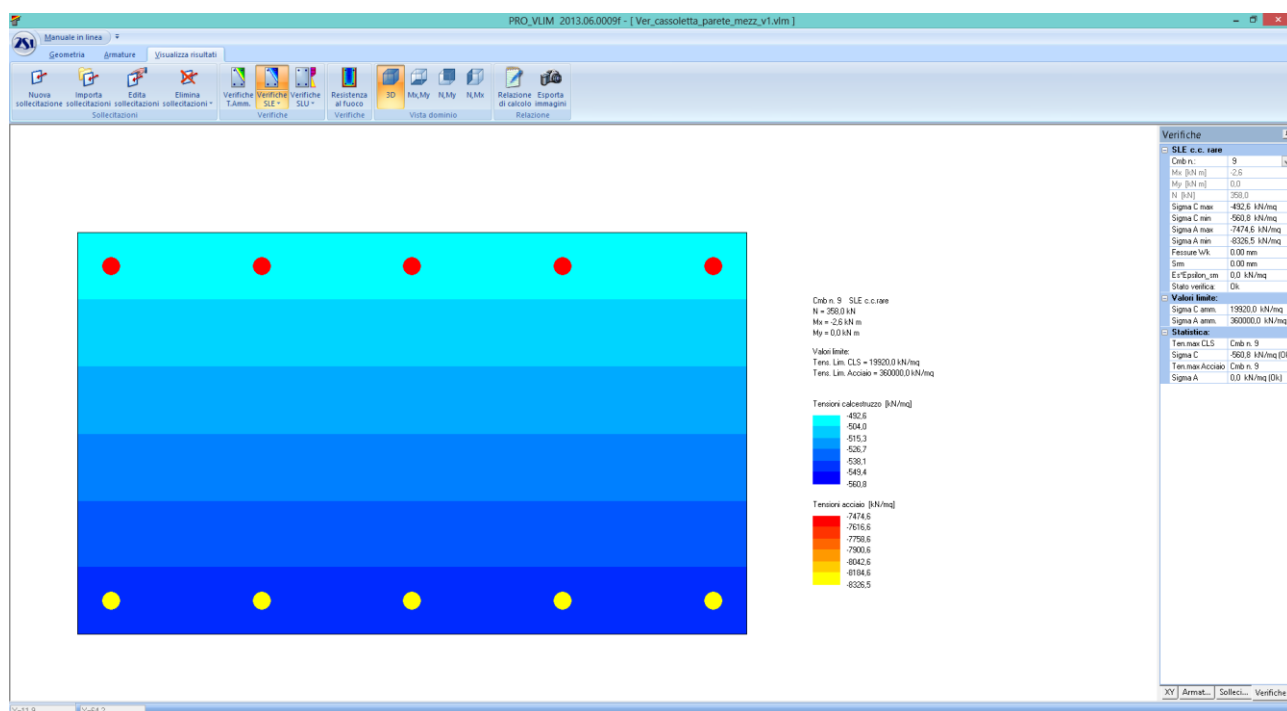
Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

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	σc	σc/σcL	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
11 OK	-2.9	0.0	340.5	-538.9	0.04	0.00	0.00



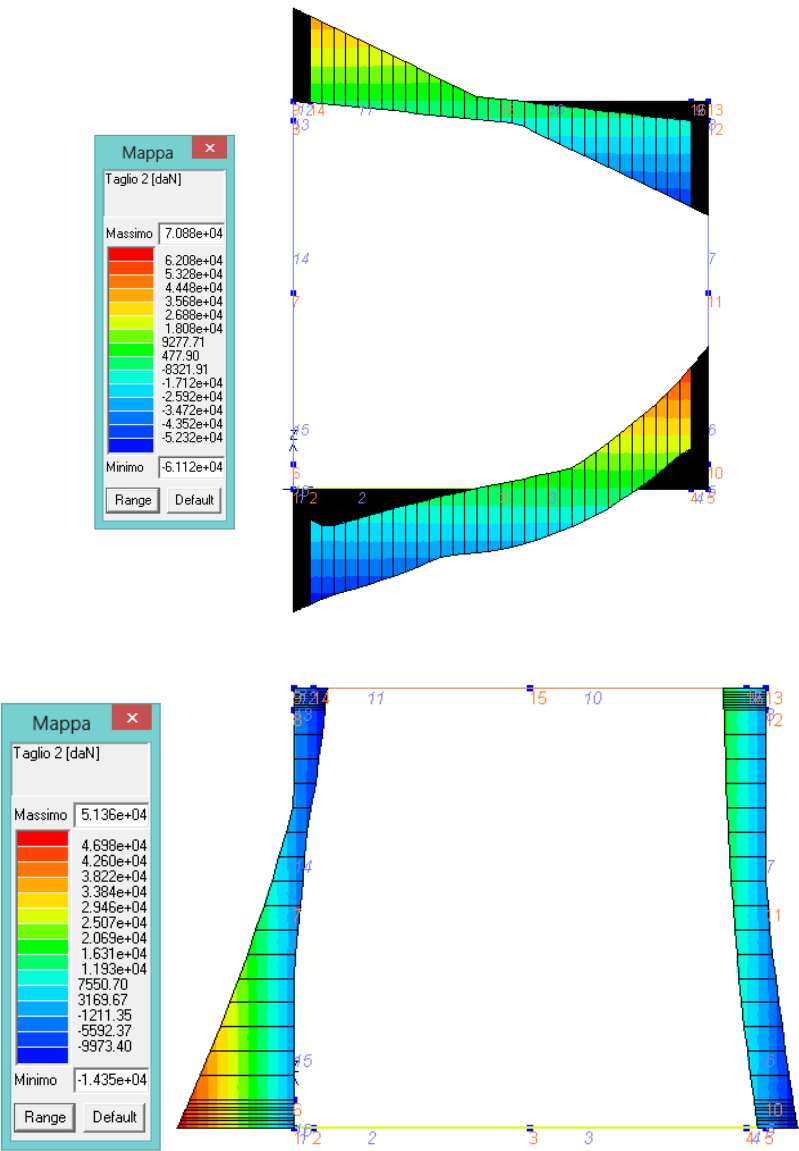
Tensioni – Comb. rare

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 69 di 170

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 sup. 70 cm

$T_{\text{max_filo}} = 525.40 \text{ kN}$

$T_{\text{amm_senza_armatura}} = 234 \text{ kN}$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 70 di 170

NTC 2008 - CALCESTRUZZO VERIFICA A TAGLIO TRAM RETTANGOLARI			
UNITA' DI MISURA	forze e carichi: peso specifico: tensioni e resistenze momenti (flettente, ecc.)	kN, kNm, kNm ² kNm ³ N/mm ² kNm	LEGENDA 123 dati da inserire 123 valori calcolati valori notevoli risultati verifiche
PESI SPECIFICI	$\gamma = 24 \text{ kNm}^3$ (cls non armato) $\gamma = 25 \text{ kNm}^3$ (cls armato)		
se $V_{sd} \leq V_{Rd,cs}$ armat. minima a taglio se $V_{sd} \geq V_{Rd,cs}$ armat. a taglio tale che: $V_{sd} \leq V_{Rd,cs} + A_{sw} \sigma_{sw} \cot \theta$			
Elementi che non richiedono armatura a taglio ($V_{sd} \leq V_{Rd,cs}$)			
V_{Ed} [kN]	233,86	V_{Ed} [kN]	625,40 NON VERIFICATO si deve armare a taglio
f_{ctd}	B40/C		
f_{ctk}	C32/40		
R_{sk}	40,00 [N/mm ²]		
f_{sk}	32,00 [N/mm ²]		
$f_{sk,oss}$	2,12 [N/mm ²]		
γ_c in uso	1,30		
$V_{Rd,cs}$ [kN]	229,65 [kN]	233,86 [kN]	
η	0,35		
$k = 1 + (200d)^{-0,2}$	1,46	≤ 2	1,46 2
ρ	0,0023 [puro]	$\leq 0,02$	0,0023 0,02
A_{sk}	1,570 [mm ²]		
b_w	700,00 [mm]		
σ_{sk}	0,00 [N/mm ²]		
N_{Ed}	0,00 [kN]		
A_c	700,000 [mm ²]		
d	960 [mm]		
h	1,000 [mm]		
b	700 [mm]		
c	40 [mm]		

Area armat. in trazione che si estende per non meno di $d + l_{d,sm}$ 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)

lunghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace N_{Ed}/A_c 0,00 4,426666667

forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva)

area calcestruzzo (vali da solo per sezione rettangolare)

altezza utile sezione

altezza sezione

base sezione

coefficiente

Elementi che richiedono armatura a taglio ($V_{sd} \geq V_{Rd,cs}$)																																										
V_{Ed}	3346,56 [kN]																																									
f_{cd}	22,13 [N/mm ²]	resistenza a compressione del cls per il taglio																																								
b_w	700,00 [mm]	spessore minima anima continua in altezza																																								
α_s	90 °	angolo inclin. delle staffe																																								
$\cot \alpha_s$	0 [puro]																																									
θ	45 °	angolo inclin. bielle compresse																																								
$\cot \theta$	1,00	$1 < \cot \theta < 2,5$ VERIFICATO																																								
<table border="1"> <tr> <td>α_c</td> <td>1</td> <td>per membrature non compresse</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,00</td> <td>per $0 < \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1,25</td> <td>per $0,25 f_{cd} < \sigma_{cp} < 0,5 f_{cd}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,50</td> <td>per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_c$</td> <td>1,00</td> <td></td> </tr> </table>				α_c	1	per membrature non compresse		1,00	per $0 < \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$		1,25	per $0,25 f_{cd} < \sigma_{cp} < 0,5 f_{cd}$		2,50	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$	α_c	1,00																									
α_c	1	per membrature non compresse																																								
	1,00	per $0 < \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$																																								
	1,25	per $0,25 f_{cd} < \sigma_{cp} < 0,5 f_{cd}$																																								
	2,50	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$																																								
α_c	1,00																																									
<table border="1"> <tr> <td>Staffe</td> <td>1</td> <td>0: no 1: si</td> </tr> <tr> <td>$V_{Rd,sp}$</td> <td>955,92 [kN]</td> <td>Taglio resistente staffe</td> </tr> <tr> <td>A_{sw}</td> <td>565 [mm²]</td> <td>Area complessiva staffe</td> </tr> <tr> <td>s_w</td> <td>200 [mm]</td> <td>passo staffe in senso longitudinale alla trave</td> </tr> <tr> <td>f_{sk}</td> <td>391,30 [N/mm²]</td> <td>f_{sk} acciaio tipo B450 C</td> </tr> <tr> <td>ϕ_{sw}</td> <td>12 [mm]</td> <td>Diametro staffe</td> </tr> <tr> <td>n_{sw}</td> <td>5 [puro]</td> <td>n. bracci verticali</td> </tr> <tr> <td>ω_{sw}</td> <td>113,10 [mm²]</td> <td>Area singolo braccio di staffa</td> </tr> <tr> <td>f_{sk}</td> <td>450 [N/mm²]</td> <td>acciaio tipo B450 C</td> </tr> <tr> <td>γ_s in uso</td> <td>1,15 NTC 2008</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>1000 [mm]</td> <td>lunghezza tratto da armare</td> </tr> <tr> <td>n_s</td> <td>5,00 [puro]</td> <td>n° staffe a taglio nel tratto</td> </tr> </table>				Staffe	1	0: no 1: si	$V_{Rd,sp}$	955,92 [kN]	Taglio resistente staffe	A_{sw}	565 [mm ²]	Area complessiva staffe	s_w	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave	f_{sk}	391,30 [N/mm ²]	f_{sk} acciaio tipo B450 C	ϕ_{sw}	12 [mm]	Diametro staffe	n_{sw}	5 [puro]	n. bracci verticali	ω_{sw}	113,10 [mm ²]	Area singolo braccio di staffa	f_{sk}	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B450 C	γ_s in uso	1,15 NTC 2008		Δ	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	n_s	5,00 [puro]	n° staffe a taglio nel tratto			
Staffe	1	0: no 1: si																																								
$V_{Rd,sp}$	955,92 [kN]	Taglio resistente staffe																																								
A_{sw}	565 [mm ²]	Area complessiva staffe																																								
s_w	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave																																								
f_{sk}	391,30 [N/mm ²]	f_{sk} acciaio tipo B450 C																																								
ϕ_{sw}	12 [mm]	Diametro staffe																																								
n_{sw}	5 [puro]	n. bracci verticali																																								
ω_{sw}	113,10 [mm ²]	Area singolo braccio di staffa																																								
f_{sk}	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B450 C																																								
γ_s in uso	1,15 NTC 2008																																									
Δ	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare																																								
n_s	5,00 [puro]	n° staffe a taglio nel tratto																																								
<table border="1"> <tr> <td>Ferri piegati</td> <td>0</td> <td>0: no 1: si</td> </tr> <tr> <td>$V_{Rd,fp}$</td> <td>0,00 [kN]</td> <td>Taglio resistente ferri piegati (EC2)</td> </tr> <tr> <td>$A_{sw,fp}$</td> <td>402 [mm²]</td> <td>Area complessiva ferri piegati</td> </tr> <tr> <td>s_{fp}</td> <td>1000 [mm]</td> <td>passo ferri piegati in senso long.</td> </tr> <tr> <td>f_{sk}</td> <td>391,30 [N/mm²]</td> <td>f_{sk} dell'acciaio dei ferri piegati</td> </tr> <tr> <td>$\phi_{sw,fp}$</td> <td>16 [mm]</td> <td>Diametro ferri piegati</td> </tr> <tr> <td>n_{fp}</td> <td>2 [puro]</td> <td>n. ferri piegati</td> </tr> <tr> <td>$\omega_{sw,fp}$</td> <td>201 [mm²]</td> <td>Area diam. singolo ferro piegato</td> </tr> <tr> <td>f_{sk}</td> <td>450 [N/mm²]</td> <td>acciaio tipo B450 C</td> </tr> <tr> <td>γ_s in uso</td> <td>1,15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>1000 [mm]</td> <td>lunghezza tratto da armare</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_{s,fp}$</td> <td>45</td> <td>0,7854 [°] - [rad] inclinaz. ferri piegati</td> </tr> <tr> <td>$V_{Rd,fp}$</td> <td>955,92 [kN]</td> <td></td> </tr> </table>				Ferri piegati	0	0: no 1: si	$V_{Rd,fp}$	0,00 [kN]	Taglio resistente ferri piegati (EC2)	$A_{sw,fp}$	402 [mm ²]	Area complessiva ferri piegati	s_{fp}	1000 [mm]	passo ferri piegati in senso long.	f_{sk}	391,30 [N/mm ²]	f_{sk} dell'acciaio dei ferri piegati	$\phi_{sw,fp}$	16 [mm]	Diametro ferri piegati	n_{fp}	2 [puro]	n. ferri piegati	$\omega_{sw,fp}$	201 [mm ²]	Area diam. singolo ferro piegato	f_{sk}	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B450 C	γ_s in uso	1,15		Δ	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	$\alpha_{s,fp}$	45	0,7854 [°] - [rad] inclinaz. ferri piegati	$V_{Rd,fp}$	955,92 [kN]	
Ferri piegati	0	0: no 1: si																																								
$V_{Rd,fp}$	0,00 [kN]	Taglio resistente ferri piegati (EC2)																																								
$A_{sw,fp}$	402 [mm ²]	Area complessiva ferri piegati																																								
s_{fp}	1000 [mm]	passo ferri piegati in senso long.																																								
f_{sk}	391,30 [N/mm ²]	f_{sk} dell'acciaio dei ferri piegati																																								
$\phi_{sw,fp}$	16 [mm]	Diametro ferri piegati																																								
n_{fp}	2 [puro]	n. ferri piegati																																								
$\omega_{sw,fp}$	201 [mm ²]	Area diam. singolo ferro piegato																																								
f_{sk}	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B450 C																																								
γ_s in uso	1,15																																									
Δ	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare																																								
$\alpha_{s,fp}$	45	0,7854 [°] - [rad] inclinaz. ferri piegati																																								
$V_{Rd,fp}$	955,92 [kN]																																									
V_{Ed} [kN]	955,92	V_{Ed} [kN]	525,40 VERIFICATO																																							
Verifica armatura trasversale minima																																										
$A_{sw,min}$	2827 [mm ²]	area armatura a taglio minima																																								
$A_{sw,min}$	1050 [mm ²]		VERIFICATO																																							
Verifica passo staffe																																										
s_w	200 [mm]	passo staffe																																								
$s_{w,min}$	768 [mm]	passo minimo staffe	VERIFICATO																																							
n_s	5 [puro]	n. staffe nel tratto ($n_{s,min}=3$)	VERIFICATO																																							

Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe. VERIFICATO

Si arma con staffe Ø12/20x20 cm per L = 250 cm dal filo.

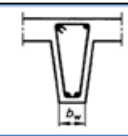
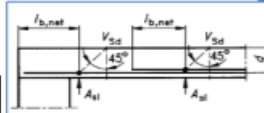
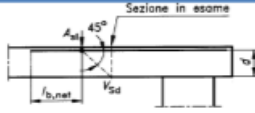
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 71 di 170

Soletta inf. 90 cm

$T_{\max_fio} = 609.50 \text{ kN}$

$T_{\text{amm_senza_armatura}} = 301 \text{ kN}$

NTC 2008 - CALCESTRUZZO			
VERIFICA A TAGLIO TRAM RETTANGOLARI			
UNITA' DI MISURA	forze e carichi: peso specifico: tensioni e resistenze momenti (flettente, ecc.)	kN, kNm, kNm ² kNm ³ N/mm ² kNm	LEGENDA 123 dati da inserire 123 valori calcolati valori notevoli risultati verifiche
PESI SPECIFICI	$\gamma = 24 \text{ kNm}^3$ (cls non armato) $\gamma = 25 \text{ kNm}^3$ (cls armato)		
<div> <div>se $V_{sd} \leq V_{Rd, \text{senza arm.}}$ armat. minima a taglio</div> <div>se $V_{sd} \geq V_{Rd, \text{senza arm.}}$ armat. a taglio tale che: $V_{sd} \leq V_{Rd, \text{con arm.}}$</div> </div>			
Elementi che non richiedono armatura a taglio ($V_{sd} \leq V_{Rd, \text{senza arm.}}$)			
V_{Ed} [kN] =	300.67	<	V_{Rd} [kN] = 609.50 NON VERIFICATO si deve armare a taglio
Acciaio =	B460C		
Clas =	C32/40		
R_{yk} =	40.00 [N/mm ²]		
f_{yk} =	32.00 [N/mm ²]		
$f_{yk, \text{pos}}$ =	2.12 [N/mm ²]		
γ_c in uso =	1.50		
V_{Rd} [kN] =	271.54 [kN]		300.67 [kN]
v_{min} =	0.35		
$k = 1 + (200/d)^{1/4}$	1.46	≤ 2	1.46 2
$\rho =$	0.0018 [puro]	≤ 0.02	0.0018 0.02
A_s =	1.570 [mm ²]	Area armat. in trazione che si estende per non meno di $d + l_{b, \text{red}}$ 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)	
b_w =	900.00 [mm]	larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace	
σ_{cp} =	0.00 [N/mm ²]	N_{Ed}/A_c	0.00 4.426666667
N_{Ed} =	0.00 [kN]	forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione (compressione positiva)	
A_c =	900.000 [mm ²]	area calcestruzzo (valida solo per sezione rettangolare)	
d =	960 [mm]	altezza utile sezione	
h =	1.000 [mm]	altezza sezione	
b =	900 [mm]	base sezione	
c =	40 [mm]	copriferro	

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 72 di 170

Elementi che richiedono armatura a taglio ($V_{ed} \geq V_{ed, senza arm.}$)		
$V_{ed} =$	4302,72 [kN]	
$f_{cd} =$	22,13 [N/mm ²]	resistenza a compressione del cls per il taglio
$b_w =$	900,00 [mm]	spessore minima anima continua in altezza
$\alpha =$	90 °	angolo inclin. delle staffe
$\cot \alpha =$	0 [puro]	
$\theta =$	45 °	angolo inclin. bielle compresse
$\cot \theta =$	1,00	1 < $\cot \theta$ < 2,5 VERIFICATO

$\alpha_c =$	1	per membrane non compresse
	1,00	per $0 < \sigma_{\perp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25	per $0,25 f_{cd} < \sigma_{\perp} < 0,5 f_{cd}$
	2,50	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{\perp} < f_{cd}$
$\alpha_c =$	1,00	

Staffe		0: no 1: si
$V_{rd, tp} =$	955,92 [kN]	Taglio resistente staffe
$A_{sw, tp} =$	565 [mm ²]	Area complessiva staffe
$s_w =$	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave
$f_{td} =$	391,30 [N/mm ²]	f_{td} acciaio tipo B460 C
$\Phi_{sw, tp} =$	12 [mm]	Diametro staffe
$n_{bracci} =$	5 [puro]	n. bracci verticali
$\omega_{sw} =$	113,10 [mm ²]	Area singolo braccio di staffa
$f_{yk} =$	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B460 C
$\gamma_{s, in uso} =$	1,15 NTC 2008	
$\Delta =$	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare
$n_s =$	5,00 [puro]	n. staffe a taglio nel tratto

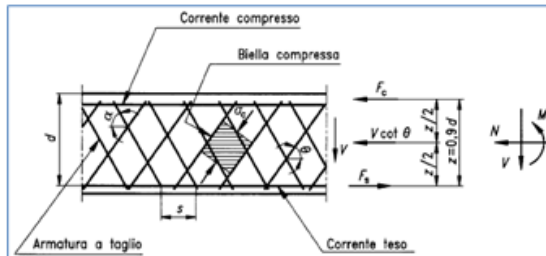
Fermi piegati		0: no 1: si
$V_{rd, tp} =$	0,00 [kN]	Taglio resistente fermi piegati (EC2)
$A_{sw, tp} =$	402 [mm ²]	Area complessiva fermi piegati
$s_p =$	1000 [mm]	passo fermi piegati in senso long.
$f_{td} =$	391,30 [N/mm ²]	f_{td} dell'acciaio dei fermi piegati
$\Phi_{sw, tp} =$	16 [mm]	Diametro fermi piegati
$n_p =$	2 [puro]	n. fermi piegati
$\omega_{sw} =$	201 [mm ²]	Area diam. singolo fermo piegato
$f_{yk} =$	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B460 C
$\gamma_{s, in uso} =$	1,15	
$\Delta =$	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare
$\alpha_{f, p} =$	45 °	0,7854 [°] - [rad] inclinaz. fermi piegati
$V_{rd} =$	955,92 [kN]	

V_{ed} [kN] =	955,92	>	V_{ed} [kN] =	609,50	VERIFICATO
-----------------	--------	---	-----------------	--------	------------

Verifica armatura trasversale minima		
$A_{sw} =$	2827 [mm ²]	area armatura a taglio sulla lunghezza Δ
$A_{s, min} =$	1350 [mm ² m]	VERIFICATO

Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe. VERIFICATO

Verifica passo staffe		
$s_w =$	200 [mm]	passo staffe
$s_{w, min} =$	768 [mm]	passo minimo staffe VERIFICATO
$n_s =$	5 [puro]	n. staffe nel tratto ($n_{min}=3$) VERIFICATO



Si arma con staffe $\varnothing 12/20 \times 20$ cm per $L = 150$ cm dal filo.

