



DGR 6273/2022 - OPERE PER LA MESSA IN SICUREZZA SUL
COLATORE GANDIOLO E DELL'ATTRAVERSAMENTO SULLA SP243
IN COMUNE DI CASTELNUOVO BOCCA D'ADDA
CUP: B18H22000760002

OGGETTO:

SERVIZIO PER LA REDAZIONE
DEL PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO ESECUTIVO



P&P Consulting Engineers Studio Associato
Via Pastrengo, 9 - 24068 - Seriate (BG)
+39 035 3235700 - fax +39 035 3235750
E-mail: info@pepconsultingengineers.it

Timbro:



Livello di Progetto:

PFTE ☐
Esecutivo ☒

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE

Autor:

MM

Codice:

140_21_SC

Scala:

REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:
00	31/05/2024	Prima emissione
01	05/11/2024	Verifica progetto RV-001-00

Tavola:

B.02

Data:

Maggio 2024

INDICE

1.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
3.	MATERIALI	10
3.1	CALCESTRUZZO	10
3.2	ACCIAIO PER ARMATURA LENTA	15
3.3	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO	15
3.4	MATERIALE DEL RILEVATO A MONTE DELLA SPALLA	15
4.	TERRENO DI FONDAZIONE.....	16
5.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	18
6.	METODOLOGIA DI ANALISI STRUTTURALE.....	19
7.	VERIFICA IMPALCATO	19
7.1	UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO	19
7.2	MODALITA' DI COSTRUZIONE.....	20
7.3	METODO ED IPOTESI DI CALCOLO	20
7.3.1	CODICE DI CALCOLO	22
7.4	DATI IMPALCATO.....	22
7.4.1	DATI GEOMETRICI.....	22
7.4.2	TRAVERSI IN TESTATA.....	23
7.4.3	TRAVE PREFABBRICATA UH140A.....	23
7.4.4	GEOMETRIA GETTO IN OPERA.....	25
7.4.5	PARAMETRI DEI MATERIALI	25
7.5	RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI	25
7.5.1	PARAMETRI DI MASSONNET	25
7.6	ANALISI DEI CARICHI.....	26
7.6.1	VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI PERMANENTI	27
7.6.2	VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI VARIABILI	28
7.7	APPLICAZIONE DEL METODO DI MASSONNET	31
7.7.1	PESO CORDOLI	31
7.7.2	LINEARI PER TRAVE	31
7.7.3	CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 1	31
7.7.4	CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 2	32
7.7.5	CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 3	33
7.7.6	CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 4	34
7.7.7	CARICHI MOBILI PER CALCOLO M MAX TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE).....	35

7.7.8	CARICHI MOBILI PER CALCOLO M MIN TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE).....	36
7.8	METODO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE - COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE.....	37
7.9	TRAVE 1 – SOLLECITAZIONI.....	39
7.9.1	VALORI CARATTERISTICI.....	39
7.9.2	VALORI DI COMBINAZIONE.....	44
7.10	TRAVE2 – SOLLECITAZIONI.....	52
7.10.1	VALORI CARATTERISTICI.....	52
7.10.2	VALORI DI COMBINAZIONE.....	58
7.11	TRAVE3 – SOLLECITAZIONI.....	65
7.11.1	VALORI CARATTERISTICI.....	65
7.11.2	VALORI DI COMBINAZIONE.....	71
7.12	TRAVE4 – SOLLECITAZIONI.....	78
7.12.1	VALORI CARATTERISTICI.....	78
7.12.2	VALORI DI COMBINAZIONE.....	83
7.13	SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA.....	90
7.13.1	VALORI CARATTERISTICI MOMENTI FLETTENTI.....	90
7.13.2	VALORI DI COMBINAZIONE.....	93
7.14	REAZIONI MASSIME AGLI APPOGGI.....	94
7.14.1	VALORI CARATTERISTICI REAZIONI VERTICALI.....	95
7.14.2	VALORI CARATTERISTICI REAZIONI ORIZZONTALI.....	96
7.14.3	COMBINAZIONI.....	96
7.15	DEFORMAZIONI TRAVE 1.....	100
7.15.1	ABBASSAMENTI - PRIMA FASE.....	100
7.15.2	ABBASSAMENTI - SECONDA FASE.....	100
7.15.3	ROTAZIONI AGLI APPOGGI.....	101
7.16	DEFORMAZIONI TRAVE 2.....	101
7.16.1	ABBASSAMENTI - PRIMA FASE.....	102
7.16.2	ABBASSAMENTI - SECONDA FASE.....	102
7.16.3	ROTAZIONI AGLI APPOGGI.....	102
7.17	DEFORMAZIONI TRAVE 3.....	103
7.17.1	ABBASSAMENTI - PRIMA FASE.....	103
7.17.2	ABBASSAMENTI - SECONDA FASE.....	103
7.17.3	ROTAZIONI AGLI APPOGGI.....	104
7.18	DEFORMAZIONI TRAVE 4.....	104
7.18.1	ABBASSAMENTI - PRIMA FASE.....	105
7.18.2	ABBASSAMENTI - SECONDA FASE.....	105
7.18.3	ROTAZIONI AGLI APPOGGI.....	106
7.19	AZIONE SISMICA.....	106