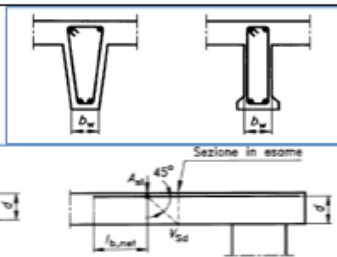
Parete 60 cm

$T_{max, filo} = 459.40$ kN

$T_{amm, senza armatura} = 252$ kN

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 73 di 170

NTC 2008 - CALCESTRUZZO			
VERIFICA A TAGLIO PILASTRI RETTANGOLARI			
UNITA' DIMISURA	forze e carichi: peso specifico: tensioni e resistenze momenti (flettente, ecc.)	kN, kNm, kNm ² kNm ³ N/mm ² kNm	LEGENDA 123 dati da inserire 123 valori calcolati valori notevoli risultati verifiche
PESI SPECIFICI	$\gamma = 24 \text{ kNm}^3$ (cls non armato) $\gamma = 25 \text{ kNm}^3$ (cls armato)		
se $V_{sd} \leq V_{Rd,lim}$ armat. minima a taglio			
se $V_{sd} > V_{Rd,lim}$ armat. a taglio tale che: $V_{sd} \leq V_{Rd,lim}$			
Elementi che non richiedono armatura a taglio ($V_{sd} \leq V_{Rd,lim}$)			
V_{Ed} [kN] =	252,12	<	V_{Rd} [kN] = 459,40 NON VERIFICATO si deve armare a taglio
Acciaio =	B460C		
Classe =	C32/40		
R_{yk} =	40,00 [N/mm ²]		
f_{yk} =	32,00 [N/mm ²]		
$f_{yk,0.95}$ =	2,12 [N/mm ²]		
γ_c in uso =	1,50		
V_{Ed} [kN] =	251,30		252,12 [kN]
v_{min} =	0,40		
$k = 1 + (200/d)^{1/2}$	1,60	≤ 2	1,60 2
ρ_t =	0,0028 [puro]	$\leq 0,02$	0,0028 0,02
A_{st} =	1570 [mm ²]		
$\phi_{min,arm, long}$ =	20 [mm]		
$\phi_{max,arm, long}$ =	20 [mm]		
b_w =	1000,00 [mm]		
σ_{cp} =	0,34 [N/mm ²]		
N_{Ed} =	201,60 [kN]		
A_c =	600000 [mm ²]		
d =	560 [mm]		
h =	600 [mm]		
b =	1000 [mm]		
c =	40 [mm]		
Area armat. in trazione che si estende per non meno di $d + l_{b, min}$ oltre la sez. consider. (cioè ancorata oltre l'inters. dell'asse dell'armat. con eventuale flessura a 45° che si innesci nella sez. consid.) (EC2)			
VERIFICATO			
diametro minimo armatura longitudinale (min. 12mm)			
diametro massimo armatura longitudinale			
larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace			
N_{Ed}/A_c 0,34 4,426666667			
forza 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			



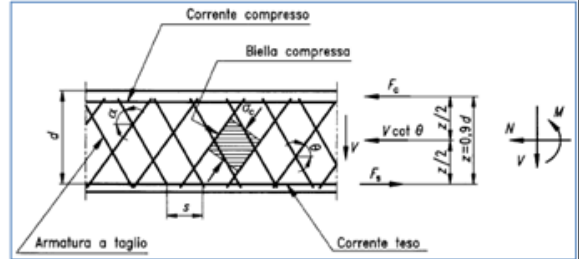
Elementi che richiedono armatura a taglio		(V _{ed} ≥ V _{rd senza arm.})	
V _{ed} =	2831,14 [kN]		
f _{cd} =	22,13 [N/mm ²]	resistenza a compressione del cls per il taglio	
b _w =	1000,00 [mm]	spessore minima anima continua in altezza	
α =	90 ° rad	1,57 angolo inclin. delle staffe	
cot α =	0 [puro]		
θ =	45 ° rad	0,79 angolo inclin. bielle compresse	
cot θ =	1,00	1 < cot θ < 2,5	VERIFICATO

Staffe		0 no 1 si	
V _{rd1-p} =	557,82 [kN]	Taglio resistente staffe	
A _{sw} =	565 [mm ²]	Area complessiva staffe	
s _s =	200 [mm]	passo staffe in senso longitudinale alla trave	
s _{sw} =	240 [mm]		
f _{yk} =	391,30 [N/mm ²]	f _{yk} acciaio tipo B460C	
Φ _{sw} =	12 [mm]	Diametro staffe	
Φ _{sw,min} =	6 [mm]	Diametro staffe minimo	VERIFICATO
n _{bracci} =	5 [puro]	n. bracci verticali	
ω _s =	113,10 [mm ²]	Area singolo braccio di staffa	
f _{yk} =	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B460C	
γ _s in uso =	1,15	NTC 2008	
Δ =	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
n _s =	5,00 [puro]	n. staffe nel tratto	

Ferti piegati		0 no 1 si	
V _{rd1-p} =	0,00 [kN]	Taglio resistente ferti piegati (EC2)	
A _{sw} =	803,84 [mm ²]	Area complessiva ferti piegati	
s _p =	1000 [mm]	passo ferti piegati in senso long.	
f _{yk} =	391,30 [N/mm ²]	f _{yk} dell'acciaio dei ferti piegati	
Φ _{sw} =	16 [mm]	Diametro ferti piegati	
n _{fp} =	4 [puro]	n. ferti piegati	
ω _s =	201 [mm ²]	Area diam. singolo ferro piegato	
f _{yk} =	450 [N/mm ²]	acciaio tipo B460C	
γ _s in uso =	1,15		
Δ =	1000 [mm]	lunghezza tratto da armare	
α _{f,p} =	45 °	0,7854 [°] - [rad] inclinaz. ferti piegati	
V _{ed} =	557,82 [kN]		

V _{ed} [kN] =	557,82	>	V _{rd} [kN] =	459,40	VERIFICATO
------------------------	--------	---	------------------------	--------	------------

Verifica passo staffe	
s _s =	200 [mm] passo staffe in senso longitudinale alla trave
s _{sw} =	240 [mm] passo massimo staffe in senso longitudinale alla trave
n _{sw} =	5,00 [puro] n. staffe nel tratto



Si arma con staffe Ø12/20x20 cm per L = 250 cm dal filo inferiore.

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 75 di 170

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 essendo uno scatolare interamente realizzato in opera (riducendo quindi il possibile verificarsi del fenomeno di inversione delle tensioni).

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 (scatolari, 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 :

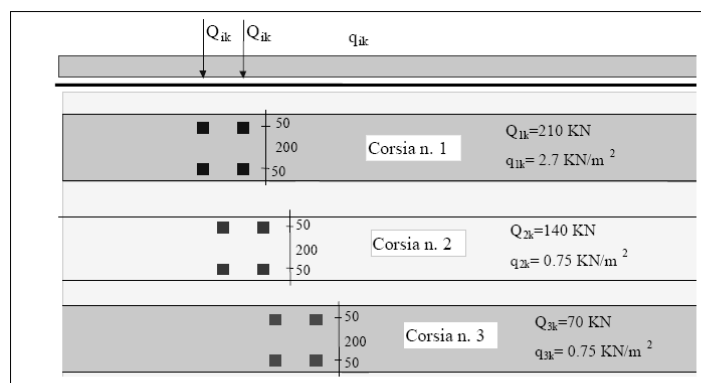


Figura 5.1.4 – Modello di carico di fatica n. 1

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 76 di 170

10 VERIFICA URTO BARRIERA

Si riporta la verifica della sezione più sollecitata di soletta e cordolo di impalcato relativamente all'azione di urto di veicolo in svio (q8) con le seguenti forze agenti :

Soletta e cordolo : C35/45 e B450C

$$C_{p \text{ barriera}} = 1.50 \text{ kN/m}$$

$$C_{p \text{ veletta}} = 0.75 \times 0.06 \times 25.00 = 1.125 \text{ kN/m}$$

$$C_{p \text{ neri}} = 3.00 \text{ kN/mq}$$

$F_{\text{urto}} = 167.00 \text{ kN}$ A favore di sicurezza si considera agente su un solo montante (nella UNI EN 1317-1, nell'appendice B della medesima norma, è riportato un prospetto esemplificativo dal quale desumere la forza media agente nella parte della barriera colpita in funzione dello spostamento subito dalla parte rivolta verso il traffico. Interpolando i dati relativi alla barriera di classe H4a per spostamenti prossimi alla larghezza operativa W5 delle barriere scelte a favore di sicurezza si ottiene una forza media di circa 167.0 kN)

$$H_{\text{urto}} = 1.00 \text{ m}$$

Asse carico accidentale presente : Schema 2 = 200x2 kN a 2.00 m di interasse

Si realizza un modello FEM 3D relativo alla soletta di bordo laterale con lo spessore di 27 cm della soletta e di 40 cm del cordolo porta barriera largo 109 cm.

L'armatura presente è la seguente :

$$A_{\text{trasv. soletta}} = \varnothing 16/20 \text{ cm}$$

$$A_{\text{long. soletta}} = \varnothing 16/20 \text{ cm}$$

$$A_{\text{trasv. cordolo}} = \varnothing 16/20 \text{ cm} + \varnothing 16/20 \text{ cm sul cordolo}$$

$$A_{\text{long. cordolo}} = \varnothing 16/20 \text{ cm} + \varnothing 16/20 \text{ cm sul cordolo}$$

Segue il modello di calcolo.

Materiali:

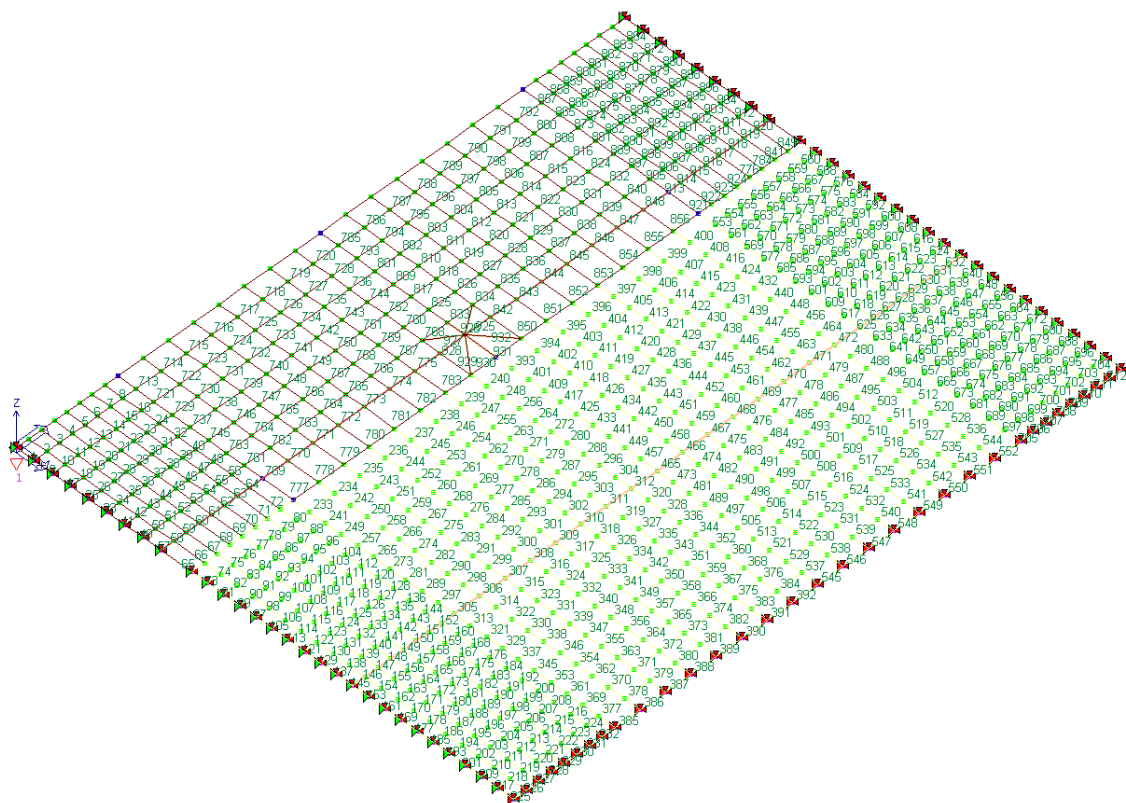
Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 77 di 170

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
5	Calcestruzzo Classe C35/45		3.460e+05	0.20	1.442e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	450.0					
	fctm	33.5					
7	Calcestruzzo Classe C45/55		3.640e+05	0.20	1.517e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	550.0					
	fctm	38.3					
47	acciaio inf. rigi.		2.100e+09	0.30	8.077e+08	7.80e-03	1.00e-05
	ft	3600.0					
	fy	2350.0					
	fd	2350.0					
	fdt	2100.0					
	sadm	1600.0					
	sadmt	1400.0					

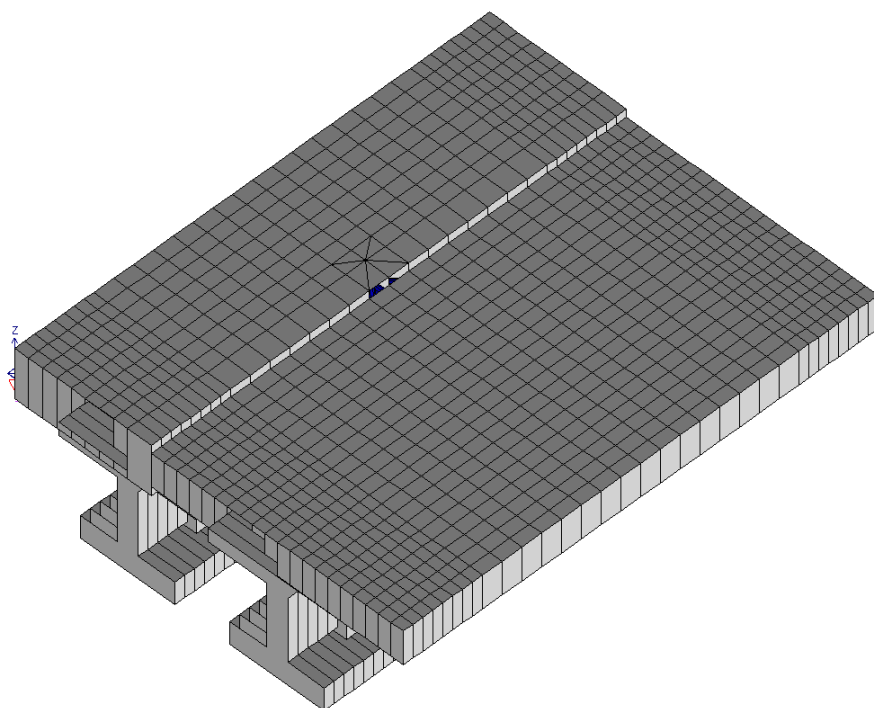
Sezioni:

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	Trave H80 - Doppio T: bi=75.00 ba=17.00 bs=110.00 ht=80.00 hi=18.00 hs=11.00	3427.00	0.0	0.0	2.830e+05	1.874e+06	2.982e+06	3.407e+04	7.300e+04	3.513e+04	7.122e+04
2	Circolare: r=5.00	78.54	66.27	66.27	981.75	490.87	490.87	98.17	98.17	166.67	166.67

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 78 di 170



Modello 3D con numerazione shell



Rendering

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 79 di 170

Seguono carichi, casi di carico e combinazioni :

Carichi

Tipo	carico concentrato nodale						
Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	Fz barriere - CN:Fz=-189.00	0.0	0.0	-189.00	0.0	0.0	0.0
2	Fz veletta - CN:Fz=-17.00	0.0	0.0	-17.00	0.0	0.0	0.0
4	Urto F=167 kN ed M=Fx1.00 - CN:Fx=-1.670e+04 My=-1.670e+06	-1.670e+04	0.0	0.0	0.0	-1.670e+06	0.0

Tipo		carico variabile generale			
Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
3	Cp neri 3.00 kN/mq - QV:var x - Qz - Area				
	X - X Qz Area L2=0.0	109.00	-0.03	350.00	-0.03

Tipo		gruppo di carichi con impronta su piastra								
Id	Tipo	Ripet. X	Ripet. Y	Carico FZ	Centro X	Centro Y	dim. X	dim. Y	Passo X	Passo Y
				daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm
5	Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-1.2.000e+04		2	-2.000e+04	130.00	89.00	35.00	60.00	0.0	200.00

Casi di carico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k - Cp neri, barriera e veletta	Nodo: 5 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 8 Azione : Fz barriere - CN:Fz=-189.00
			Nodo: 9 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 12 Azione : Fz barriere - CN:Fz=-189.00
			Nodo: 13 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 16 Azione : Fz barriere - CN:Fz=-189.00
			Nodo: 21 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 24 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 26 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 28 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 30 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 32 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 34 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 781 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 783 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 785 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 787 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 80 di 170

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			Nodo: 789 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 791 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 793 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 851 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 853 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 855 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 857 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 859 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 861 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 863 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 921 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 923 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 925 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 927 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 929 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 931 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			Nodo: 933 Azione : Fz veletta - CN:Fz=-17.00
			D3 :da 73 a 712 Azione : Cp neri 3.00 kN/mq - QV:var x - Qz - Area
3	Qk	CDC=Qk - Fx urto 167 kN	Nodo: 12 Azione : Urto F=167 kN ed M=Fx1.00 - CN:Fx=-1.670e+04 My=-1.670e+06
4	Qk	CDC=Qk - Assi schema 2: 200x2 kN	D3 :da 65 a 72 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 :da 73 a 712 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 :da 776 a 784 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 : 841 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 :da 849 a 856 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 :da 921 a 924 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04
			D3 :da 929 a 930 Azione : Schema 2 asse 200x2 kN - CGI:n. 2 FZ=-2.000e+04

Combinazioni

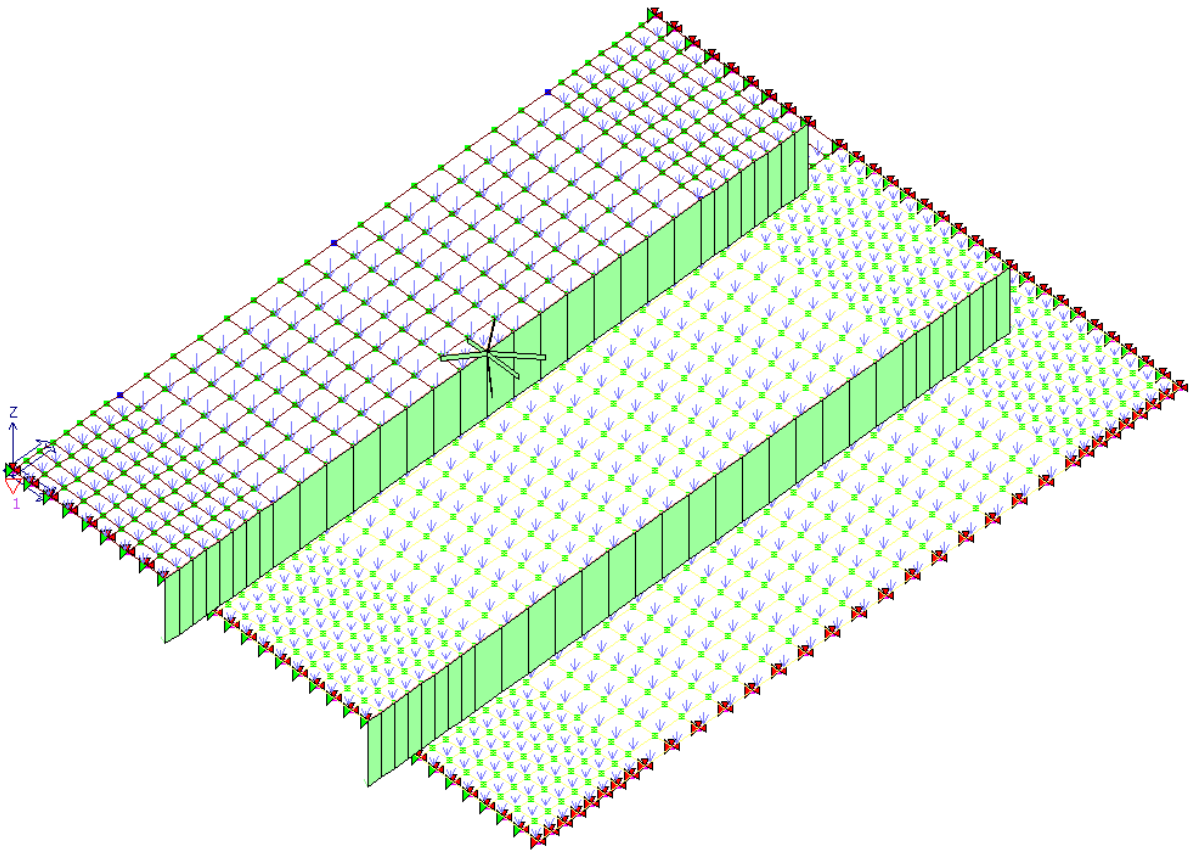
Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	C01 SLU - Pp+Cp	
2	SLU	C02 SLU - Pp+Cp+Furto+Cacc	
3	SLU	C03 SLU ecc. - Pp+Cp+Furto+Cacc	
4	SLE(r)	C04 SLE rare - Pp+Cp+Furto+Cacc	
5	SLE(r)	C05 SLE rare ecc. - Pp+Cp+Furto+Cacc	
6	T.AMM.	C06 TA - Pp+Cp+Furto+Cacc	

Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
	1/15...	2/16...	3/17...	4/18...	5/19...	6/20...	7/21...	8/22...	9/23...	10/24...	11/25...	12/26...	13/27...	14/28...
1	1.35	1.35	0.0	0.0										
2	1.35	1.35	1.50	0.0										
3	1.00	1.00	1.00	0.20										
4	1.00	1.00	1.00	0.0										
5	1.00	1.00	1.00	0.20										

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 81 di 170

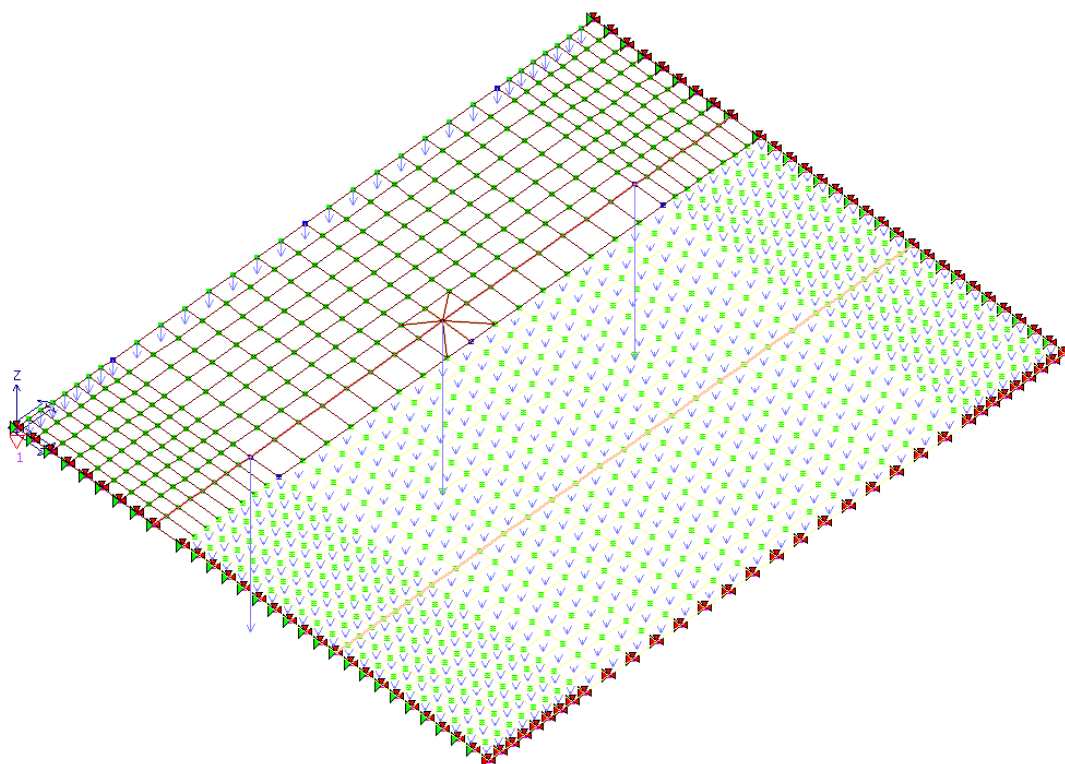
Cmb	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC	CDC
	1/15...	2/16...	3/17...	4/18...	5/19...	6/20...	7/21...	8/22...	9/23...	10/24...	11/25...	12/26...	13/27...	14/28...
6	1.00	1.00	1.00	1.00										

Seguono i carichi applicati :

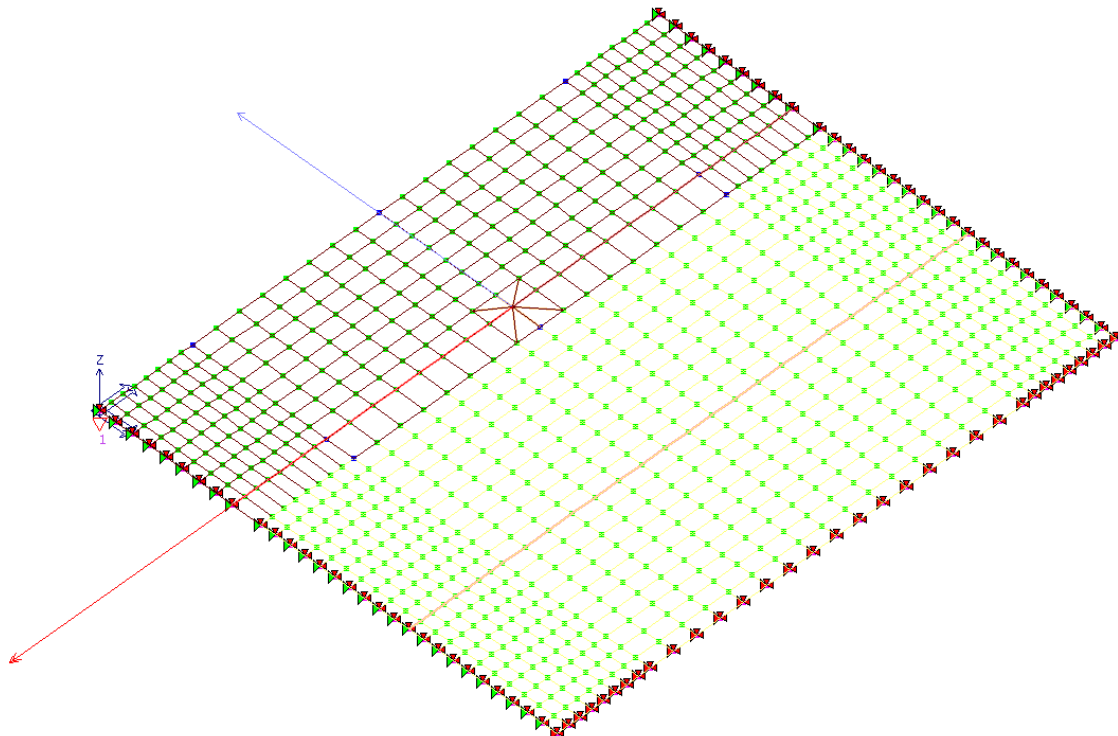


Pp

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 82 di 170

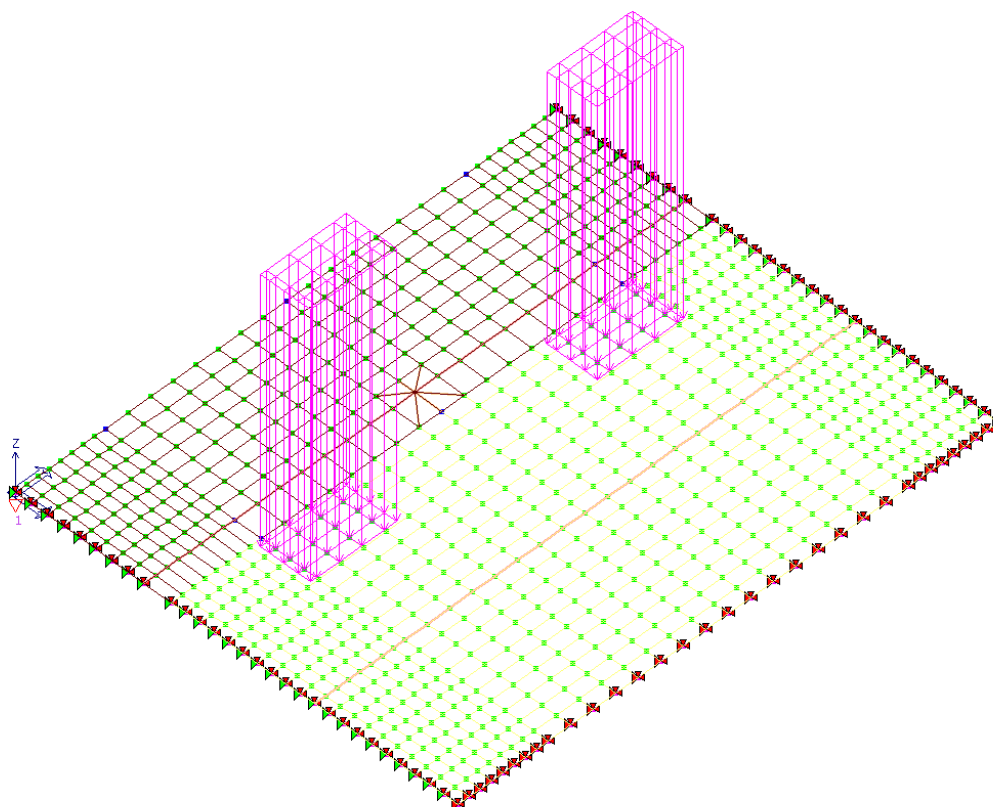


Cp (barriere, velette e sovrastruttura)



Urto barriera

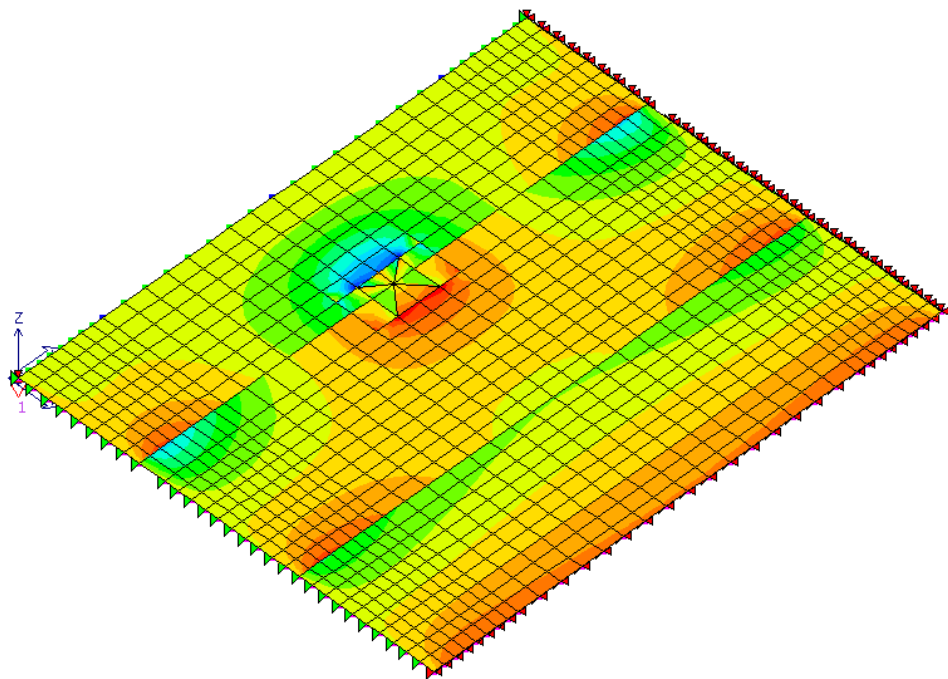
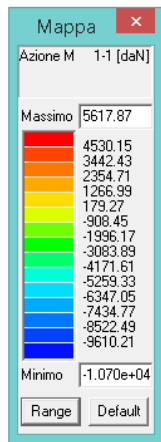
Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 83 di 170



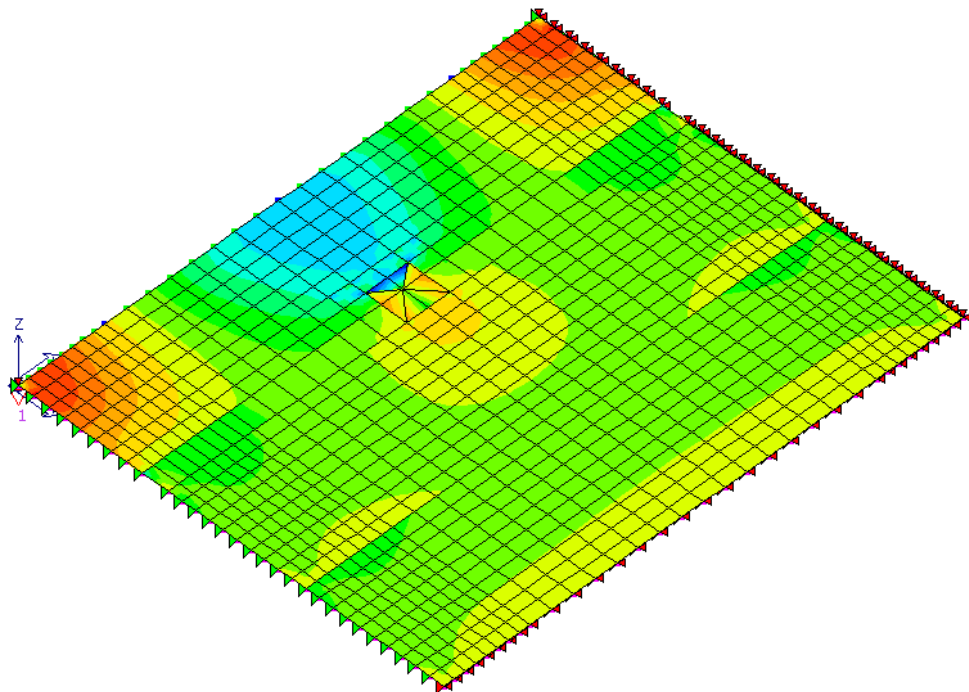
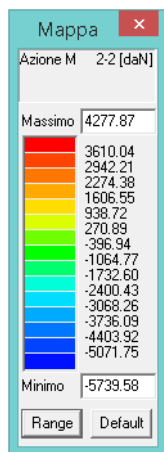
Schema 2 – Associato in posizione peggiore

Seguono le azioni interne massime:

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 84 di 170

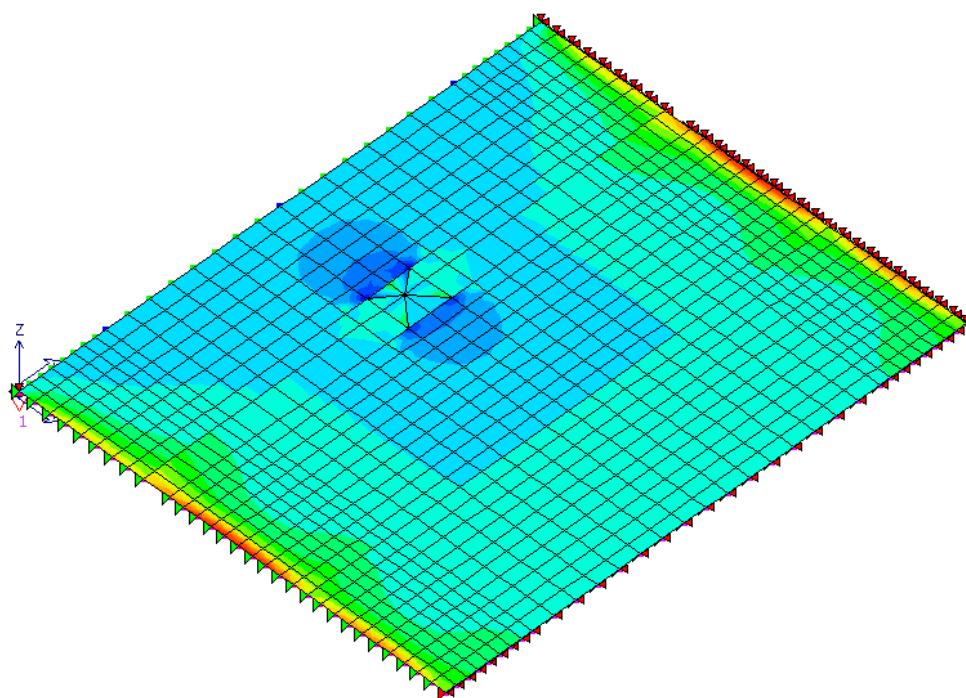
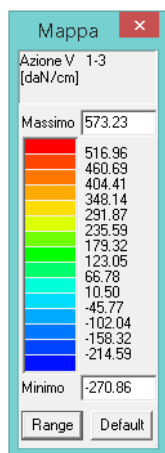


M1-1 (daNcm/cm)

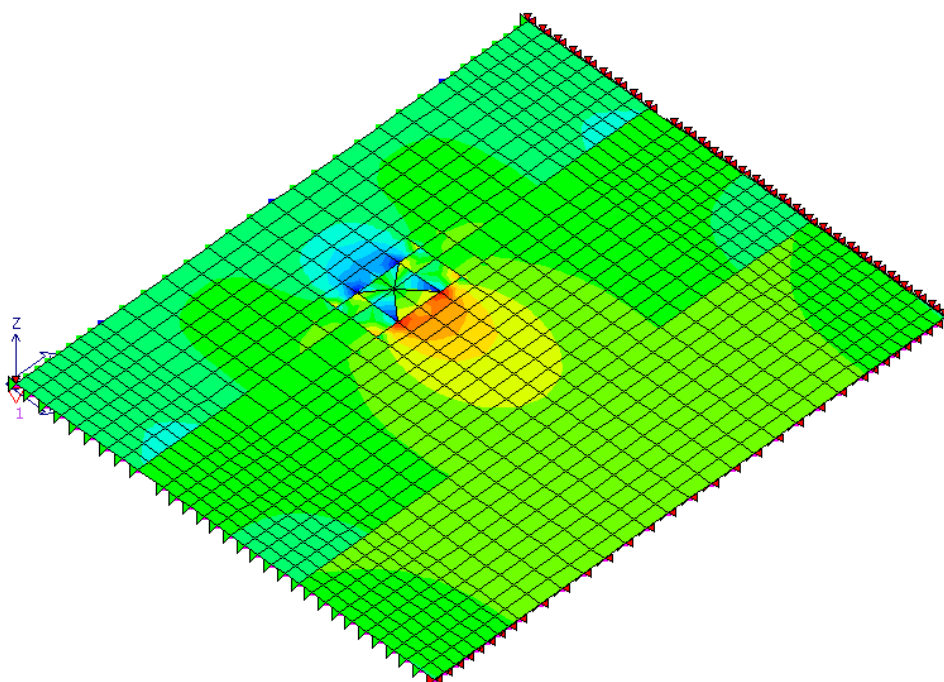
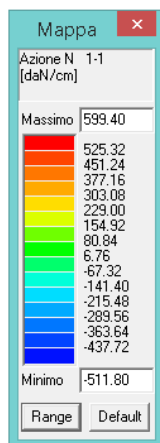


M2-2 (daNcm/cm)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 85 di 170



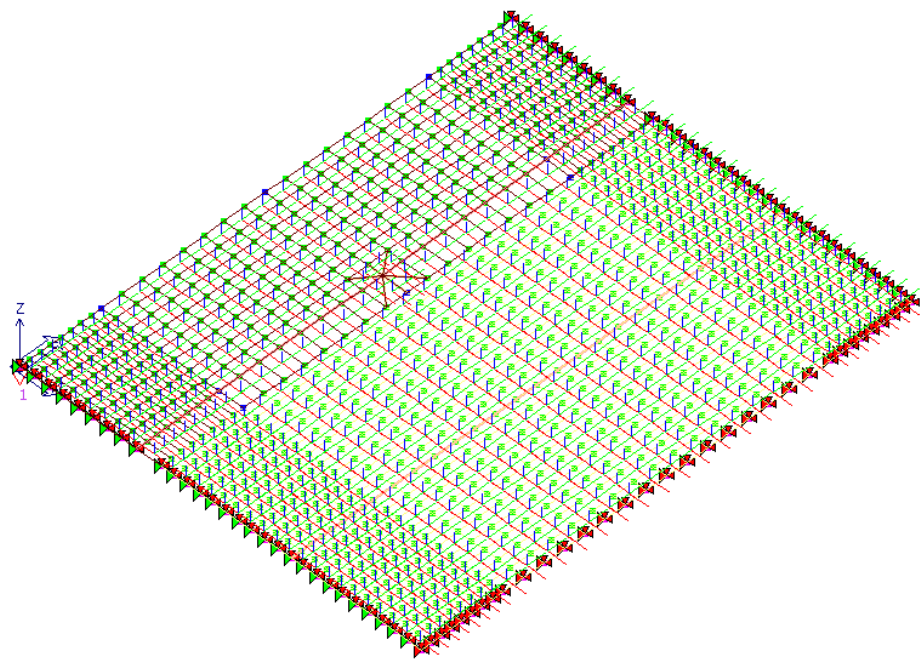
T1-3 (daN/cm)



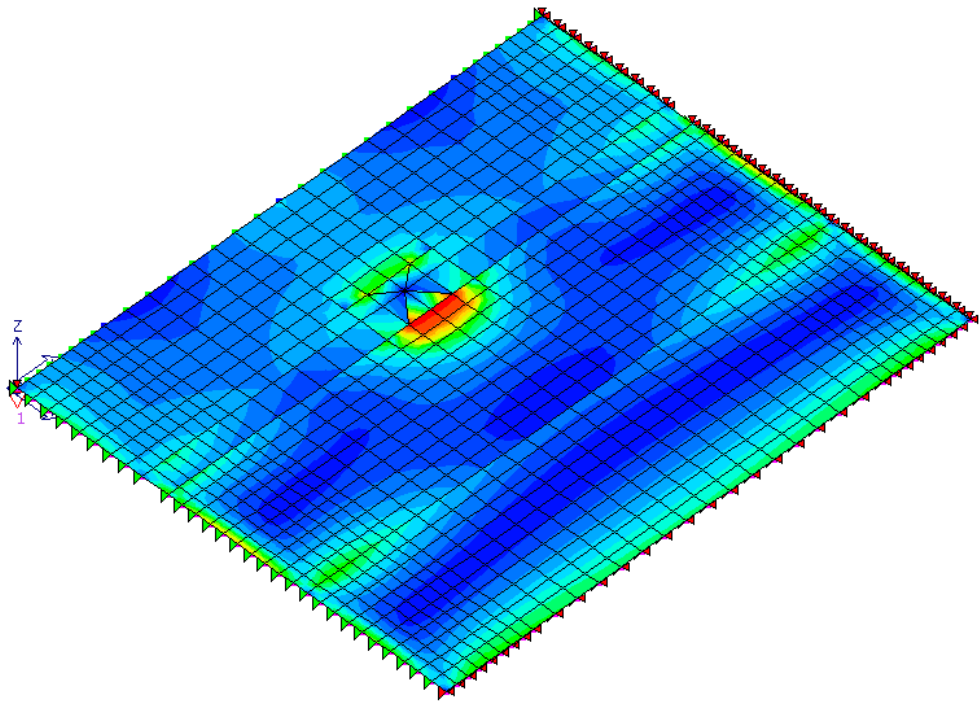
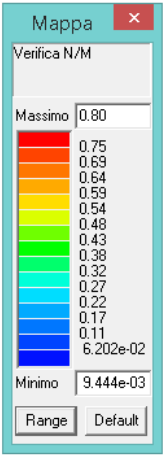
N1-1 (daN/cm)

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 86 di 170

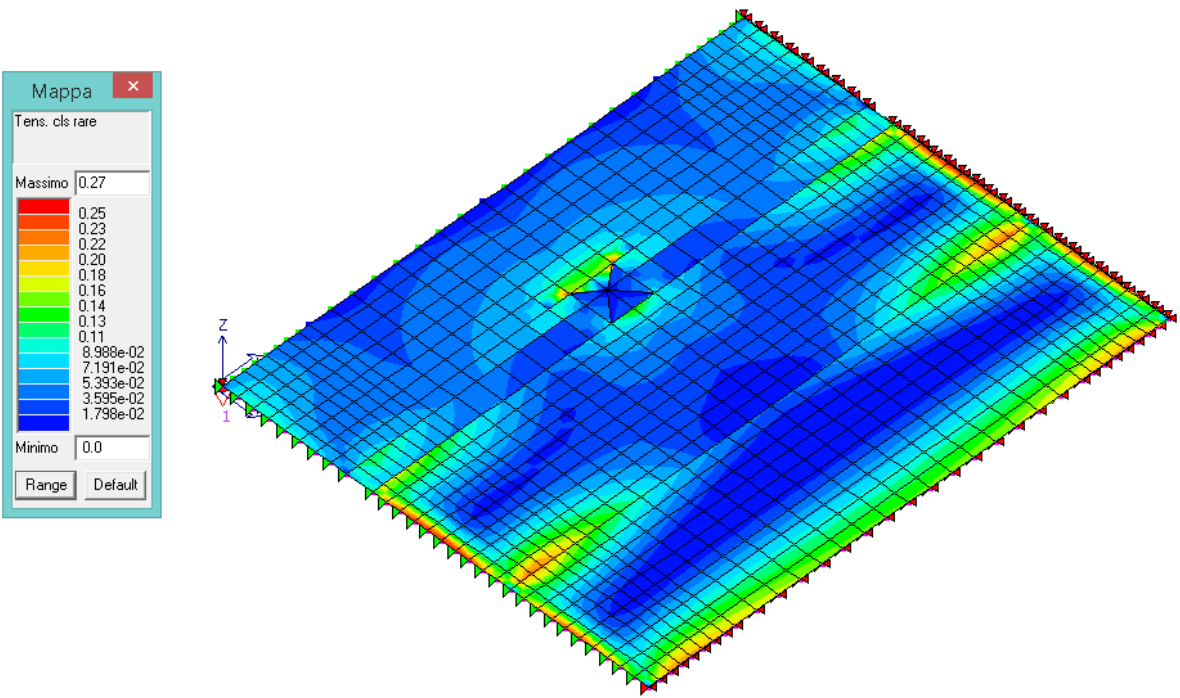
Seguono le verifiche.