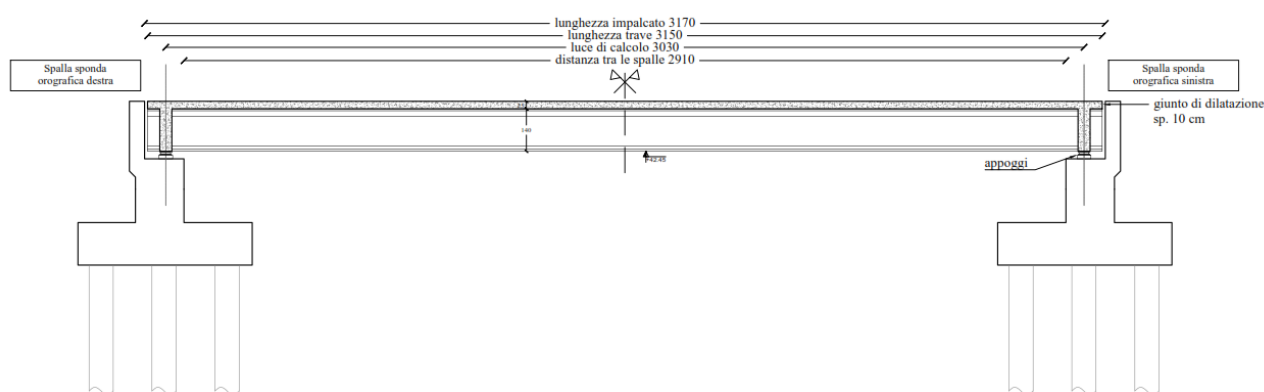
7.19.1	PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	106
7.19.2	FORZE ORIZZONTALI	108
7.19.3	FORZE VERTICALI.....	109
7.19.4	AZIONI SISMICHE NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	109
7.20	VERIFICA ELEMENTO PRECOMPRESSO	113
7.20.1	OGGETTO DELLA RELAZIONE	113
7.20.2	MODELLO DI CALCOLO.....	114
7.20.3	DATI DI CALCOLO.....	114
7.20.4	STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	120
7.20.5	STATI LIMITE ULTIMI	122
7.20.6	VERIFICA DELLE SEZIONI	124
7.21	VERIFICA SOLETTA	138
7.21.1	DATI SEZIONE.....	138
7.21.2	PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE	140
7.21.3	VERIFICHE	141
7.22	VERIFICA CORDOLO.....	143
7.23	VERIFICA TRAVERSO	149
7.24	VERIFICA VELETTA	150
7.24.1	CARICHI.....	150
7.24.2	VERIFICA VELETTA IN C.A.....	151
7.24.3	VERIFICA ANCORAGGIO VELETTA	152
8.	VERIFICA SOTTOSTRUTTURA.....	154
8.1	MODELLO DI CALCOLO	155
8.2	AZIONI DI CALCOLO.....	159
8.2.1	PESO PROPRIO SPALLA (G1_spalla).....	159
8.2.2	PESO PROPRIO IMPALCATO (G1_impalcato).....	159
8.2.3	PERMANENTI PORTATI IMPALCATO (G2_impalcato).....	159
8.2.4	CARICHI DA TRAFFICO (Qmob_k_impalcatoT1/2/3; Qmob_freq_impalcatoT1/2/3).....	160
8.2.5	CARICO DA FOLLA SU MARCIAPIEDE (Qfolla_impalcato)	161
8.2.6	AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO (Fren_impalcato)	161
8.2.7	AZIONE CENTRIFUGA (Fcentrifuga_impalcato)	161
8.2.8	AZIONI DEL VENTO (Qvento)	162
8.2.9	AZIONI DELLA NEVE	162
8.2.10	AZIONI IDRODINAMICHE	162
8.2.11	AZIONI TERMICHE	162
8.2.12	AZIONI DOVUTE AL TERRENO SULLE SPALLE.....	162
8.2.13	AZIONI SUL PARAGHIAIA (Qv_paraghiaia; Qf_paraghiaia).....	164
8.2.14	URTO BARRIERA MURI D'ALA.....	166