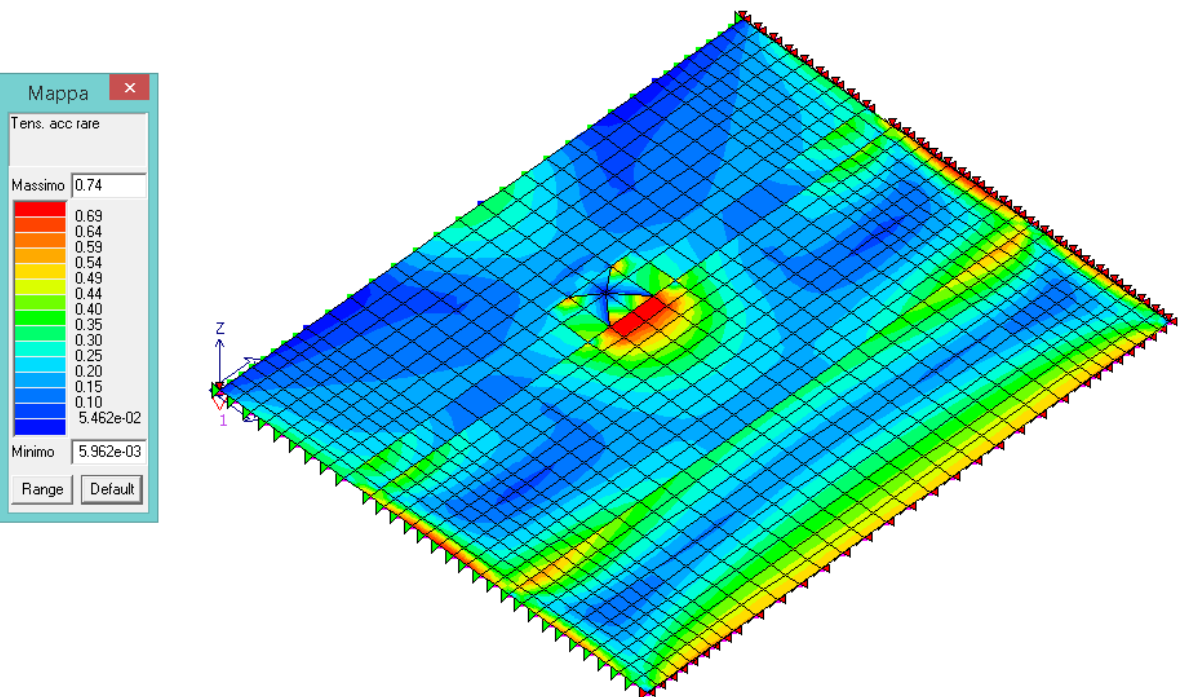
Disposizione armature (red=principale)



Verifica N/M SLU

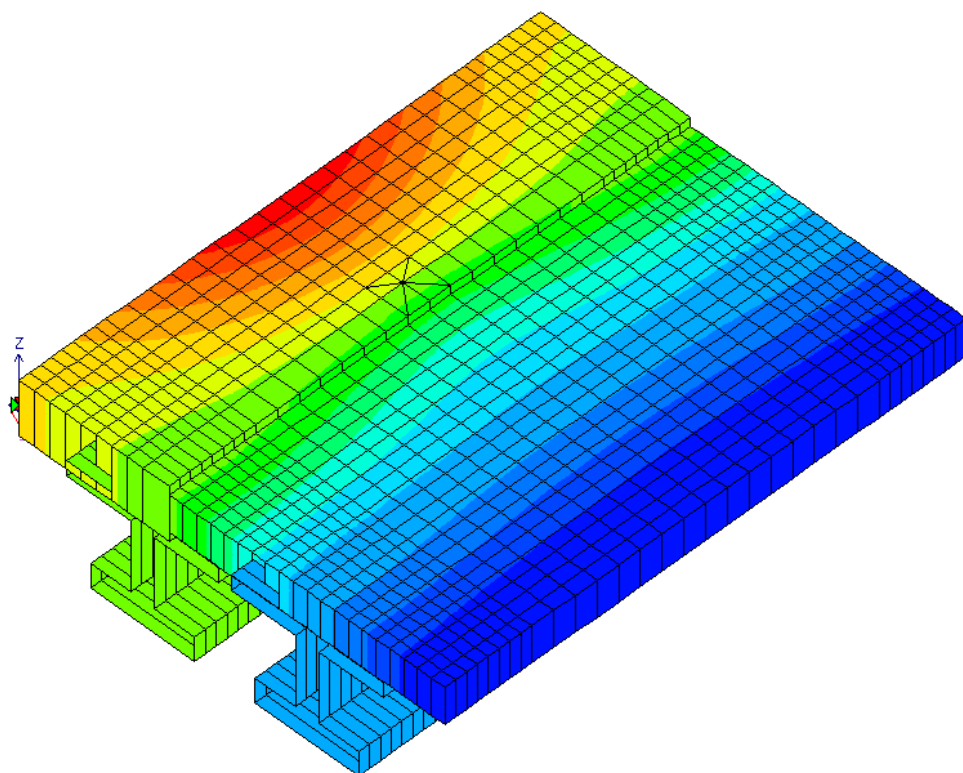
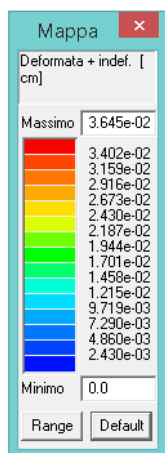


Verifica Tensioni CLS SLE rare



Verifica Tensioni Acciaio SLE rare

Elaborato	Revisione	Data	
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 88 di 170



Verifica Deformate SLE rare (cm)

Le verifiche sono tutte soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 89 di 170

11 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta la verifica di capacità portante con fondazione diretta.

Si rimanda all'allegata relazione geotecnica per una trattazione completa.

Scatolare 700x630

CALCOLO DELLA PORTANZA SPECIFICA			
CON FATTORI DI PROFONDITA'		SENZA FATTORI DI PROFONDITA'	
$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{cd} \cdot d_{cd} + \gamma_1 \cdot D$	se $D \leq B$ (kN/m ²)	$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{cd} \cdot d_{cd} + \gamma_1 \cdot D$	se $D \leq B$ (kN/m ²)
424,17		395,67	
$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{cd} \cdot d_{cd} + \gamma_1 \cdot D$	se $D > B$	$q_{lim} = 5,14 \cdot c_u \cdot s_{cd} \cdot d_{cd} + \gamma_1 \cdot D$	se $D > B$
2008,017443		395,67	
CALCOLO DELLA PORTANZA TOTALE		CALCOLO DELLA PORTANZA TOTALE	
$Q_{lim} = (q_{lim} A) / \gamma_R$	PORTANZA DEL TERRENO (kN)	$Q_{lim} = (q_{lim} A) / \gamma_R$	PORTANZA DEL TERRENO (kN)
23670,99	se $D \leq B$ (kN)	22081	se $D \leq B$ (kN)
112058,529	se $D > B$ (kN)	22080,85	se $D > B$ (kN)

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

Le verifiche sono soddisfatte.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 90 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 91 di 170

Le equazioni di riferimento sono le seguenti:

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

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

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_2^2)$$

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

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

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

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

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 ρ_{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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 92 di 170

SOTTOPASSO SU VIA CASSOLETTA – OPERA I

La stratigrafia di riferimento è la seguente:

stratigrafia	profondità (m)	cu (KN/m2)	γ_{sat} (KN/m3)	$\phi'k$	spessore strato
limo argilloso	5,60	59,53	23,69	29,67	5,60
ghiaia in matrice limo sabbiosa	9,60		21,04	32,14	4,00
argilla limosa	10,40	138,22	19,56	19,81	0,80
ghiaia in matrice limo sabbiosa	11,60		19,38	32,02	1,20
argilla limosa	13,00	62,81	21,45	16,99	1,40
limo debolmente argilloso	20,00	173,56	19,50	20,39	10,00

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

profondità	α	E medio Mpa	E KN/m2	ν
fino a 5,6 m	8	11,84	11840	0,35
fino a 9,6 m	4	85,6	85600	0,28
fino a 10,4 m	8	20,8	20800	0,35
fino a 11,6 m	4	102,8	102800	0,29
fino a 13,0 m	8	10,8	10800	0,35
fino a 20 m	3	11,1	11100	0,35

Le dimensioni della fondazione risultano essere:

B = 8,60 m

L = 13,03 m

I carichi agenti sulla fondazione sono i seguenti:

σ_{min} (kg/cm2)	σ_{max} (kg/cm2)	σ_{media} (kg/cm2)
0,45	2,89	1,67

Pertanto i cedimenti ottenuti risultano:

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 93 di 170

Strato	Litologia	Spessore	da z_i	a z_{i+1}	Δz_i	E	ν	δ_{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	limo argilloso	5,60	0,0	5,6	0,4	11840	0,35	4,95
2	ghiaia in matrice limo sabbiosa	4,00	5,6	9,6	0,4	85600	0,28	0,31
3	argilla limosa	0,80	9,6	10,4	1,0	20800	0,35	0,10
4	ghiaia in matrice limo sabbiosa	1,20	10,4	11,6	0,6	102800	0,29	0,07
5	argilla limosa	1,40	11,6	13,0	1,0	10800	0,35	0,22
6	limo debolmente argilloso	10,00	13,0	23,0	1,0	11100	0,35	2,0422

$\delta_{ctot} = 7,69 \text{ (cm)}$

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 s8 essendo quello più prossimo all'opera in oggetto.

SCATOLARE VIA CASSOLETTA

Prova S8:

Falda = -7.80 m

Frazione limo-argillosa = 45 %

$a_{gmax} = 0.22 \text{ g}$

N. colpi $SPT_{min} = 20$

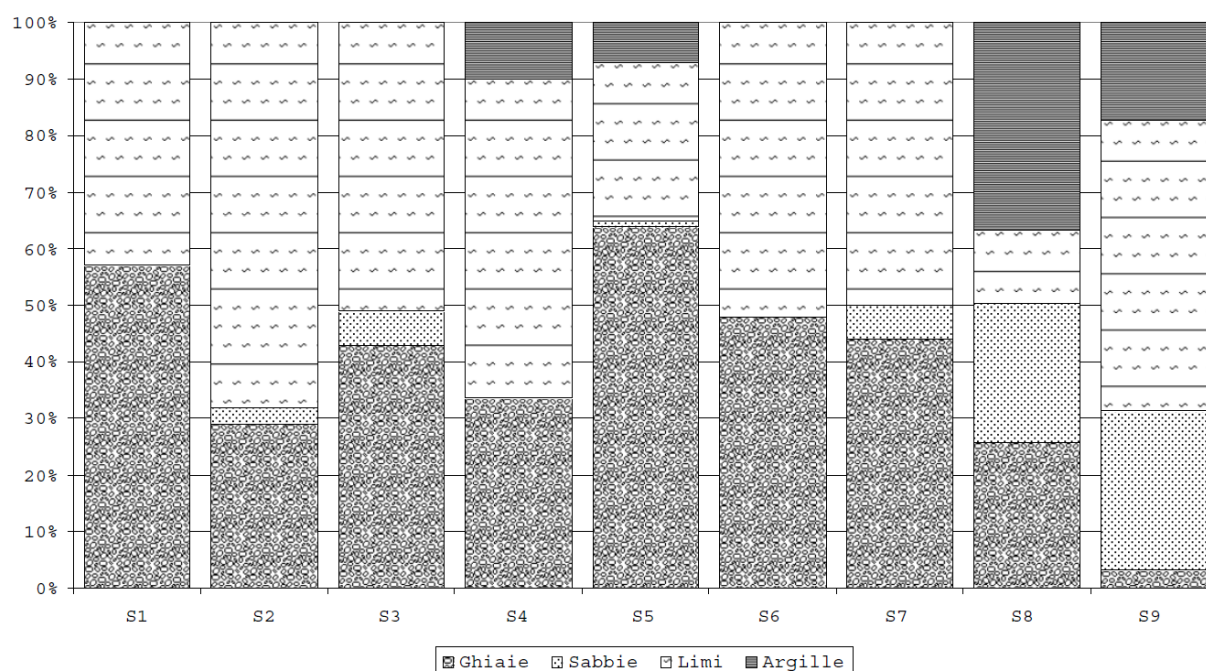
$\gamma_{terreno} = 19 \text{ kN/mc}$

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 94 di 170

CPTU n. 14 – SONDAGGIO n. 8 - OPERA I – ponte su via Cassoletta

CPTU 14 - S 8	falda - 7,8 dal P.C			
stratigrafia	Quota finale strato (m)	c_{u_k} (KN/m ²)	$\gamma - \gamma_{sat}$ (KN/m ³)	φ'_k
terreno di riporto	0,60	27,80	18,44	24,98
limo argilloso	1,00	28,44	18,14	20,93
sabbia debolmente limosa	1,80		20,1	27,90
limo argilloso	4,00	81,52	19,55	23,74
limo argilloso	5,60	100,35	18,53	21,14
ghiaia in matrice limo sabbiosa	7,40		21,57	33,70
ghiaia in matrice limo sabbiosa	9,60		20,5	30,57
argilla limosa	10,40	138,22	19,56	19,81
ghiaia in matrice limo sabbiosa	11,60		19,38	32,02
argilla limosa	13,00	62,81	21,45	16,99
limo debolmente argilloso	14,20	142,81	18,24	20,29
limo	17,80	211,30	19,86	21,39
limo	20,00	166,58	20,41	19,50

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 95 di 170

Immissione Dati	
Profondità di calcolo (m)	3
Profondità della falda dal p. c. (m)	7.8
Peso di volume del terreno (t/mc)	19
Numero di colpi SPT o SCPT	20
Frazione argillosa (%)	45
Accelerazione sismica massima (g)	0.22

Calcola

Risultati	
Pressione totale del terreno (kg/cmq)	39,90
Pressione efficace del terreno (kg/cmq)	39,84
Fattore correttivo per la frazione argillosa (%)	9,00
Numero di colpi standard corretto Na	9,8387
Resistenza alla liquefazione (R)	0,1312
Sforzo di taglio normalizzato (T)	0,0981
Coefficiente di sicurezza ($F_s = R / T$)	1,3378
Il deposito non è liquefacibile	

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

Elaborato	Revisione	Data	
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 96 di 170

12 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 ³)
1 – Scat. 700x630x(90-60) Solette	140
2 – Scat. 700x630x(90-60) Pareti	160

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

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 97 di 170

Scatolare tipo 760x630x(70-90-60) cm



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

PRO_SAP
PROfessional **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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 98 di 170

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

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 99 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 100 di 170

STAMPA DEI RISULTATI

Il Progettista:

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 101 di 170

21 gennaio 2014

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	104
Premessa.....	104
Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale.....	104
<i>Analisi storico-critica</i>	<i>104</i>
<i>Esito del rilievo geometrico-strutturale</i>	<i>104</i>
Descrizione generale dell'opera	104
<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>
Quadro normativo di riferimento adottato	106
<i>Progetto-verifica degli elementi.....</i>	<i>106</i>
<i>Azione sismica</i>	<i>106</i>
Livelli di conoscenza e fattori di confidenza	106
Azioni di progetto sulla costruzione	106
Modello numerico.....	107
<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>
Principali risultati	111
Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	112
Verifiche agli stati limite ultimi.....	112
Verifiche agli stati limite di esercizio	112
RELAZIONE SUI MATERIALI	113
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	114
MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA	116
DURABILITA'	116
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....	119
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI	119

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 102 di 170

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	126
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI	126
MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI.....	129
LEGENDA TABELLA DATI NODI.....	129
TABELLA DATI NODI	130
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE	131
TABELLA DATI TRAVI	131
MODELLAZIONE DELLE AZIONI	135
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI	135
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	139
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO	139
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	141
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO	141
RISULTATI NODALI	144
LEGENDA RISULTATI NODALI	144
RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....	148
LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE.....	148
RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE	152
LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE	152
VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.....	161
LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.	161
STATI LIMITE D' ESERCIZIO.....	167
LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO.....	167

13 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

13.1 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.

13.2 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.

13.2.1 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.

13.2.2 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.

13.3 Descrizione generale dell'opera

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 104 di 170

13.3.1 Descrizione generale dell'opera

Fabbricato ad uso	
Ubicazione	(Regione EMILIA-ROMAGNA)
	Località
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	

13.3.2 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	

13.3.3 Parametri della struttura

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

Elaborato	Revisione		Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 105 di 170

13.3.4 Fattore di struttura

13.4 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.

13.4.1 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

13.4.2 Azione sismica

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

13.5 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il livello di conoscenza, per edifici esistenti è

Pertanto il fattore di confidenza è

13.6 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 106 di 170

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)

13.7 Modello numerico

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 107 di 170

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

13.7.1 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:

13.7.2 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 108 di 170

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>

13.7.3 Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:

nodi	16
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	16
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	0
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	760.00
Ymin =	0.00
Ymax =	0.00
Zmin =	0.00
Zmax =	710.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 109 di 170

Orizzontamenti:	
Solai con la proprietà piano rigido	NO
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
13.7.4 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

13.7.5 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”.

13.7.6 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 Cassoletta 700x630 cm	1		
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE			Pagina 110 di 170

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

13.8 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 111 di 170

- 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

13.9 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.) .

13.10 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.

13.11 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 112 di 170

14 **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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 113 di 170

15 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 114 di 170

- 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

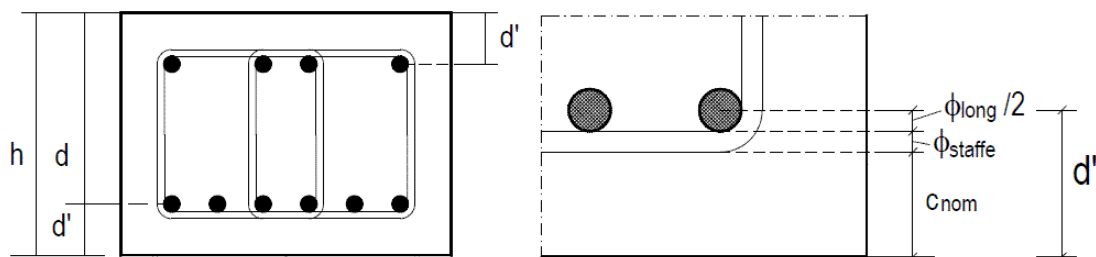
<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 115 di 170

16 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 $n_b = 1$.

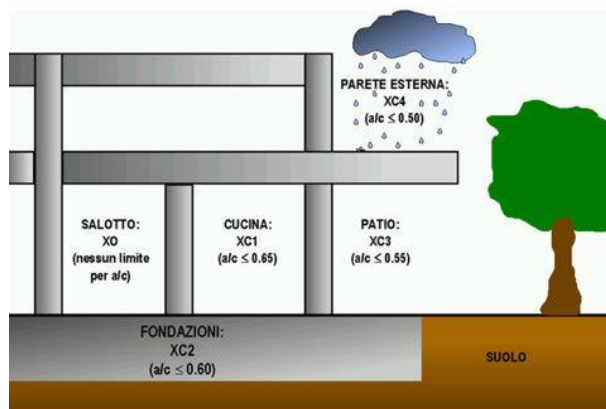


Altezze d e d'

16.1 DURABILITA'

Elaborato	Revisione	Data
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 116 di 170

1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte 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
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e 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
6. Attacco chimico		
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
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 118 di 170

17 CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

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

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 119 di 170

	Resist. Fvko	resistenza caratteristica a taglio
4	legno	
	Resist. fc0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione
	Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
	Lamellare	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 120 di 170

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

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 122 di 170

93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	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/..
Generalità						
Progetto armatura	Composto con parete sismica					
Armatura						
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					
Maglia V						
diametro	10					
passo	25					
diametro aggiuntivi	12					
Maglia O						
diametro	8					
passo	25					
diametro aggiuntivi	8					
Stati limite ultimi						
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					
Tensioni ammissibili						
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					
Parete sismica						
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					
Zona confinata						
Minima tesa	1.00					
Massima tesa	4.00					
Distanza barre [cm]	2.00					
Interferro	2					
Armatura inclinata						
Area barre [cm2]	0.0					

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 123 di 170

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

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Armatura						
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					
Maglia x						
diametro	10					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
Maglia y						
diametro	10					
passo	20					
diametro aggiuntivi	12					
Stati limite ultimi						
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					
Tensioni ammissibili						
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					
Resistenza al fuoco						
3- intradosso	No					
3+ estradosso	No					
Tempo di esposizione R	15					

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetta a filo	No					
Af inf: da q*L*L /	0.0					
Armatura						
Minima tesa	0.31					
Minima compressa	0.31					
Massima tesa	0.78					
Da sezione	Si					
Usa armatura teorica	No					
Stati limite ultimi						
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					
Modello per il confinamento						
Relazione tensio-deformativa	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03					

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 124 di 170

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					
Tensioni ammissibili						
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					
Staffe						
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					

Pilastri c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
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					
Armatura						
Massima tesa	4.00					
Minima tesa	1.00					
Stati limite ultimi						
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					
Modello per il confinamento						
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					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Staffe						
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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 125 di 170

18 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

18.1 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

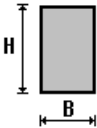
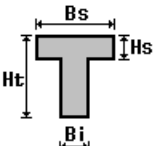
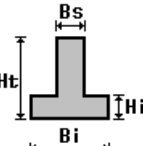
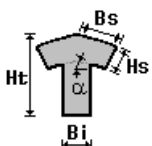
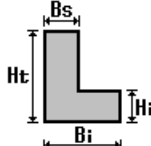
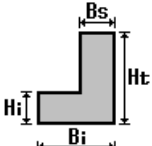
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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

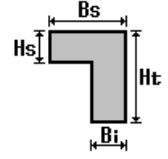
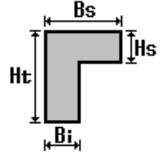
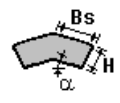
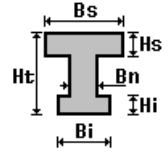








Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 126 di 170

 <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>

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scitolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 127 di 170

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, 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 =70.00	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
2	Pareti - Rettangolare: b=100.00 h =60.00	6000.00	5000.00	5000.00	4.478e+06	5.000e+06	1.800e+06	1.000e+05	6.000e+04	1.500e+05	9.000e+04
3	Soletta INF Rettangolare: b=100.00 h =90.00	9000.00	7500.00	7500.00	1.132e+07	7.500e+06	6.075e+06	1.500e+05	1.350e+05	2.250e+05	2.025e+05

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 128 di 170

19 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

19.1 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:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	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:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	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).
Note	(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
Rig. TX	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 129 di 170

19.1.1 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	30.0	0.0	0.0	3	380.0	0.0	0.0
4	730.0	0.0	0.0	5	760.0	0.0	0.0	6	0.0	0.0	45.0
7	0.0	0.0	360.0	8	0.0	0.0	675.0	9	0.0	0.0	710.0
10	760.0	0.0	45.0	11	760.0	0.0	360.0	12	760.0	0.0	675.0
13	760.0	0.0	710.0	14	30.0	0.0	710.0	15	380.0	0.0	710.0
16	730.0	0.0	710.0								

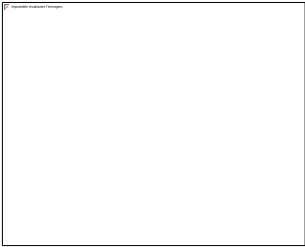

20 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

20.1 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:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	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
Svincolo I (J)	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)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 131 di 170

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 132 di 170

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- δ SU PILASTRATA

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 133 di 170

69	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
82	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
83	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
93	SNELLEZZE EC5
120	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	13	4	1					
10	Trave	15	16	4	1					
11	Trave	14	15	4	1					
12	Trave	9	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					

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 134 di 170

21 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

21.1 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:

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

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 136 di 170

	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 45 cm - DG:Fzi=-9.90 Fzf=-9.90	0.0	0.0	0.0	-9.90	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
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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 137 di 170

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
7	Sisma orizz. soletta sup. - DG:Fxi=5.04 Fxf=5.04	0.0	5.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	5.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	Sisma orizz. parete - DG:Fxi=4.32 Fxf=4.32	0.0	4.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	4.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=6.48 Fxf=6.48	0.0	6.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	6.48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Sisma orizz. Cp neri sopra - DG:Fxi=2.85 Fxf=2.85	0.0	2.85	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	2.85	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=-1.08 Fzf=-1.08	0.0	0.0	0.0	-1.08	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-1.08	0.0	0.0	0.0
13	Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.24 Fzf=-3.24	0.0	0.0	0.0	-3.24	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-3.24	0.0	0.0	0.0
14	Sisma vert. Cp neri sopra - DG:Fzi=-1.43 Fzf=-1.43	0.0	0.0	0.0	-1.43	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-1.43	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	75.05	790.00	0.0
3	S terra DX 60% - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	-45.03	790.00	0.0
4	S Qacc SX 100% - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	10.00	790.00	10.00
15	S Delta sisma terra Wood - QV:var z - Qx - Lineare				
	Z - Z Qx L2=0.0	0.0	43.23	790.00	43.23

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 138 di 170

22 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

22.1 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:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Pk	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 139 di 170

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 45 cm - DG:Fzi=-9.90 Fzf=-9.90
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=6.48 Fxf=6.48 D2 :da 2 a 3 Azione : Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=6.48 Fxf=6.48 D2 : 4 Azione : Sisma orizz. soletta inf. - DG:Fxi=6.48 Fxf=6.48 D2 :da 5 a 8 Azione : Sisma orizz. parete - DG:Fxi=4.32 Fxf=4.32 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma orizz. Cp neri sopra - DG:Fxi=2.85 Fxf=2.85 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma orizz. soletta sup. - DG:Fxi=5.04 Fxf=5.04 D2 :da 13 a 16 Azione : Sisma orizz. parete - DG:Fxi=4.32 Fxf=4.32
9	Qk	CDC=Qk - Sisma Z	D2 : 1 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.24 Fzf=-3.24 D2 :da 2 a 3 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.24 Fzf=-3.24 D2 : 4 Azione : Sisma vert. soletta inf. - DG:Fzi=-3.24 Fzf=-3.24 D2 :da 5 a 8 Azione : Sisma vert. pareti - DG:Fzi=-1.08 Fzf=-1.08 D2 :da 9 a 12 Azione : Sisma vert. Cp neri sopra - DG:Fzi=-1.43 Fzf=-1.43 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=-1.08 Fzf=-1.08
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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 140 di 170

23 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

23.1 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 ≤ 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 ≤ 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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 141 di 170

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 γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 143 di 170

24 RISULTATI NODALI

24.1 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	3.15e-05	0.0	-0.61	0.0	-4.88e-04	0.0
1	2	0.07	0.0	-0.16	0.0	1.14e-03	0.0
1	3	0.07	0.0	-0.73	0.0	4.75e-04	0.0
1	4	0.09	0.0	-0.42	0.0	1.42e-03	0.0
1	5	0.16	0.0	0.69	0.0	3.43e-03	0.0
1	6	0.16	0.0	0.72	0.0	3.45e-03	0.0
1	7	0.07	0.0	-0.02	0.0	1.27e-03	0.0
1	8	-5.15e-03	0.0	-0.59	0.0	-5.60e-04	0.0
1	9	0.07	0.0	-0.22	0.0	1.30e-03	0.0
1	10	0.05	0.0	-0.46	0.0	3.68e-04	0.0
1	11	0.03	0.0	-0.57	0.0	2.44e-05	0.0
1	12	0.08	0.0	-0.18	0.0	1.59e-03	0.0
1	13	0.08	0.0	-0.63	0.0	1.63e-03	0.0
2	1	2.90e-05	0.0	-0.60	0.0	-4.95e-04	0.0
2	2	0.07	0.0	-0.19	0.0	1.06e-03	0.0
2	3	0.07	0.0	-0.74	0.0	3.98e-04	0.0
2	4	0.09	0.0	-0.46	0.0	1.32e-03	0.0
2	5	0.16	0.0	0.58	0.0	3.29e-03	0.0
2	6	0.16	0.0	0.62	0.0	3.32e-03	0.0
2	7	0.07	0.0	-0.06	0.0	1.20e-03	0.0
2	8	-5.28e-03	0.0	-0.57	0.0	-5.73e-04	0.0
2	9	0.07	0.0	-0.26	0.0	1.22e-03	0.0
2	10	0.05	0.0	-0.47	0.0	3.15e-04	0.0
2	11	0.03	0.0	-0.57	0.0	-1.68e-05	0.0
2	12	0.08	0.0	-0.23	0.0	1.50e-03	0.0
2	13	0.08	0.0	-0.68	0.0	1.54e-03	0.0
3	1	0.0	0.0	-0.49	0.0	0.0	0.0
3	2	0.07	0.0	-0.51	0.0	9.50e-04	0.0
3	3	0.07	0.0	-0.91	0.0	9.50e-04	0.0
3	4	0.09	0.0	-0.91	0.0	1.69e-03	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 144 di 170

3	5	0.16	0.0	-0.39	0.0	2.59e-03	0.0
3	6	0.16	0.0	-0.37	0.0	2.59e-03	0.0
3	7	0.07	0.0	-0.42	0.0	1.05e-03	0.0
3	8	-6.81e-03	0.0	-0.41	0.0	-2.78e-04	0.0
3	9	0.07	0.0	-0.67	0.0	1.44e-03	0.0
3	10	0.04	0.0	-0.60	0.0	6.24e-04	0.0
3	11	0.03	0.0	-0.60	0.0	3.84e-04	0.0
3	12	0.08	0.0	-0.73	0.0	1.73e-03	0.0
3	13	0.08	0.0	-1.19	0.0	1.73e-03	0.0
4	1	-2.90e-05	0.0	-0.60	0.0	4.95e-04	0.0
4	2	0.06	0.0	-0.93	0.0	1.41e-03	0.0
4	3	0.06	0.0	-1.48	0.0	2.08e-03	0.0
4	4	0.09	0.0	-1.76	0.0	3.00e-03	0.0
4	5	0.15	0.0	-1.42	0.0	3.37e-03	0.0
4	6	0.15	0.0	-1.39	0.0	3.34e-03	0.0
4	7	0.07	0.0	-0.87	0.0	1.50e-03	0.0
4	8	-8.39e-03	0.0	-0.36	0.0	-1.18e-04	0.0
4	9	0.07	0.0	-1.37	0.0	2.45e-03	0.0
4	10	0.04	0.0	-0.96	0.0	1.31e-03	0.0
4	11	0.03	0.0	-0.87	0.0	1.02e-03	0.0
4	12	0.08	0.0	-1.56	0.0	2.91e-03	0.0
4	13	0.08	0.0	-2.01	0.0	2.87e-03	0.0
5	1	-3.15e-05	0.0	-0.61	0.0	4.88e-04	0.0
5	2	0.06	0.0	-0.97	0.0	1.41e-03	0.0
5	3	0.06	0.0	-1.54	0.0	2.08e-03	0.0
5	4	0.09	0.0	-1.85	0.0	3.02e-03	0.0
5	5	0.15	0.0	-1.52	0.0	3.43e-03	0.0
5	6	0.15	0.0	-1.49	0.0	3.40e-03	0.0
5	7	0.07	0.0	-0.91	0.0	1.52e-03	0.0
5	8	-8.53e-03	0.0	-0.36	0.0	-1.47e-04	0.0
5	9	0.07	0.0	-1.44	0.0	2.47e-03	0.0
5	10	0.04	0.0	-1.00	0.0	1.31e-03	0.0
5	11	0.03	0.0	-0.90	0.0	1.01e-03	0.0
5	12	0.08	0.0	-1.65	0.0	2.94e-03	0.0
5	13	0.08	0.0	-2.10	0.0	2.90e-03	0.0
6	1	-0.02	0.0	-0.61	0.0	-4.22e-04	0.0
6	2	0.13	0.0	-0.16	0.0	1.48e-03	0.0
6	3	0.10	0.0	-0.73	0.0	8.74e-04	0.0
6	4	0.17	0.0	-0.42	0.0	1.92e-03	0.0
6	5	0.33	0.0	0.69	0.0	4.03e-03	0.0
6	6	0.33	0.0	0.72	0.0	4.05e-03	0.0
6	7	0.14	0.0	-0.02	0.0	1.58e-03	0.0
6	8	-0.03	0.0	-0.59	0.0	-4.90e-04	0.0
6	9	0.14	0.0	-0.22	0.0	1.70e-03	0.0
6	10	0.07	0.0	-0.46	0.0	6.37e-04	0.0
6	11	0.04	0.0	-0.57	0.0	2.43e-04	0.0
6	12	0.17	0.0	-0.18	0.0	2.04e-03	0.0
6	13	0.17	0.0	-0.63	0.0	2.07e-03	0.0
7	1	-0.08	0.0	-0.62	0.0	1.50e-05	0.0
7	2	0.72	0.0	-0.17	0.0	1.76e-03	0.0
7	3	0.58	0.0	-0.74	0.0	1.71e-03	0.0
7	4	1.05	0.0	-0.43	0.0	3.10e-03	0.0
7	5	1.87	0.0	0.68	0.0	4.88e-03	0.0
7	6	1.88	0.0	0.72	0.0	4.88e-03	0.0
7	7	0.76	0.0	-0.02	0.0	1.95e-03	0.0
7	8	-0.18	0.0	-0.60	0.0	-5.58e-04	0.0
7	9	0.90	0.0	-0.23	0.0	2.66e-03	0.0
7	10	0.40	0.0	-0.47	0.0	1.12e-03	0.0
7	11	0.22	0.0	-0.57	0.0	6.68e-04	0.0
7	12	1.07	0.0	-0.19	0.0	3.21e-03	0.0
7	13	1.08	0.0	-0.64	0.0	3.20e-03	0.0
8	1	-0.02	0.0	-0.62	0.0	4.10e-04	0.0
8	2	1.17	0.0	-0.17	0.0	1.24e-03	0.0
8	3	1.14	0.0	-0.75	0.0	2.07e-03	0.0
8	4	2.02	0.0	-0.44	0.0	3.15e-03	0.0
8	5	3.18	0.0	0.68	0.0	3.41e-03	0.0
8	6	3.18	0.0	0.72	0.0	3.39e-03	0.0
8	7	1.28	0.0	-0.02	0.0	1.42e-03	0.0
8	8	-0.34	0.0	-0.60	0.0	-3.07e-04	0.0
8	9	1.72	0.0	-0.23	0.0	2.60e-03	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 145 di 170

8	10	0.75	0.0	-0.47	0.0	1.27e-03	0.0
8	11	0.46	0.0	-0.58	0.0	9.77e-04	0.0
8	12	2.07	0.0	-0.19	0.0	3.14e-03	0.0
8	13	2.07	0.0	-0.64	0.0	3.13e-03	0.0
9	1	-4.09e-05	0.0	-0.62	0.0	4.52e-04	0.0
9	2	1.21	0.0	-0.17	0.0	1.27e-03	0.0
9	3	1.21	0.0	-0.75	0.0	2.21e-03	0.0
9	4	2.13	0.0	-0.44	0.0	3.21e-03	0.0
9	5	3.30	0.0	0.68	0.0	3.29e-03	0.0
9	6	3.30	0.0	0.71	0.0	3.26e-03	0.0
9	7	1.33	0.0	-0.02	0.0	1.41e-03	0.0
9	8	-0.35	0.0	-0.60	0.0	-2.19e-04	0.0
9	9	1.81	0.0	-0.24	0.0	2.63e-03	0.0
9	10	0.80	0.0	-0.47	0.0	1.36e-03	0.0
9	11	0.49	0.0	-0.58	0.0	1.08e-03	0.0
9	12	2.18	0.0	-0.19	0.0	3.15e-03	0.0
9	13	2.18	0.0	-0.64	0.0	3.14e-03	0.0
10	1	0.02	0.0	-0.61	0.0	4.22e-04	0.0
10	2	0.13	0.0	-0.97	0.0	1.41e-03	0.0
10	3	0.16	0.0	-1.54	0.0	2.02e-03	0.0
10	4	0.22	0.0	-1.85	0.0	3.07e-03	0.0
10	5	0.32	0.0	-1.52	0.0	3.70e-03	0.0
10	6	0.31	0.0	-1.49	0.0	3.68e-03	0.0
10	7	0.14	0.0	-0.91	0.0	1.56e-03	0.0
10	8	-0.02	0.0	-0.36	0.0	-2.96e-04	0.0
10	9	0.18	0.0	-1.44	0.0	2.54e-03	0.0
10	10	0.10	0.0	-1.00	0.0	1.27e-03	0.0
10	11	0.07	0.0	-0.90	0.0	9.37e-04	0.0
10	12	0.21	0.0	-1.65	0.0	3.04e-03	0.0
10	13	0.21	0.0	-2.10	0.0	3.01e-03	0.0
11	1	0.08	0.0	-0.62	0.0	-1.50e-05	0.0
11	2	0.63	0.0	-0.98	0.0	1.78e-03	0.0
11	3	0.77	0.0	-1.55	0.0	1.83e-03	0.0
11	4	1.24	0.0	-1.86	0.0	3.23e-03	0.0
11	5	1.72	0.0	-1.52	0.0	4.88e-03	0.0
11	6	1.71	0.0	-1.49	0.0	4.88e-03	0.0
11	7	0.70	0.0	-0.91	0.0	1.97e-03	0.0
11	8	-0.18	0.0	-0.36	0.0	-5.36e-04	0.0
11	9	1.04	0.0	-1.45	0.0	2.75e-03	0.0
11	10	0.49	0.0	-1.00	0.0	1.20e-03	0.0
11	11	0.33	0.0	-0.90	0.0	7.44e-04	0.0
11	12	1.25	0.0	-1.66	0.0	3.31e-03	0.0
11	13	1.24	0.0	-2.11	0.0	3.32e-03	0.0
12	1	0.02	0.0	-0.62	0.0	-4.10e-04	0.0
12	2	1.16	0.0	-0.98	0.0	1.35e-03	0.0
12	3	1.19	0.0	-1.56	0.0	5.23e-04	0.0
12	4	2.07	0.0	-1.87	0.0	1.60e-03	0.0
12	5	3.16	0.0	-1.53	0.0	3.81e-03	0.0
12	6	3.16	0.0	-1.50	0.0	3.84e-03	0.0
12	7	1.28	0.0	-0.92	0.0	1.47e-03	0.0
12	8	-0.33	0.0	-0.36	0.0	-5.14e-04	0.0
12	9	1.76	0.0	-1.46	0.0	1.48e-03	0.0
12	10	0.78	0.0	-1.01	0.0	4.27e-04	0.0
12	11	0.49	0.0	-0.91	0.0	5.84e-05	0.0
12	12	2.12	0.0	-1.67	0.0	1.79e-03	0.0
12	13	2.12	0.0	-2.12	0.0	1.80e-03	0.0
13	1	4.09e-05	0.0	-0.62	0.0	-4.52e-04	0.0
13	2	1.21	0.0	-0.98	0.0	1.19e-03	0.0
13	3	1.21	0.0	-1.56	0.0	2.49e-04	0.0
13	4	2.12	0.0	-1.87	0.0	1.25e-03	0.0
13	5	3.29	0.0	-1.53	0.0	3.52e-03	0.0
13	6	3.29	0.0	-1.50	0.0	3.55e-03	0.0
13	7	1.33	0.0	-0.92	0.0	1.32e-03	0.0
13	8	-0.35	0.0	-0.36	0.0	-5.42e-04	0.0
13	9	1.81	0.0	-1.46	0.0	1.20e-03	0.0
13	10	0.79	0.0	-1.01	0.0	2.55e-04	0.0
13	11	0.49	0.0	-0.91	0.0	-9.20e-05	0.0
13	12	2.18	0.0	-1.67	0.0	1.47e-03	0.0
13	13	2.18	0.0	-2.12	0.0	1.48e-03	0.0
14	1	-3.76e-05	0.0	-0.63	0.0	4.67e-04	0.0

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 146 di 170

14	2	1.21	0.0	-0.21	0.0	1.28e-03	0.0
14	3	1.21	0.0	-0.82	0.0	2.27e-03	0.0
14	4	2.13	0.0	-0.53	0.0	3.23e-03	0.0
14	5	3.30	0.0	0.59	0.0	3.22e-03	0.0
14	6	3.30	0.0	0.62	0.0	3.20e-03	0.0
14	7	1.33	0.0	-0.07	0.0	1.41e-03	0.0
14	8	-0.35	0.0	-0.59	0.0	-1.74e-04	0.0
14	9	1.81	0.0	-0.32	0.0	2.63e-03	0.0
14	10	0.80	0.0	-0.52	0.0	1.40e-03	0.0
14	11	0.49	0.0	-0.61	0.0	1.12e-03	0.0
14	12	2.18	0.0	-0.29	0.0	3.15e-03	0.0
14	13	2.18	0.0	-0.74	0.0	3.14e-03	0.0
15	1	0.0	0.0	-0.74	0.0	0.0	0.0
15	2	1.21	0.0	-0.62	0.0	1.00e-03	0.0
15	3	1.21	0.0	-1.47	0.0	1.00e-03	0.0
15	4	2.13	0.0	-1.47	0.0	1.73e-03	0.0
15	5	3.30	0.0	-0.43	0.0	2.68e-03	0.0
15	6	3.30	0.0	-0.39	0.0	2.68e-03	0.0
15	7	1.33	0.0	-0.51	0.0	1.09e-03	0.0
15	8	-0.35	0.0	-0.54	0.0	-2.74e-04	0.0
15	9	1.81	0.0	-1.08	0.0	1.47e-03	0.0
15	10	0.80	0.0	-0.92	0.0	6.57e-04	0.0
15	11	0.49	0.0	-0.93	0.0	4.07e-04	0.0
15	12	2.18	0.0	-1.20	0.0	1.76e-03	0.0
15	13	2.18	0.0	-1.65	0.0	1.76e-03	0.0
16	1	3.76e-05	0.0	-0.63	0.0	-4.67e-04	0.0
16	2	1.21	0.0	-0.95	0.0	1.11e-03	0.0
16	3	1.21	0.0	-1.56	0.0	1.17e-04	0.0
16	4	2.12	0.0	-1.84	0.0	1.08e-03	0.0
16	5	3.29	0.0	-1.42	0.0	3.37e-03	0.0
16	6	3.29	0.0	-1.39	0.0	3.39e-03	0.0
16	7	1.33	0.0	-0.88	0.0	1.24e-03	0.0
16	8	-0.35	0.0	-0.38	0.0	-5.55e-04	0.0
16	9	1.81	0.0	-1.43	0.0	1.06e-03	0.0
16	10	0.79	0.0	-1.00	0.0	1.71e-04	0.0
16	11	0.49	0.0	-0.91	0.0	-1.64e-04	0.0
16	12	2.18	0.0	-1.63	0.0	1.31e-03	0.0
16	13	2.18	0.0	-2.08	0.0	1.32e-03	0.0

Nodo	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
	-0.35	0.0	-2.12	0.0	-5.73e-04	0.0
	3.30	0.0	0.72	0.0	4.88e-03	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
------	-----	-----------------	-----------------	-----------------	---------------------	---------------------	---------------------

25 RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

25.1 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:

Nodo	numero del nodo a cui è applicato il plinto
Tipo	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>)
Palo	numero del palo
Comb.	combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.
Quota	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:

Nodo	numero del nodo a cui è applicato il plinto
Tipo	Codice identificativo del nome assegnato al plinto
area	area dell'impronta del plinto
Wink O Wink V	coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati
Comb	Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 148 di 170

Pt (P1 P2 P3 P4)	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 149 di 170

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	-1.22	-1.19	-1.22	2	-0.32	-0.39	-0.39	3	-1.45	-1.48	-1.48
	4	-0.84	-0.92	-0.92	5	1.37	1.17	1.36	6	1.43	1.23	1.42
	7	-0.04	-0.11	-0.11	8	-1.18	-1.15	-1.18	9	-0.45	-0.52	-0.52
	10	-0.92	-0.94	-0.94	11	-1.14	-1.14	-1.14	12	-0.36	-0.45	-0.45
	13	-1.26	-1.35	-1.35								
2	1	-1.19	-0.98	-1.17	2	-0.39	-1.02	-1.02	3	-1.48	-1.83	-1.83
	4	-0.92	-1.83	-1.83	5	1.17	-0.78	1.03	6	1.23	-0.73	1.09
	7	-0.11	-0.83	-0.83	8	-1.15	-0.82	-1.12	9	-0.52	-1.34	-1.34
	10	-0.94	-1.19	-1.19	11	-1.14	-1.19	-1.19	12	-0.45	-1.46	-1.46
	13	-1.35	-2.38	-2.38								

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 150 di 170

3	1	-0.98	-1.19	-1.19	2	-1.02	-1.86	-1.86	3	-1.83	-2.96	-2.96
	4	-1.83	-3.52	-3.52	5	-0.78	-2.83	-2.83	6	-0.73	-2.77	-2.77
	7	-0.83	-1.73	-1.73	8	-0.82	-0.73	-0.81	9	-1.34	-2.74	-2.74
	10	-1.19	-1.91	-1.91	11	-1.19	-1.73	-1.73	12	-1.46	-3.12	-3.12
	13	-2.38	-4.02	-4.02								
4	1	-1.19	-1.22	-1.22	2	-1.86	-1.95	-1.95	3	-2.96	-3.08	-3.08
	4	-3.52	-3.70	-3.70	5	-2.83	-3.04	-3.04	6	-2.77	-2.97	-2.97
	7	-1.73	-1.82	-1.82	8	-0.73	-0.72	-0.72	9	-2.74	-2.89	-2.89
	10	-1.91	-1.99	-1.99	11	-1.73	-1.79	-1.79	12	-3.12	-3.29	-3.29
	13	-4.02	-4.19	-4.19								
Elem.		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max		Pt ini	Pt fin	Pt max
		-4.19										
		1.43										

26 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

26.1 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 **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

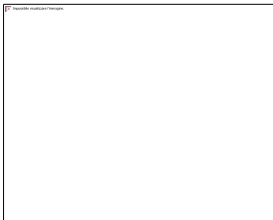

Per ogni elemento, e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 152 di 170

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 153 di 170

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	8.900e+05	0.0	-0.02	0.0	0.0-2.900e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	8.900e+05
		8.786e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-2.809e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	8.786e+05
5	2	2.674e+05	0.0	-0.06	2657.66	0.0-3.206e+04	-1.138e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	2.674e+05
		-1.843e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-3.114e+04	-8720.20	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.843e+05
5	3	9.387e+05	0.0	-0.09	2657.66	0.0-6.721e+04	-9411.58	0.0	0.0	0.0	0.0	9.387e+05
		5.756e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-6.629e+04	-6753.92	0.0	0.0	0.0	0.0	5.756e+05
5	4	-5.501e+05	0.0	-0.14	2657.66	0.0-7.084e+04	-5367.43	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.501e+05
		-7.313e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-6.993e+04	-2709.77	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.313e+05
5	5	-3.608e+06	0.0	-0.16	1774.24	0.0-3.141e+04	3215.58	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.608e+06
		-3.793e+06	0.0	0.0	0.0	45.0-3.072e+04	4989.81	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.793e+06
5	6	-3.645e+06	0.0	-0.16	1774.24	0.0-3.005e+04	3199.46	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.645e+06
		-3.830e+06	0.0	0.0	0.0	45.0-2.939e+04	4973.70	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.830e+06
5	7	-4.903e+05	0.0	-0.07	1910.32	0.0-2.703e+04	-6105.18	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.903e+05
		-7.217e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-2.631e+04	-4194.87	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.217e+05
5	8	2.304e+06	0.0	0.01	2026.96	0.0-2.191e+04	-1.411e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	2.304e+06
		1.715e+06	0.0	0.0	0.0	45.0-2.119e+04	-1.208e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.715e+06
5	9	-8.015e+05	0.0	-0.11	1968.64	0.0-5.300e+04	-2950.78	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.015e+05
		-8.896e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-5.233e+04	-982.14	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.896e+05
5	10	7.269e+05	0.0	-0.06	1968.64	0.0-4.257e+04	-7779.87	0.0	0.0	0.0	0.0	7.269e+05
		4.215e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-4.190e+04	-5811.24	0.0	0.0	0.0	0.0	4.215e+05
5	11	1.218e+06	0.0	-0.04	1968.64	0.0-4.173e+04	-9042.34	0.0	0.0	0.0	0.0	1.218e+06
		8.562e+05	0.0	0.0	0.0	45.0-4.106e+04	-7073.70	0.0	0.0	0.0	0.0	8.562e+05
5	12	-1.300e+06	0.0	-0.13	1968.64	0.0-5.942e+04	-1068.63	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.300e+06
		-1.313e+06	0.0	0.0	0.0	45.0-5.874e+04	900.01	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.313e+06
5	13	-1.406e+06	0.0	-0.13	1968.64	0.0-5.942e+04	-873.17	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.406e+06
		-1.420e+06	0.0	0.0	0.0	45.0-5.874e+04	1095.47	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.420e+06
6	1	8.786e+05	0.0	-0.06	0.0	0.0-2.809e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	8.786e+05
		7.990e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-2.171e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	7.990e+05
6	2	-1.843e+05	0.0	-0.50	1.424e+04	0.0-3.114e+04	-8720.20	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.843e+05
		-8.968e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-2.477e+04	5520.35	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.968e+05
6	3	8.914e+05	0.0	-0.61	1.424e+04	0.0-6.629e+04	-6753.92	0.0	0.0	0.0	0.0	8.914e+05
		1.566e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-5.992e+04	7486.64	0.0	0.0	0.0	0.0	1.566e+05
6	4	8.584e+05	0.0	-1.02	1.424e+04	0.0-6.993e+04	-2709.77	0.0	0.0	0.0	0.0	8.584e+05
		-7.943e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-6.355e+04	1.153e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.943e+05
6	5	-4.405e+05	0.0	-1.40	9187.76	0.0-3.072e+04	4989.81	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.405e+05
		-3.608e+06	0.0	0.0	0.0	315.0-2.589e+04	1.418e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.608e+06
6	6	-4.831e+05	0.0	-1.40	9187.76	0.0-2.939e+04	4973.70	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.831e+05
		-3.645e+06	0.0	0.0	0.0	315.0-2.477e+04	1.416e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.645e+06
6	7	-2.975e+05	0.0	-0.56	1.014e+04	0.0-2.631e+04	-4194.87	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.975e+05
		-9.456e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-2.124e+04	5945.46	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.456e+05
6	8	1.715e+06	0.0	0.16	1.096e+04	0.0-2.119e+04	-1.208e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	1.715e+06
		-2.174e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.612e+04	-1126.76	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.174e+05
6	9	6.109e+05	0.0	-0.86	1.055e+04	0.0-5.233e+04	-982.14	0.0	0.0	0.0	0.0	6.109e+05
		-8.959e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-4.760e+04	9566.42	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.959e+05
6	10	4.215e+05	0.0	-0.39	1.055e+04	0.0-4.190e+04	-5811.24	0.0	0.0	0.0	0.0	4.215e+05
		-4171.14	0.0	0.0	0.0	315.0-3.717e+04	4737.33	0.0	0.0	0.0	0.0	-4171.14
6	11	8.562e+05	0.0	-0.26	1.055e+04	0.0-4.106e+04	-7073.70	0.0	0.0	0.0	0.0	8.562e+05
		2.141e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-3.633e+04	3474.87	0.0	0.0	0.0	0.0	2.141e+05
6	12	7.901e+05	0.0	-1.03	1.055e+04	0.0-5.874e+04	900.01	0.0	0.0	0.0	0.0	7.901e+05
		-1.303e+06	0.0	0.0	0.0	315.0-5.402e+04	1.145e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.303e+06
6	13	7.489e+05	0.0	-1.03	1.055e+04	0.0-5.874e+04	1095.47	0.0	0.0	0.0	0.0	7.489e+05
		-1.406e+06	0.0	0.0	0.0	315.0-5.402e+04	1.164e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.406e+06
7	1	7.990e+05	0.0	0.07	0.0	0.0-2.171e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	7.990e+05
		7.193e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.533e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	7.193e+05
7	2	2.492e+06	0.0	-0.54	6605.20	0.0-2.477e+04	5520.35	0.0	0.0	0.0	0.0	2.492e+06
		-4.878e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.839e+04	1.213e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.878e+05
7	3	4.490e+06	0.0	-0.43	6605.20	0.0-5.992e+04	7486.64	0.0	0.0	0.0	0.0	4.490e+06
		8.914e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-5.354e+04	1.409e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.914e+05
7	4	5.731e+06	0.0	-0.83	6605.20	0.0-6.355e+04	1.153e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	5.731e+06
		8.584e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-5.718e+04	1.814e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	8.584e+05
7	5	4.730e+06	0.0	-1.45	3531.94	0.0-2.589e+04	1.418e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.730e+06
		-4.405e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-2.107e+04	1.771e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.405e+05
7	6	4.683e+06	0.0	-1.45	3531.94	0.0-2.477e+04	1.416e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	4.683e+06
		-4.831e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-2.014e+04	1.769e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.831e+05
7	7	2.430e+06	0.0	-0.58	4484.50	0.0-2.124e+04	5945.46	0.0	0.0	0.0	0.0	2.430e+06
		-2.975e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.617e+04	1.043e+04	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.975e+05

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 154 di 170

7	8	4.110e+05	0.0	0.16	5300.98	0.0-1.612e+04	-1126.76	0.0	0.0	0.0-2.174e+05
		-2.424e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.106e+04	4174.21	0.0	0.0	0.0 4.110e+05
7	9	4.543e+06	0.0	-0.73	4892.74	0.0-4.760e+04	9566.42	0.0	0.0	0.0 6.109e+05
		6.109e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-4.288e+04	1.446e+04	0.0	0.0	0.0 4.543e+06
7	10	2.812e+06	0.0	-0.29	4892.74	0.0-3.717e+04	4737.33	0.0	0.0	0.0 4.008e+05
		4.008e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-3.245e+04	9630.06	0.0	0.0	0.0 2.812e+06
7	11	2.452e+06	0.0	-0.16	4892.74	0.0-3.633e+04	3474.86	0.0	0.0	0.0 4.379e+05
		4.379e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-3.161e+04	8367.60	0.0	0.0	0.0 2.452e+06
7	12	5.315e+06	0.0	-0.87	4892.74	0.0-5.402e+04	1.145e+04	0.0	0.0	0.0 7.901e+05
		7.901e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-4.929e+04	1.634e+04	0.0	0.0	0.0 5.315e+06
7	13	5.336e+06	0.0	-0.88	4892.74	0.0-5.402e+04	1.164e+04	0.0	0.0	0.0 7.489e+05
		7.489e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-4.929e+04	1.654e+04	0.0	0.0	0.0 5.336e+06
8	1	7.193e+05	0.0	0.02	0.0	0.0-1.533e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0 7.193e+05
		7.104e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-1.462e+04	-252.86	0.0	0.0	0.0 7.104e+05
8	2	2.921e+06	0.0	-0.05	262.59	0.0-1.839e+04	1.213e+04	0.0	0.0	0.0 2.492e+06
		2.492e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-1.768e+04	1.239e+04	0.0	0.0	0.0 2.921e+06
8	3	4.989e+06	0.0	-0.01	262.59	0.0-5.354e+04	1.409e+04	0.0	0.0	0.0 4.490e+06
		4.490e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-5.283e+04	1.435e+04	0.0	0.0	0.0 4.989e+06
8	4	6.371e+06	0.0	-0.05	262.59	0.0-5.718e+04	1.814e+04	0.0	0.0	0.0 5.731e+06
		5.731e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-5.647e+04	1.840e+04	0.0	0.0	0.0 6.371e+06
8	5	5.351e+06	0.0	-0.13	43.31	0.0-2.107e+04	1.771e+04	0.0	0.0	0.0 4.730e+06
		4.730e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-2.053e+04	1.775e+04	0.0	0.0	0.0 5.351e+06
8	6	5.303e+06	0.0	-0.13	43.31	0.0-2.014e+04	1.769e+04	0.0	0.0	0.0 4.683e+06
		4.683e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-1.963e+04	1.774e+04	0.0	0.0	0.0 5.303e+06
8	7	2.798e+06	0.0	-0.05	149.15	0.0-1.617e+04	1.043e+04	0.0	0.0	0.0 2.430e+06
		2.430e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-1.561e+04	1.058e+04	0.0	0.0	0.0 2.798e+06
8	8	5.615e+05	0.0	0.02	239.87	0.0-1.106e+04	4174.21	0.0	0.0	0.0 4.110e+05
		4.110e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-1.049e+04	4414.09	0.0	0.0	0.0 5.615e+05
8	9	5.053e+06	0.0	-0.05	194.51	0.0-4.288e+04	1.446e+04	0.0	0.0	0.0 4.543e+06
		4.543e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-4.235e+04	1.465e+04	0.0	0.0	0.0 5.053e+06
8	10	3.153e+06	0.0	-0.01	194.51	0.0-3.245e+04	9630.06	0.0	0.0	0.0 2.812e+06
		2.812e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-3.192e+04	9824.58	0.0	0.0	0.0 3.153e+06
8	11	2.748e+06	0.0	-5.86e-04	194.51	0.0-3.161e+04	8367.60	0.0	0.0	0.0 2.452e+06
		2.452e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-3.108e+04	8562.11	0.0	0.0	0.0 2.748e+06
8	12	5.891e+06	0.0	-0.06	194.51	0.0-4.929e+04	1.634e+04	0.0	0.0	0.0 5.315e+06
		5.315e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-4.877e+04	1.654e+04	0.0	0.0	0.0 5.891e+06
8	13	5.918e+06	0.0	-0.06	194.51	0.0-4.929e+04	1.654e+04	0.0	0.0	0.0 5.336e+06
		5.336e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-4.877e+04	1.673e+04	0.0	0.0	0.0 5.918e+06
13	1	-7.104e+05	0.0	-0.02	0.0	0.0-1.533e+04	252.86	0.0	0.0	0.0-7.193e+05
		-7.193e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-1.462e+04	252.86	0.0	0.0	0.0-7.104e+05
13	2	-1.796e+05	0.0	-0.04	-910.15	0.0-1.227e+04	-1.148e+04	0.0	0.0	0.0-1.796e+05
		-5.977e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-1.156e+04	-1.239e+04	0.0	0.0	0.0-5.977e+05
13	3	-2.178e+06	0.0	-0.07	-910.15	0.0-4.742e+04	-1.344e+04	0.0	0.0	0.0-2.178e+06
		-2.665e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-4.671e+04	-1.435e+04	0.0	0.0	0.0-2.665e+06
13	4	-9.373e+05	0.0	-0.11	-910.15	0.0-4.378e+04	-9400.12	0.0	0.0	0.0-9.373e+05
		-1.283e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-4.308e+04	-1.031e+04	0.0	0.0	0.0-1.283e+06
13	5	2.374e+06	0.0	-0.12	-1988.44	0.0 -1729.83	-9767.99	0.0	0.0	0.0 2.374e+06
		1.997e+06	0.0	0.0	0.0	35.0 -1193.49	-1.176e+04	0.0	0.0	0.0 1.997e+06
13	6	2.422e+06	0.0	-0.12	-1988.44	0.0 -806.55	-9751.87	0.0	0.0	0.0 2.422e+06
		2.046e+06	0.0	0.0	0.0	35.0 -292.89	-1.174e+04	0.0	0.0	0.0 2.046e+06
13	7	3.064e+05	0.0	-0.05	-823.46	0.0 -8776.94	-7956.72	0.0	0.0	0.0 3.064e+05
		1.316e+04	0.0	0.0	0.0	35.0 -8214.14	-8780.18	0.0	0.0	0.0 1.316e+04
13	8	-1.419e+06	0.0	9.55e-03	175.09	0.0-1.389e+04	-6388.09	0.0	0.0	0.0-1.419e+06
		-1.639e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-1.333e+04	-6213.01	0.0	0.0	0.0-1.639e+06
13	9	-3.488e+05	0.0	-0.09	-674.19	0.0-3.107e+04	-5891.19	0.0	0.0	0.0-3.488e+05
		-5.671e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-3.055e+04	-6565.37	0.0	0.0	0.0-5.671e+05
13	10	-1.311e+06	0.0	-0.05	-586.69	0.0-2.848e+04	-9237.89	0.0	0.0	0.0-1.311e+06
		-1.645e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-2.796e+04	-9824.58	0.0	0.0	0.0-1.645e+06
13	11	-1.587e+06	0.0	-0.04	-324.19	0.0-2.932e+04	-8237.93	0.0	0.0	0.0-1.587e+06
		-1.881e+06	0.0	0.0	0.0	35.0-2.880e+04	-8562.11	0.0	0.0	0.0-1.881e+06
13	12	-1.662e+05	0.0	-0.11	-726.69	0.0-3.472e+04	-5024.74	0.0	0.0	0.0-1.662e+05
		-3.552e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-3.420e+04	-5751.42	0.0	0.0	0.0-3.552e+05
13	13	-1.867e+05	0.0	-0.11	-726.69	0.0-3.472e+04	-5220.19	0.0	0.0	0.0-1.867e+05
		-3.825e+05	0.0	0.0	0.0	35.0-3.420e+04	-5946.88	0.0	0.0	0.0-3.825e+05
14	1	-7.193e+05	0.0	-0.07	0.0	0.0-2.171e+04	252.86	0.0	0.0	0.0-7.990e+05
		-7.990e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.533e+04	252.86	0.0	0.0	0.0-7.193e+05
14	2	1.463e+06	0.0	-0.45	-1.526e+04	0.0-1.865e+04	3783.17	0.0	0.0	0.0 1.366e+06
		-1.796e+05	0.0	0.0	0.0	315.0-1.227e+04	-1.148e+04	0.0	0.0	0.0-1.796e+05
14	3	6797.49	0.0	-0.56	-1.526e+04	0.0-5.380e+04	1816.89	0.0	0.0	0.0-1.283e+04
		-2.178e+06	0.0	0.0	0.0	315.0-4.742e+04	-1.344e+04	0.0	0.0	0.0-2.178e+06

14	4	2.133e+05	0.0	-0.97 -1.526e+04	0.0 -5.016e+04	5861.04	0.0	0.0	0.0 -4.580e+04
		-9.373e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -4.378e+04	-9400.12	0.0	0.0	0.0 -9.373e+05
14	5	3.126e+06	0.0	-1.31 -2.313e+04	0.0 -6556.89	1.336e+04	0.0	0.0	0.0 2.055e+06
		2.055e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -1729.83	-9767.99	0.0	0.0	0.0 2.374e+06
14	6	3.171e+06	0.0	-1.31 -2.313e+04	0.0 -5429.49	1.338e+04	0.0	0.0	0.0 2.098e+06
		2.098e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -806.55	-9751.87	0.0	0.0	0.0 2.422e+06
14	7	1.274e+06	0.0	-0.52 -1.265e+04	0.0 -1.384e+04	4691.32	0.0	0.0	0.0 1.068e+06
		3.064e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -8776.94	-7956.72	0.0	0.0	0.0 3.064e+05
14	8	2.646e+05	0.0	0.16 -3661.09	0.0 -1.896e+04	-2727.01	0.0	0.0	0.0 2.646e+05
		-1.419e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -1.389e+04	-6388.09	0.0	0.0	0.0 -1.419e+06
14	9	2.847e+05	0.0	-0.82 -1.130e+04	0.0 -3.580e+04	5413.38	0.0	0.0	0.0 -2.608e+04
		-3.488e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.107e+04	-5891.19	0.0	0.0	0.0 -3.488e+05
14	10	2.033e+05	0.0	-0.35 -1.052e+04	0.0 -3.321e+04	1279.17	0.0	0.0	0.0 1.895e+05
		-1.311e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -2.848e+04	-9237.89	0.0	0.0	0.0 -1.311e+06
14	11	-2.898e+04	0.0	-0.23 -8154.56	0.0 -3.405e+04	-83.36	0.0	0.0	0.0 -2.898e+04
		-1.587e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -2.932e+04	-8237.93	0.0	0.0	0.0 -1.587e+06
14	12	2.851e+05	0.0	-1.00 -1.178e+04	0.0 -3.945e+04	6752.33	0.0	0.0	0.0 -1.909e+05
		-1.909e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.472e+04	-5024.74	0.0	0.0	0.0 -1.662e+05
14	13	2.955e+05	0.0	-1.00 -1.178e+04	0.0 -3.945e+04	6556.87	0.0	0.0	0.0 -1.498e+05
		-1.867e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.472e+04	-5220.19	0.0	0.0	0.0 -1.867e+05
15	1	-7.990e+05	0.0	0.06 0.0	0.0 -2.809e+04	252.86	0.0	0.0	0.0 -8.786e+05
		-8.786e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -2.171e+04	252.86	0.0	0.0	0.0 -7.990e+05
15	2	1.366e+06	0.0	-0.59 -2.799e+04	0.0 -2.503e+04	3.177e+04	0.0	0.0	0.0 -3.899e+06
		-3.899e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -1.865e+04	3783.17	0.0	0.0	0.0 1.366e+06
15	3	-1.283e+04	0.0	-0.48 -2.799e+04	0.0 -6.018e+04	2.980e+04	0.0	0.0	0.0 -4.659e+06
		-4.659e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -5.380e+04	1816.89	0.0	0.0	0.0 -1.283e+04
15	4	-4.580e+04	0.0	-0.88 -2.799e+04	0.0 -5.654e+04	3.385e+04	0.0	0.0	0.0 -5.966e+06
		-5.966e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -5.016e+04	5861.04	0.0	0.0	0.0 -4.580e+04
15	5	2.055e+06	0.0	-1.54 -3.256e+04	0.0 -1.138e+04	4.592e+04	0.0	0.0	0.0 -7.035e+06
		-7.035e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -6556.89	1.336e+04	0.0	0.0	0.0 2.055e+06
15	6	2.098e+06	0.0	-1.54 -3.256e+04	0.0 -1.005e+04	4.594e+04	0.0	0.0	0.0 -6.998e+06
		-6.998e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -5429.49	1.338e+04	0.0	0.0	0.0 2.098e+06
15	7	1.068e+06	0.0	-0.63 -2.207e+04	0.0 -1.891e+04	2.677e+04	0.0	0.0	0.0 -3.639e+06
		-3.639e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -1.384e+04	4691.32	0.0	0.0	0.0 1.068e+06
15	8	3.891e+05	0.0	0.15 -1.309e+04	0.0 -2.402e+04	1.036e+04	0.0	0.0	0.0 -6.903e+05
		-6.903e+05	0.0	0.0 0.0	315.0 -1.896e+04	-2727.00	0.0	0.0	0.0 2.646e+05
15	9	-2.608e+04	0.0	-0.76 -2.073e+04	0.0 -4.052e+04	2.614e+04	0.0	0.0	0.0 -4.749e+06
		-4.749e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.580e+04	5413.38	0.0	0.0	0.0 -2.608e+04
15	10	1.895e+05	0.0	-0.33 -1.994e+04	0.0 -3.793e+04	2.122e+04	0.0	0.0	0.0 -3.107e+06
		-3.107e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.321e+04	1279.17	0.0	0.0	0.0 1.895e+05
15	11	-2.898e+04	0.0	-0.18 -1.758e+04	0.0 -3.877e+04	1.750e+04	0.0	0.0	0.0 -2.524e+06
		-2.524e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.405e+04	-83.36	0.0	0.0	0.0 -2.898e+04
15	12	-1.909e+05	0.0	-0.90 -2.120e+04	0.0 -4.417e+04	2.796e+04	0.0	0.0	0.0 -5.410e+06
		-5.410e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.945e+04	6752.33	0.0	0.0	0.0 -1.909e+05
15	13	-1.498e+05	0.0	-0.91 -2.120e+04	0.0 -4.417e+04	2.776e+04	0.0	0.0	0.0 -5.307e+06
		-5.307e+06	0.0	0.0 0.0	315.0 -3.945e+04	6556.87	0.0	0.0	0.0 -1.498e+05
16	1	-8.786e+05	0.0	0.02 0.0	0.0 -2.900e+04	252.86	0.0	0.0	0.0 -8.900e+05
		-8.900e+05	0.0	0.0 0.0	45.0 -2.809e+04	252.86	0.0	0.0	0.0 -8.786e+05
16	2	-3.899e+06	0.0	-0.06 -5036.93	0.0 -2.594e+04	3.681e+04	0.0	0.0	0.0 -5.441e+06
		-5.441e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -2.503e+04	3.177e+04	0.0	0.0	0.0 -3.899e+06
16	3	-4.659e+06	0.0	-0.03 -5036.93	0.0 -6.109e+04	3.484e+04	0.0	0.0	0.0 -6.113e+06
		-6.113e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -6.018e+04	2.980e+04	0.0	0.0	0.0 -4.659e+06
16	4	-5.966e+06	0.0	-0.08 -5036.93	0.0 -5.745e+04	3.888e+04	0.0	0.0	0.0 -7.601e+06
		-7.601e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -5.654e+04	3.385e+04	0.0	0.0	0.0 -5.966e+06
16	5	-7.035e+06	0.0	-0.17 -5420.81	0.0 -1.207e+04	5.134e+04	0.0	0.0	0.0 -9.223e+06
		-9.223e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -1.138e+04	4.592e+04	0.0	0.0	0.0 -7.035e+06
16	6	-6.998e+06	0.0	-0.17 -5420.81	0.0 -1.071e+04	5.136e+04	0.0	0.0	0.0 -9.186e+06
		-9.186e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -1.005e+04	4.594e+04	0.0	0.0	0.0 -6.998e+06
16	7	-3.639e+06	0.0	-0.07 -3922.99	0.0 -1.963e+04	3.069e+04	0.0	0.0	0.0 -4.931e+06
		-4.931e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -1.891e+04	2.677e+04	0.0	0.0	0.0 -3.639e+06
16	8	-6.903e+05	0.0	0.02 -2639.14	0.0 -2.475e+04	1.300e+04	0.0	0.0	0.0 -1.215e+06
		-1.215e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -2.402e+04	1.036e+04	0.0	0.0	0.0 -6.903e+05
16	9	-4.749e+06	0.0	-0.07 -3731.06	0.0 -4.120e+04	2.988e+04	0.0	0.0	0.0 -6.009e+06
		-6.009e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -4.052e+04	2.614e+04	0.0	0.0	0.0 -4.749e+06
16	10	-3.107e+06	0.0	-0.02 -3618.56	0.0 -3.861e+04	2.484e+04	0.0	0.0	0.0 -4.143e+06
		-4.143e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -3.793e+04	2.122e+04	0.0	0.0	0.0 -3.107e+06
16	11	-2.524e+06	0.0	-7.41e-03 -3281.06	0.0 -3.945e+04	2.078e+04	0.0	0.0	0.0 -3.385e+06
		-3.385e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -3.877e+04	1.750e+04	0.0	0.0	0.0 -2.524e+06
16	12	-5.410e+06	0.0	-0.08 -3798.56	0.0 -4.485e+04	3.175e+04	0.0	0.0	0.0 -6.753e+06
		-6.753e+06	0.0	0.0 0.0	45.0 -4.417e+04	2.796e+04	0.0	0.0	0.0 -5.410e+06

16	13	-5.307e+06	0.0	-0.09	-3798.56	0.0	-4.485e+04	3.156e+04	0.0	0.0	0.0	-6.641e+06
		-6.641e+06	0.0	0.0	0.0	45.0	-4.417e+04	2.776e+04	0.0	0.0	0.0	-5.307e+06
Pilas.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T				
	-9.223e+06	0.0	-1.54	-3.256e+04	-7.084e+04	-1.435e+04	0.0	0.0				
	6.371e+06	0.0	0.16	1.424e+04	-292.89	5.136e+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	-2.891e+05	0.0	0.01	-1154.25	0.0	252.86	-1.347e+04	0.0	0.0	0.0	-2.891e+05
		-7.104e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	252.86	-1.462e+04	0.0	0.0	0.0	-7.104e+05
9	2	-2.408e+06	0.0	-0.03	-1154.25	0.0	-1.239e+04	-1.652e+04	0.0	0.0	0.0	-2.408e+06
		-2.921e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.239e+04	-1.768e+04	0.0	0.0	0.0	-2.921e+06
9	3	-3.463e+06	0.0	-3.63e-03	-3929.31	0.0	-1.435e+04	-4.890e+04	0.0	0.0	0.0	-3.463e+06
		-4.989e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.435e+04	-5.283e+04	0.0	0.0	0.0	-4.989e+06
9	4	-4.736e+06	0.0	-0.03	-3929.31	0.0	-1.808e+04	-5.254e+04	0.0	0.0	0.0	-4.736e+06
		-6.371e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.840e+04	-5.647e+04	0.0	0.0	0.0	-6.371e+06
9	5	-4.748e+06	0.0	-0.10	-857.55	0.0	-1.752e+04	-1.967e+04	0.0	0.0	0.0	-4.748e+06
		-5.351e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.775e+04	-2.053e+04	0.0	0.0	0.0	-5.351e+06
9	6	-4.726e+06	0.0	-0.10	-786.45	0.0	-1.750e+04	-1.884e+04	0.0	0.0	0.0	-4.726e+06
		-5.303e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.774e+04	-1.963e+04	0.0	0.0	0.0	-5.303e+06
9	7	-2.344e+06	0.0	-0.04	-940.50	0.0	-1.051e+04	-1.467e+04	0.0	0.0	0.0	-2.344e+06
		-2.798e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.058e+04	-1.561e+04	0.0	0.0	0.0	-2.798e+06
9	8	-2.608e+05	0.0	0.02	-940.50	0.0	-4485.10	-9554.26	0.0	0.0	0.0	-2.608e+05
		-5.615e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	-4414.09	-1.049e+04	0.0	0.0	0.0	-5.615e+05
9	9	-3.826e+06	0.0	-0.03	-2877.60	0.0	-1.433e+04	-3.947e+04	0.0	0.0	0.0	-3.826e+06
		-5.053e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.465e+04	-4.235e+04	0.0	0.0	0.0	-5.053e+06
9	10	-2.231e+06	0.0	-5.26e-03	-2363.70	0.0	-9824.58	-2.956e+04	0.0	0.0	0.0	-2.231e+06
		-3.153e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-9824.58	-3.192e+04	0.0	0.0	0.0	-3.153e+06
9	11	-1.851e+06	0.0	4.93e-03	-2363.70	0.0	-8562.11	-2.872e+04	0.0	0.0	0.0	-1.851e+06
		-2.748e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-8562.11	-3.108e+04	0.0	0.0	0.0	-2.748e+06
9	12	-4.477e+06	0.0	-0.04	-3275.04	0.0	-1.611e+04	-4.549e+04	0.0	0.0	0.0	-4.477e+06
		-5.891e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.654e+04	-4.877e+04	0.0	0.0	0.0	-5.891e+06
9	13	-4.504e+06	0.0	-0.04	-3275.04	0.0	-1.631e+04	-4.549e+04	0.0	0.0	0.0	-4.504e+06
		-5.918e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.673e+04	-4.877e+04	0.0	0.0	0.0	-5.918e+06
10	1	2.067e+06	0.0	0.11	-1.347e+04	0.0	252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	2.067e+06
		-2.891e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	252.86	-1.347e+04	0.0	0.0	0.0	-2.891e+05
10	2	1.018e+06	0.0	-0.33	-1.347e+04	0.0	-1.239e+04	-3057.12	0.0	0.0	0.0	1.018e+06
		-2.408e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.239e+04	-1.652e+04	0.0	0.0	0.0	-2.408e+06
10	3	5.630e+06	0.0	-0.09	-4.584e+04	0.0	-1.435e+04	-3057.12	0.0	0.0	0.0	5.630e+06
		-3.463e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.435e+04	-4.890e+04	0.0	0.0	0.0	-3.463e+06
10	4	5.630e+06	0.0	-0.37	-4.584e+04	0.0	-1.435e+04	-6695.23	0.0	0.0	0.0	5.630e+06
		-4.736e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.808e+04	-5.254e+04	0.0	0.0	0.0	-4.736e+06
10	5	3.870e+05	0.0	-1.00	-1.000e+04	0.0	-1.475e+04	-9668.81	0.0	0.0	0.0	3.870e+05
		-4.748e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.752e+04	-1.967e+04	0.0	0.0	0.0	-4.748e+06
10	6	2.641e+05	0.0	-1.00	-9175.25	0.0	-1.474e+04	-9668.81	0.0	0.0	0.0	2.641e+05
		-4.726e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.750e+04	-1.884e+04	0.0	0.0	0.0	-4.726e+06
10	7	8.711e+05	0.0	-0.37	-1.097e+04	0.0	-9679.65	-3698.86	0.0	0.0	0.0	8.711e+05
		-2.344e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.051e+04	-1.467e+04	0.0	0.0	0.0	-2.344e+06
10	8	1.195e+06	0.0	0.16	-1.097e+04	0.0	-5313.55	1418.24	0.0	0.0	0.0	1.163e+06
		-2.608e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-4485.10	-9554.26	0.0	0.0	0.0	-2.608e+05
10	9	4.115e+06	0.0	-0.35	-3.357e+04	0.0	-1.061e+04	-5902.64	0.0	0.0	0.0	4.115e+06
		-3.826e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.433e+04	-3.947e+04	0.0	0.0	0.0	-3.826e+06
10	10	3.290e+06	0.0	-0.08	-2.758e+04	0.0	-9824.58	-1983.48	0.0	0.0	0.0	3.290e+06
		-2.231e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-9824.58	-2.956e+04	0.0	0.0	0.0	-2.231e+06
10	11	3.374e+06	0.0	-0.02	-2.758e+04	0.0	-8562.11	-1140.31	0.0	0.0	0.0	3.374e+06
		-1.851e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-8562.11	-2.872e+04	0.0	0.0	0.0	-1.851e+06
10	12	4.759e+06	0.0	-0.43	-3.821e+04	0.0	-1.114e+04	-7283.98	0.0	0.0	0.0	4.759e+06
		-4.477e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.611e+04	-4.549e+04	0.0	0.0	0.0	-4.477e+06
10	13	4.732e+06	0.0	-0.43	-3.821e+04	0.0	-1.134e+04	-7283.98	0.0	0.0	0.0	4.732e+06
		-4.504e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.631e+04	-4.549e+04	0.0	0.0	0.0	-4.504e+06
11	1	2.067e+06	0.0	-0.11	-1.347e+04	0.0	252.86	1.347e+04	0.0	0.0	0.0	2.891e+05
		-2.891e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	252.86	0.0	0.0	0.0	0.0	2.067e+06
11	2	1.139e+06	0.0	-0.41	-1.347e+04	0.0	-1.239e+04	1.041e+04	0.0	0.0	0.0	2.681e+05
		-2.681e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.239e+04	-3057.12	0.0	0.0	0.0	1.018e+06
11	3	5.665e+06	0.0	-0.65	-4.584e+04	0.0	-1.435e+04	4.278e+04	0.0	0.0	0.0	-1.323e+06
		-1.323e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.435e+04	-3057.12	0.0	0.0	0.0	5.630e+06
11	4	5.797e+06	0.0	-0.94	-4.584e+04	0.0	-1.063e+04	3.915e+04	0.0	0.0	0.0	-4.930e+04
		-4.930e+04	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.435e+04	-6695.23	0.0	0.0	0.0	5.630e+06

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 157 di 170

11	5	2.021e+06	0.0	-1.01	-1.000e+04	0.0	-1.199e+04	335.94	0.0	0.0	0.0	2.020e+06
		3.870e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.475e+04	-9668.81	0.0	0.0	0.0	3.870e+05
11	6	2.043e+06	0.0	-1.01	-9175.25	0.0	-1.198e+04	-493.56	0.0	0.0	0.0	2.043e+06
		2.641e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.474e+04	-9668.81	0.0	0.0	0.0	2.641e+05
11	7	1.088e+06	0.0	-0.44	-1.097e+04	0.0	-8851.20	7273.64	0.0	0.0	0.0	2.455e+05
		2.455e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-9679.65	-3698.86	0.0	0.0	0.0	8.711e+05
11	8	1.163e+06	0.0	0.05	-1.097e+04	0.0	-6142.00	1.239e+04	0.0	0.0	0.0	-1.254e+06
		-1.254e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-5313.55	1418.24	0.0	0.0	0.0	1.163e+06
11	9	4.296e+06	0.0	-0.76	-3.357e+04	0.0	-6884.65	2.767e+04	0.0	0.0	0.0	3.061e+05
		3.061e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.061e+04	-5902.64	0.0	0.0	0.0	4.115e+06
11	10	3.314e+06	0.0	-0.41	-2.758e+04	0.0	-9824.58	2.559e+04	0.0	0.0	0.0	-8.421e+05
		-8.421e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-9824.58	-1983.48	0.0	0.0	0.0	3.290e+06
11	11	3.380e+06	0.0	-0.32	-2.758e+04	0.0	-8562.11	2.644e+04	0.0	0.0	0.0	-1.053e+06
		-1.053e+06	0.0	0.0	0.0	350.0	-8562.11	-1140.31	0.0	0.0	0.0	3.374e+06
11	12	5.002e+06	0.0	-0.91	-3.821e+04	0.0	-6177.12	3.092e+04	0.0	0.0	0.0	6.217e+05
		6.217e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.114e+04	-7283.98	0.0	0.0	0.0	4.759e+06
11	13	4.974e+06	0.0	-0.91	-3.821e+04	0.0	-6372.58	3.092e+04	0.0	0.0	0.0	5.944e+05
		5.944e+05	0.0	0.0	0.0	350.0	-1.134e+04	-7283.98	0.0	0.0	0.0	4.732e+06
12	1	-2.891e+05	0.0	-0.01	-1154.25	0.0	252.86	1.462e+04	0.0	0.0	0.0	-7.104e+05
		-7.104e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	252.86	1.347e+04	0.0	0.0	0.0	-2.891e+05
12	2	-2.681e+05	0.0	-0.04	-1154.25	0.0	-1.239e+04	1.156e+04	0.0	0.0	0.0	-5.977e+05
		-5.977e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.239e+04	1.041e+04	0.0	0.0	0.0	-2.681e+05
12	3	-1.323e+06	0.0	-0.07	-3929.31	0.0	-1.435e+04	4.671e+04	0.0	0.0	0.0	-2.665e+06
		-2.665e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.435e+04	4.278e+04	0.0	0.0	0.0	-1.323e+06
12	4	-4.930e+04	0.0	-0.10	-3929.31	0.0	-1.031e+04	4.308e+04	0.0	0.0	0.0	-1.283e+06
		-1.283e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.063e+04	3.915e+04	0.0	0.0	0.0	-4.930e+04
12	5	2.020e+06	0.0	-0.10	-857.55	0.0	-1.176e+04	1193.49	0.0	0.0	0.0	1.997e+06
		1.997e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.199e+04	335.94	0.0	0.0	0.0	2.020e+06
12	6	2.047e+06	0.0	-0.10	-786.45	0.0	-1.174e+04	292.89	0.0	0.0	0.0	2.046e+06
		2.043e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-1.198e+04	-493.56	0.0	0.0	0.0	2.043e+06
12	7	2.455e+05	0.0	-0.04	-940.50	0.0	-8780.18	8214.14	0.0	0.0	0.0	1.316e+04
		1.316e+04	0.0	0.0	0.0	30.0	-8851.19	7273.64	0.0	0.0	0.0	2.455e+05
12	8	-1.254e+06	0.0	5.42e-03	-940.50	0.0	-6213.01	1.333e+04	0.0	0.0	0.0	-1.639e+06
		-1.639e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-6142.00	1.239e+04	0.0	0.0	0.0	-1.254e+06
12	9	3.061e+05	0.0	-0.08	-2877.60	0.0	-6565.37	3.055e+04	0.0	0.0	0.0	-5.671e+05
		-5.671e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	-6884.65	2.767e+04	0.0	0.0	0.0	3.061e+05
12	10	-8.421e+05	0.0	-0.04	-2363.70	0.0	-9824.58	2.796e+04	0.0	0.0	0.0	-1.645e+06
		-1.645e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-9824.58	2.559e+04	0.0	0.0	0.0	-8.421e+05
12	11	-1.053e+06	0.0	-0.03	-2363.70	0.0	-8562.11	2.880e+04	0.0	0.0	0.0	-1.881e+06
		-1.881e+06	0.0	0.0	0.0	30.0	-8562.11	2.644e+04	0.0	0.0	0.0	-1.053e+06
12	12	6.217e+05	0.0	-0.10	-3275.04	0.0	-5751.42	3.420e+04	0.0	0.0	0.0	-3.552e+05
		-3.552e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	-6177.12	3.092e+04	0.0	0.0	0.0	6.217e+05
12	13	5.944e+05	0.0	-0.10	-3275.04	0.0	-5946.88	3.420e+04	0.0	0.0	0.0	-3.825e+05
		-3.825e+05	0.0	0.0	0.0	30.0	-6372.58	3.092e+04	0.0	0.0	0.0	5.944e+05

Trave	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	N	V 2	V 3	T
	-6.371e+06	0.0	-1.01	-4.584e+04	-1.840e+04	-5.647e+04	0.0	0.0
	5.797e+06	0.0	0.16	0.0	252.86	4.671e+04	0.0	0.0

Trave f.	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		daN cm	daN cm	cm	daN/cm2	cm	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	1	8.901e+05	0.0	0.01	-1.22	0.0	-252.63	-2.901e+04	0.0	0.0	0.0	8.901e+05
		6.082e+04	0.0	0.0		30.0	-252.63	-2.629e+04	0.0	0.0	0.0	6.082e+04
1	2	5.441e+06	0.0	0.03	-0.39	0.0	-3.628e+04	-2.595e+04	0.0	0.0	0.0	5.441e+06
		4.665e+06	0.0	0.0		30.0	-3.628e+04	-2.579e+04	0.0	0.0	0.0	4.665e+06
1	3	6.113e+06	0.0	0.01	-1.48	0.0	-3.431e+04	-6.112e+04	0.0	0.0	0.0	6.113e+06
		4.332e+06	0.0	0.0		30.0	-3.431e+04	-5.763e+04	0.0	0.0	0.0	4.332e+06
1	4	7.602e+06	0.0	0.04	-0.92	0.0	-3.820e+04	-5.750e+04	0.0	0.0	0.0	7.602e+06
		5.902e+06	0.0	0.0		30.0	-3.820e+04	-5.578e+04	0.0	0.0	0.0	5.902e+06
1	5	9.222e+06	0.0	0.10	1.37	0.0	-5.014e+04	-1.203e+04	0.0	0.0	0.0	9.222e+06
		8.792e+06	0.0	0.0		30.0	-5.034e+04	-1.654e+04	0.0	0.0	0.0	8.792e+06
1	6	9.186e+06	0.0	0.10	1.43	0.0	-5.016e+04	-1.067e+04	0.0	0.0	0.0	9.186e+06
		8.795e+06	0.0	0.0		30.0	-5.035e+04	-1.531e+04	0.0	0.0	0.0	8.795e+06
1	7	4.931e+06	0.0	0.04	-0.11	0.0	-3.015e+04	-1.962e+04	0.0	0.0	0.0	4.931e+06
		4.333e+06	0.0	0.0		30.0	-3.021e+04	-2.016e+04	0.0	0.0	0.0	4.333e+06
1	8	1.215e+06	0.0	0.02	-1.18	0.0	-1.304e+04	-2.476e+04	0.0	0.0	0.0	1.215e+06
		5.137e+05	0.0	0.0		30.0	-1.298e+04	-2.203e+04	0.0	0.0	0.0	5.137e+05
1	9	6.009e+06	0.0	0.04	-0.52	0.0	-2.933e+04	-4.124e+04	0.0	0.0	0.0	6.009e+06
		4.783e+06	0.0	0.0		30.0	-2.933e+04	-4.046e+04	0.0	0.0	0.0	4.783e+06

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 158 di 170

1	10	4.143e+06	0.0	0.01	-0.94	0.0-2.449e+04-3.862e+04	0.0	0.0	0.0 4.143e+06
		3.016e+06	0.0	0.0		30.0-2.449e+04-3.649e+04	0.0	0.0	0.0 3.016e+06
1	11	3.385e+06	0.0	-1.60e-04	-1.14	0.0-2.053e+04-3.946e+04	0.0	0.0	0.0 3.385e+06
		2.242e+06	0.0	0.0		30.0-2.053e+04-3.673e+04	0.0	0.0	0.0 2.242e+06
1	12	6.753e+06	0.0	0.05	-0.45	0.0-3.113e+04-4.490e+04	0.0	0.0	0.0 6.753e+06
		5.414e+06	0.0	0.0		30.0-3.113e+04-4.435e+04	0.0	0.0	0.0 5.414e+06
1	13	6.642e+06	0.0	-0.05	-1.35	0.0-3.093e+04-4.490e+04	0.0	0.0	0.0 6.642e+06
		5.343e+06	0.0	0.0		30.0-3.093e+04-4.165e+04	0.0	0.0	0.0 5.343e+06
2	1	6.095e+04	0.0	0.11	-1.19	0.0 -250.71 -2.628e+04	0.0	0.0	0.0 6.095e+04
		-4.309e+06	0.0	0.0		350.0 -250.71 9.47e-03	0.0	0.0	0.0 -4.309e+06
2	2	4.665e+06	0.0	0.32	-1.02	0.0-2.973e+04-2.579e+04	0.0	0.0	0.0 4.665e+06
		-2.502e+06	0.0	0.0		350.0-2.973e+04-1.157e+04	0.0	0.0	0.0 -2.502e+06
2	3	4.332e+06	0.0	0.17	-1.83	0.0-2.778e+04-5.760e+04	0.0	0.0	0.0 4.332e+06
		-8.100e+06	0.0	0.0		350.0-2.778e+04-1.157e+04	0.0	0.0	0.0 -8.100e+06
2	4	5.903e+06	0.0	0.45	-1.83	0.0-2.964e+04-5.573e+04	0.0	0.0	0.0 5.903e+06
		-8.100e+06	0.0	0.0		350.0-2.964e+04-1.915e+04	0.0	0.0	0.0 -8.100e+06
2	5	8.792e+06	0.0	-0.98	1.17	0.0-3.526e+04-1.659e+04	0.0	0.0	0.0 8.792e+06
		-1.347e+06	0.0	0.0		350.0-3.753e+04-3.007e+04	0.0	0.0	0.0 -1.347e+06
2	6	8.794e+06	0.0	-0.98	1.23	0.0-3.528e+04-1.535e+04	0.0	0.0	0.0 8.794e+06
		-1.140e+06	0.0	0.0		350.0-3.754e+04-3.007e+04	0.0	0.0	0.0 -1.140e+06
2	7	4.333e+06	0.0	-0.36	-0.83	0.0-2.355e+04-2.018e+04	0.0	0.0	0.0 4.333e+06
		-2.083e+06	0.0	0.0		350.0-2.423e+04-1.236e+04	0.0	0.0	0.0 -2.083e+06
2	8	5.139e+05	0.0	0.16	-1.15	0.0-1.353e+04-2.202e+04	0.0	0.0	0.0 5.139e+05
		-2.575e+06	0.0	0.0		350.0-1.284e+04 2816.18	0.0	0.0	0.0 -2.507e+06
2	9	4.784e+06	0.0	0.41	-1.34	0.0-2.246e+04-4.042e+04	0.0	0.0	0.0 4.784e+06
		-5.934e+06	0.0	0.0		350.0-2.246e+04-1.615e+04	0.0	0.0	0.0 -5.934e+06
2	10	3.016e+06	0.0	0.12	-1.19	0.0-2.009e+04-3.648e+04	0.0	0.0	0.0 3.016e+06
		-4.938e+06	0.0	0.0		350.0-2.009e+04 -7618.85	0.0	0.0	0.0 -4.938e+06
2	11	2.242e+06	0.0	-0.03	-1.19	0.0-1.748e+04-3.672e+04	0.0	0.0	0.0 -2.242e+06
		-5.060e+06	0.0	0.0		350.0-1.748e+04 -4773.73	0.0	0.0	0.0 -5.060e+06
2	12	5.415e+06	0.0	0.50	-1.46	0.0-2.332e+04-4.431e+04	0.0	0.0	0.0 5.415e+06
		-6.711e+06	0.0	0.0		350.0-2.332e+04-1.925e+04	0.0	0.0	0.0 -6.711e+06
2	13	5.344e+06	0.0	-0.51	-2.38	0.0-2.313e+04-4.160e+04	0.0	0.0	0.0 5.344e+06
		-6.329e+06	0.0	0.0		350.0-2.313e+04-1.925e+04	0.0	0.0	0.0 -6.329e+06
3	1	6.095e+04	0.0	0.11	-1.19	0.0 -250.71 -9.47e-03	0.0	0.0	0.0 -4.309e+06
		-4.309e+06	0.0	0.0		350.0 -250.71 2.628e+04	0.0	0.0	0.0 6.095e+04
3	2	6.216e+05	0.0	0.42	-1.86	0.0-1.805e+04-1.157e+04	0.0	0.0	0.0 -2.502e+06
		-3.328e+06	0.0	0.0		350.0-1.805e+04 2.725e+04	0.0	0.0	0.0 -6.216e+05
3	3	9.544e+05	0.0	0.56	-2.96	0.0-1.610e+04-1.157e+04	0.0	0.0	0.0 -8.100e+06
		-8.522e+06	0.0	0.0		350.0-1.610e+04 5.906e+04	0.0	0.0	0.0 -9.544e+05
3	4	2.525e+06	0.0	-0.85	-3.52	0.0-1.424e+04-1.915e+04	0.0	0.0	0.0 -8.100e+06
		-9.205e+06	0.0	0.0		350.0-1.424e+04 6.093e+04	0.0	0.0	0.0 -2.525e+06
3	5	1.347e+06	0.0	1.02	-2.83	0.0-1.019e+04-3.007e+04	0.0	0.0	0.0 -1.347e+06
		-5.752e+06	0.0	0.0		350.0-1.246e+04 2.331e+04	0.0	0.0	0.0 -4.612e+06
3	6	1.140e+06	0.0	1.02	-2.77	0.0-1.021e+04-3.007e+04	0.0	0.0	0.0 -1.140e+06
		-5.639e+06	0.0	0.0		350.0-1.248e+04 2.208e+04	0.0	0.0	0.0 -4.610e+06
3	7	1.232e+06	0.0	0.45	-1.73	0.0-1.225e+04-1.236e+04	0.0	0.0	0.0 -2.083e+06
		-3.172e+06	0.0	0.0		350.0-1.293e+04 2.247e+04	0.0	0.0	0.0 -1.232e+06
3	8	1.667e+06	0.0	-0.05	-0.82	0.0-1.404e+04 2816.17	0.0	0.0	0.0 -2.507e+06
		-2.507e+06	0.0	0.0		350.0-1.336e+04 2.052e+04	0.0	0.0	0.0 1.667e+06
3	9	2.274e+06	0.0	-0.70	-2.74	0.0-1.009e+04-1.615e+04	0.0	0.0	0.0 -5.934e+06
		-6.974e+06	0.0	0.0		350.0-1.009e+04 4.524e+04	0.0	0.0	0.0 -2.274e+06
3	10	4.720e+05	0.0	0.36	-1.91	0.0-1.225e+04 -7618.87	0.0	0.0	0.0 -4.938e+06
		-5.223e+06	0.0	0.0		350.0-1.225e+04 3.739e+04	0.0	0.0	0.0 -4.720e+05
3	11	3.616e+04	0.0	-0.27	-1.73	0.0-1.209e+04 -4773.75	0.0	0.0	0.0 -5.060e+06
		-5.176e+06	0.0	0.0		350.0-1.209e+04 3.712e+04	0.0	0.0	0.0 3.616e+04
3	12	2.947e+06	0.0	-0.83	-3.12	0.0 -9222.66 -1.925e+04	0.0	0.0	0.0 -6.711e+06
		-8.034e+06	0.0	0.0		350.0 -9222.66 5.047e+04	0.0	0.0	0.0 -2.947e+06
3	13	3.018e+06	0.0	-0.82	-4.02	0.0 -9028.86 -1.925e+04	0.0	0.0	0.0 -6.329e+06
		-7.713e+06	0.0	0.0		350.0 -9028.86 4.777e+04	0.0	0.0	0.0 -3.018e+06
4	1	8.901e+05	0.0	0.01	-1.22	0.0 -252.63 2.629e+04	0.0	0.0	0.0 6.082e+04
		6.082e+04	0.0	0.0		30.0 -252.63 2.901e+04	0.0	0.0	0.0 8.901e+05
4	2	2.678e+05	0.0	-0.04	-1.95	0.0-1.186e+04 2.728e+04	0.0	0.0	0.0 -6.220e+05
		-6.220e+05	0.0	0.0		30.0-1.186e+04 3.208e+04	0.0	0.0	0.0 2.678e+05
4	3	9.395e+05	0.0	-0.06	-3.08	0.0 -9897.01 5.911e+04	0.0	0.0	0.0 -9.551e+05
		-9.551e+05	0.0	0.0		30.0 -9897.01 6.726e+04	0.0	0.0	0.0 9.395e+05
4	4	5.497e+05	0.0	-0.09	-3.70	0.0 -6013.67 6.096e+04	0.0	0.0	0.0 -2.526e+06
		-2.526e+06	0.0	0.0		30.0 -6013.67 7.088e+04	0.0	0.0	0.0 -5.497e+05
4	5	3.793e+06	0.0	0.10	-3.04	0.0 2249.79 2.333e+04	0.0	0.0	0.0 -4.612e+06
		-4.612e+06	0.0	0.0		30.0 2055.39 3.142e+04	0.0	0.0	0.0 -3.793e+06

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 159 di 170

4	6	-3.829e+06	0.0	0.10	-2.97	0.0	2233.69	2.209e+04	0.0	0.0	0.0	-4.610e+06
		-4.610e+06	0.0	0.0		30.0	2039.29	3.006e+04	0.0	0.0	0.0	-3.829e+06
4	7	-4.901e+05	0.0	0.05	-1.82	0.0	-6548.08	2.249e+04	0.0	0.0	0.0	-1.232e+06
		-1.232e+06	0.0	0.0		30.0	-6606.40	2.705e+04	0.0	0.0	0.0	-4.901e+05
4	8	2.304e+06	0.0	-3.96e-03	-0.73	0.0	-1.411e+04	2.054e+04	0.0	0.0	0.0	1.667e+06
		1.667e+06	0.0	0.0		30.0	-1.405e+04	2.193e+04	0.0	0.0	0.0	2.304e+06
4	9	-8.012e+05	0.0	-0.07	-2.89	0.0	-3471.14	4.526e+04	0.0	0.0	0.0	-2.274e+06
		-2.274e+06	0.0	0.0		30.0	-3471.14	5.302e+04	0.0	0.0	0.0	-8.012e+05
4	10	7.274e+05	0.0	-0.04	-1.99	0.0	-8104.23	3.742e+04	0.0	0.0	0.0	-4.725e+05
		-4.725e+05	0.0	0.0		30.0	-8104.23	4.261e+04	0.0	0.0	0.0	7.274e+05
4	11	1.219e+06	0.0	-0.03	-1.79	0.0	-9262.10	3.714e+04	0.0	0.0	0.0	3.574e+04
		3.574e+04	0.0	0.0		30.0	-9262.10	4.176e+04	0.0	0.0	0.0	1.219e+06
4	12	-1.300e+06	0.0	-0.09	-3.29	0.0	-1663.77	5.049e+04	0.0	0.0	0.0	-2.947e+06
		-2.947e+06	0.0	0.0		30.0	-1663.77	5.943e+04	0.0	0.0	0.0	-1.300e+06
4	13	-1.411e+06	0.0	-0.09	-4.19	0.0	-1468.49	4.779e+04	0.0	0.0	0.0	-3.018e+06
		-3.018e+06	0.0	0.0		30.0	-1468.49	5.943e+04	0.0	0.0	0.0	-1.411e+06
Trave f.	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Pt		N	V 2	V 3	T			
	-9.205e+06	0.0	-0.98	-4.19		-5.035e+04	-6.112e+04	0.0	0.0			
	9.222e+06	0.0	1.02	1.43		2249.79	7.088e+04	0.0	0.0			

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 160 di 170

27 VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

27.1 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:

M_P X Y	Numero della pilastrata e posizione in pianta
M_T Z P P	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
Pilas. o Trave	numero identificativo dell'elemento
Note	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
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Quota	Ascissa del punto di verifica
%Af	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
Armat. long.	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura)
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
Sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
Sc med	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 161 di 170

Sf max	Tensione massima nell'acciaio
staffe	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
Tau max	Tensione massima tangenziale nel cls
Rif. comb	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max
AfV	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
AfT	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
Scorr. P	Scorrimento dei piegati
Af long.	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

<i>Elaborato</i>	<i>Revisione</i>	<i>Data</i>
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 162 di 170

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

r. snell.	Rapporto λ su λ^* : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
Verifica(verif.)	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
ver.sis	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
ver.V/T	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
x/d	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:

M negativo i	Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave
V M-i M+f	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)
V totale	Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)
Verif. V	Rapporto tra il taglio massimo e V_{r1} (p.to 7.4.4.1.2.2);
Sovr. 2-2 i	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 γ_{Rd} adottato
M 2-2 i	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)
Luce per V	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
V M2-2	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

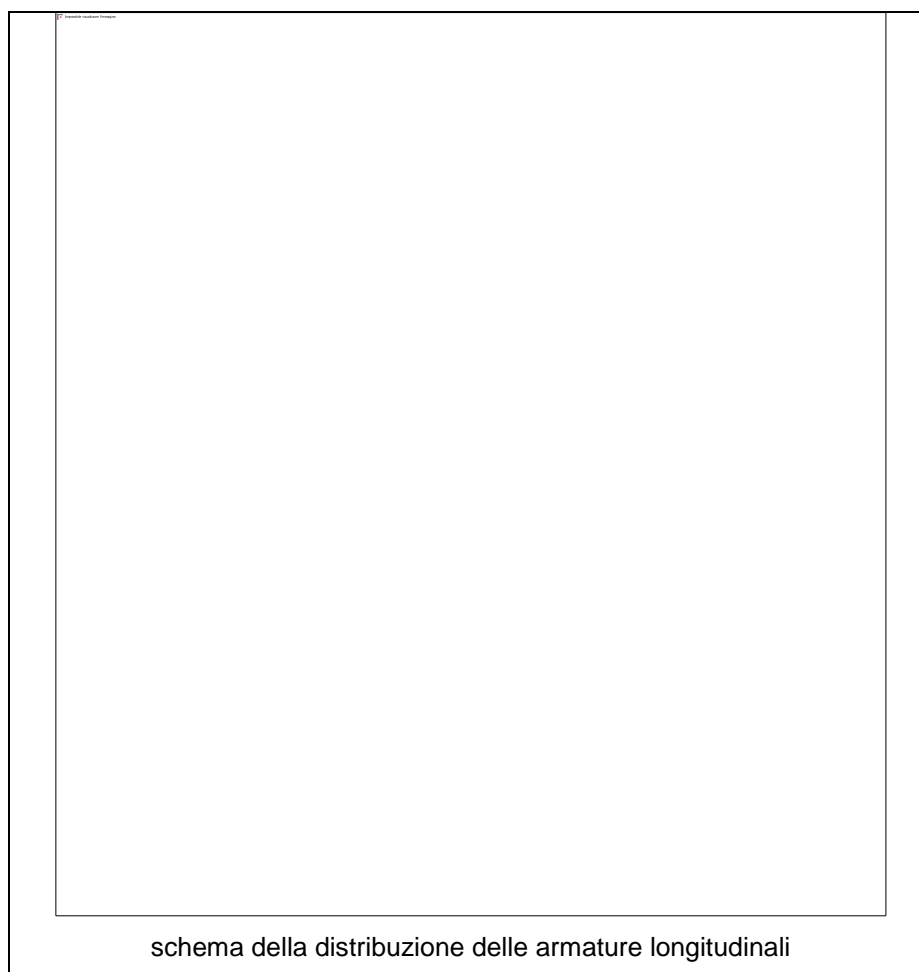
Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e

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.

Stato	Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA)
I 7.4.29	Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29
Bj2(3)	Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
Hjc2(2)	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 163 di 170

V. 7.4.8	Rapporto tra il taglio V_{jbd} e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)
I 7.4.10	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
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.

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 164 di 170

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.
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 1 r. snell.	X=0.0 Armat. long.	Y=0.0 verif.	ver.sis	Staffe L=cm	ver. V/T	Rif. cmb
16	s=2,m=4	ok,ok	0.0	1.57	0.04	4d20 16+10 d20	0.99	0.0	2+2d10/12 L=45	0.32	5,0,6
	[b=1.0;1.0]		45.0	1.15	0.04	4d20 12+6 d20	0.99	0.0	2+2d10/12 L=45	0.29	5,0,6
15	s=2,m=4	ok,ok	45.0	1.15	0.24	4d20 12+6 d20	0.99	0.0	2+2d10/15 L=45	0.29	5,0,6
			202.5	1.15	0.24	4d20 12+6 d20	0.25	0.0	2+2d10/15 L=225	0.18	12,0,6
	[b=1.0;1.0]		360.0	1.15	0.24	4d20 12+6 d20	0.30	0.0	2+2d10/15 L=45	0.08	6,0,6
14	s=2,m=4	ok,ok	360.0	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.30	0.0	2+2d10/15 L=45	0.08	6,0,6
			517.5	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.46	0.0	2+2d10/20 L=225	0.04	6,0,3
	[b=1.0;1.0]		675.0	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.35	0.0	2+2d10/15 L=45	0.08	6,0,3
13	s=2,m=4	ok,ok	675.0	1.15	0.03	4d20 12+6 d20	0.35	0.0	2+2d10/20 L=35	0.08	6,0,3
	[b=1.0;1.0]		710.0	1.15	0.03	4d20 12+6 d20	0.34	0.0	2+2d10/20 L=35	0.09	3,0,3

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	M_P= 2 r. snell.	X=760.0 Armat. long.	Y=0.0 verif.	ver.sis	Staffe L=cm	ver. V/T	Rif. cmb
5	s=2,m=4	ok,ok	0.0	1.15	0.06	4d20 12+6 d20	0.51	0.0	2+2d10/20 L=45	0.09	6,0,8
	[b=1.0;1.0]		45.0	1.15	0.06	4d20 12+6 d20	0.49	0.0	2+2d10/20 L=45	0.08	6,0,8
6	s=2,m=4	ok,ok	45.0	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.49	0.0	2+2d10/15 L=45	0.08	6,0,8
			202.5	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.33	0.0	2+2d10/20 L=225	0.06	6,0,5
	[b=1.0;1.0]		360.0	1.15	0.27	4d20 12+6 d20	0.11	0.0	2+2d10/15 L=45	0.09	3,0,5
7	s=2,m=4	ok,ok	360.0	1.15	0.20	4d20 12+6 d20	0.11	0.0	2+2d10/15 L=45	0.09	3,0,5
			517.5	1.15	0.20	4d20 12+6 d20	0.37	0.0	2+2d10/20 L=225	0.10	4,0,5
	[b=1.0;1.0]		675.0	1.15	0.20	4d20 12+6 d20	0.71	0.0	2+2d10/15 L=45	0.11	4,0,5
8	s=2,m=4	ok,ok	675.0	1.15	0.04	4d20 12+6 d20	0.71	0.0	2+2d10/20 L=35	0.11	4,0,5
	[b=1.0;1.0]		710.0	1.15	0.04	4d20 12+6 d20	0.79	0.0	2+2d10/20 L=35	0.11	4,0,4

Pilas.	%Af	r. snell.	verif.	ver.sis	ver. V/T
	1.57	0.27	0.99	0.0	0.32

Nodo	Stato	Pilas.	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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 165 di 170

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=2 V V/T acc	Staffe L=cm	Rif. cmb
1	ok,ok	0.0	0.32	29.2	29.2	0.0	0.08	0.82	0.24	0.53	2d10/10 L=0	5,3,3
	s=3,m=4	30.0	0.32	29.2	29.2	0.0	0.08	0.78	0.23	0.50	2d10/10 L=0	6,3,3
2	ok,ok	0.0	0.36	32.3	29.2	0.0	0.08	0.76	0.23	0.50	2d10/10 L=54	6,3,3
	s=3,m=4	350.0	0.36	29.2	32.3	0.0	0.08	0.72	0.12	0.26	2d10/10 L=296	3,5,5
3	ok,ok	0.0	0.39	29.2	35.4	0.0	0.08	0.69	0.12	0.26	2d10/10 L=296	4,5,6
	s=3,m=4	350.0	0.32	29.2	29.2	0.0	0.08	0.47	0.25	0.52	2d10/10 L=54	5,4,4
4	ok,ok	0.0	0.32	29.2	29.2	0.0	0.08	0.50	0.25	0.52	2d10/10 L=0	5,4,4
	s=3,m=4	30.0	0.32	29.2	29.2	0.0	0.08	0.42	0.29	0.61	2d10/10 L=0	6,4,4
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 2 x/d	Z=710.0 V N/M	P=1 V V/T cls	P=2 V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
12	ok,ok	0.0	0.33	22.9	22.9	0.0	0.09	0.45	0.25	0.53	2d10/10 L=0	3,3,3
	s=1,m=4	30.0	0.33	22.9	22.9	0.0	0.09	0.35	0.23	0.48	2d10/10 L=0	6,3,3
11	ok,ok	0.0	0.33	22.9	22.9	0.0	0.09	0.35	0.23	0.48	2d10/10 L=34	6,3,3
	s=1,m=4	350.0	0.46	32.3	22.9	0.0	0.11	0.70	0.05	0.11	2d10/10 L=316	3,6,6
10	ok,ok	0.0	0.46	32.3	22.9	0.0	0.11	0.70	0.05	0.11	2d10/10 L=316	3,6,5
	s=1,m=4	350.0	0.37	22.9	26.0	0.0	0.10	0.70	0.28	0.59	2d10/10 L=34	5,4,4
9	ok,ok	0.0	0.33	22.9	22.9	0.0	0.09	0.79	0.28	0.59	2d10/10 L=0	5,4,4
	s=1,m=4	30.0	0.37	22.9	26.0	0.0	0.10	0.94	0.30	0.64	2d10/10 L=0	4,4,4
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
			0.46	32.29	35.44	0.0	0.11	0.94	0.30	0.64		

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 166 di 170

28 STATI LIMITE D' ESERCIZIO

28.1 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:

rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]
dR	massima deformazione in combinazioni rare
dF	massima deformazione in combinazioni frequenti
dP	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	rRfck	rRfyk	rPfck	per sezioni significative
travi	rRfck	rRfyk	rPfck	per sezioni significative
	wR	wF	wP	per sezioni significative
	dR	dF	dP	massimi in campata
setti e gusci	rRfck	rRfyk	rPfck	massimi nei nodi dell'elemento
	wR	wF	wP	massimi nei nodi dell'elemento

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 167 di 170

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 Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 168 di 170

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
5	0.0	0.09	0.07	0.18	9,9,11	45.0	0.10	0.07	0.13	9,9,11
6	0.0	0.10	0.07	0.13	9,9,11	157.5	0.07	0.05	0.06	9,9,11
	315.0	0.08	0.06	0.07	9,9,11					
7	0.0	0.08	0.06	0.07	9,9,11	157.5	0.26	0.29	0.18	9,9,11
	315.0	0.49	0.71	0.36	9,9,11					
8	0.0	0.49	0.71	0.36	9,9,11	35.0	0.54	0.81	0.40	9,9,11
13	0.0	0.05	0.03	0.23	9,9,11	35.0	0.06	0.05	0.27	9,9,11
14	0.0	0.03	0.02	0.03	9,9,11	157.5	0.04	0.03	0.08	9,9,11
	315.0	0.05	0.03	0.23	9,9,11					
15	0.0	0.51	0.76	0.37	9,9,11	157.5	0.17	0.16	0.09	9,9,11
	315.0	0.03	0.02	0.03	9,9,11					
16	0.0	0.57	0.77	0.43	9,9,11	45.0	0.51	0.76	0.37	9,9,11

Pilas.	rRfck	rRfyk	rPfck	rRfck	rRfyk	rPfck
	0.57	0.81	0.43			

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	0.30	0.61	0.23	9,9,11	0.22	0.0	0.0	9,0,0	-2.00	1.79	-1.17	9,10,11
	30.0	0.24	0.46	0.15	9,9,11	0.17	0.0	0.0	9,0,0				
2	0.0	0.23	0.45	0.15	9,9,11	0.15	0.0	0.0	9,0,0	-2.00	1.79	-1.17	9,10,11
	350.0	0.29	0.57	0.32	9,9,11	0.20	0.18	0.20	9,10,11				
3	0.0	0.27	0.57	0.31	9,9,11	0.20	0.18	0.18	9,10,11	-2.00	1.79	-1.17	9,10,11
	350.0	0.11	0.24	9.66e-03	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
4	0.0	0.11	0.26	7.73e-03	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-2.00	1.79	-1.17	9,10,11
	30.0	0.04	0.08	0.08	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
9	0.0	0.33	0.71	0.21	9,9,11	0.29	0.0	0.0	9,0,0	-4.35	-1.73	-1.25	9,10,11
	30.0	0.41	0.85	0.30	9,9,11	0.37	0.22	0.18	9,10,11				
10	0.0	0.31	0.57	0.34	9,9,11	0.20	0.17	0.18	9,10,11	-4.35	-1.73	-1.25	9,10,11
	350.0	0.31	0.63	0.20	9,9,11	0.24	0.0	0.0	9,0,0				
11	0.0	0.03	0.03	0.12	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-4.35	-1.73	-1.25	9,10,11
	350.0	0.31	0.57	0.34	9,9,11	0.20	0.17	0.18	9,10,11				
12	0.0	0.05	0.08	0.22	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-4.35	-1.73	-1.25	9,10,11
	30.0	0.03	0.03	0.12	9,9,11	0.0	0.0	0.0	0,0,0				

Trave	rRfck	rRfyk	rPfck	wR	wF	wP	dR	dF	dP
	0.41	0.85	0.34	0.37	0.22	0.20	-2.00	1.79	-1.17

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'École 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



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 - info@2si.it

Rev. n. 4 del 07/10/2010

PRO SAP

PROfessional Structural Analysis Program

Elaborato	Revisione	Data
Scatolare Via Cassoletta 700x630 cm	1	
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE		Pagina 170 di 170