8.2.15	AZIONE SISMICA.....	166
8.2.16	COMBINAZIONI DI CARICO	168
8.3	SPOSTAMENTI MASSIMI.....	174
8.4	VERIFICA ELEMENTI IN C.A.....	177
8.4.1	PLATEA	177
8.4.2	PARETE PRINCIPALE.....	198
8.4.3	PARETI D'ALA.....	221
8.4.4	PARETE PARAGLIAIA.....	242
8.4.5	VERIFICA BAGGIOLI.....	261
8.5	VERIFICA FONDAZIONI PROFONDE.....	263
8.5.1	PREMESSA.....	263
8.5.2	SOLLECITAZIONI MASSIME TESTA PALO.....	264
8.5.3	CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE	270
9.	DIMENSIONAMENTO GIUNTI DI DILATAZIONE	326
10.	APPOGGI DA PONTE.....	327
10.1	CARATTERISTICHE APPOGGI PREVISTI.....	327
10.2	SOLLEVAMENTO IMPALCATO PER SOSTITUZIONE DEGLI APPOGGI	328
11.	RITEGNI SISMICI.....	330
11.1	VERIFICA SEZIONE ORIZZONTALE	331
11.2	VERIFICA A TAGLIO	332
12.	RIEPILOGO VERIFICHE SIGNIFICATIVE.....	333
12.1	VERIFICA IMPALCATO.....	333
12.2	VERIFICA SOTTOSTRUTTURA.....	334

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

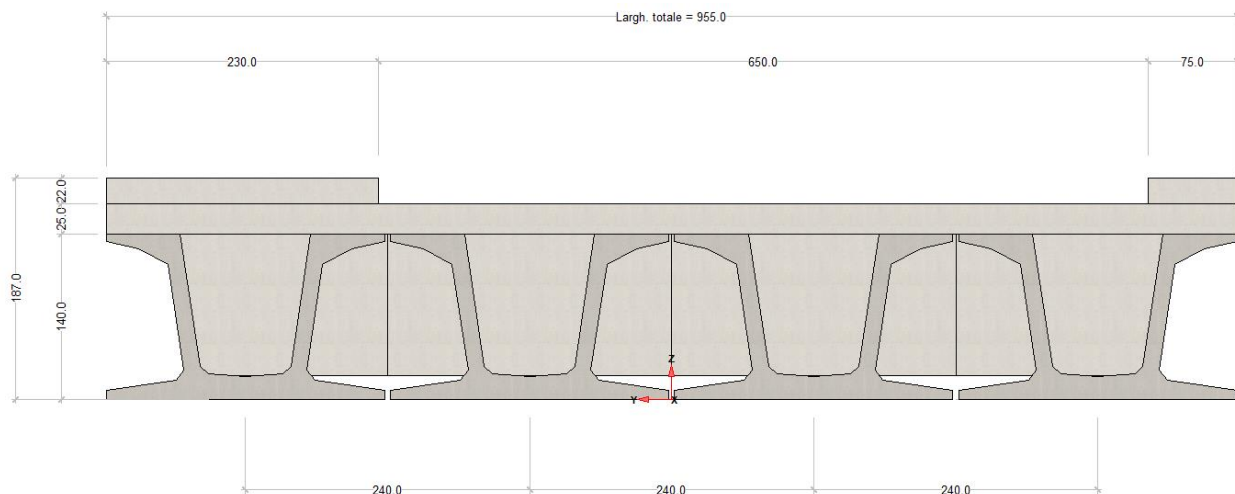
L'intervento previsto consiste nella completa demolizione del ponte esistente e la realizzazione di una nuova opera di attraversamento ad unica campata. La sezione trasversale dell'impalcato è stata definita al fine di cogliere le esigenze funzionali dell'opera espresse dalla committenza così come descritto nella relazione illustrativa.

Di seguito si riporta uno spaccato longitudinale dell'opera con l'identificazione dei principali elementi struttura che costituiscono la sottostruttura del ponte.



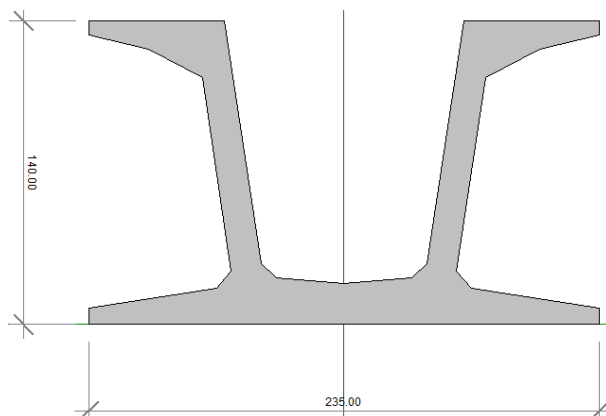
Spaccato longitudinale struttura ponte

La seguente immagine rappresenta una sezione trasversale dell'impalcato.



Sezione trasversale impalcato

L'impalcato viene realizzato con n.4 travi prefabbricate in c.a.p. e getto in opera di traversi e soletta collaboranti. Le travi sono autoportanti, non necessitano di alcun rompitratta o puntellamento provvisorio durante l'esecuzione dell'impalcato.



Sezione tipologica delle travi

Si distinguono due fasi successive di lavoro:

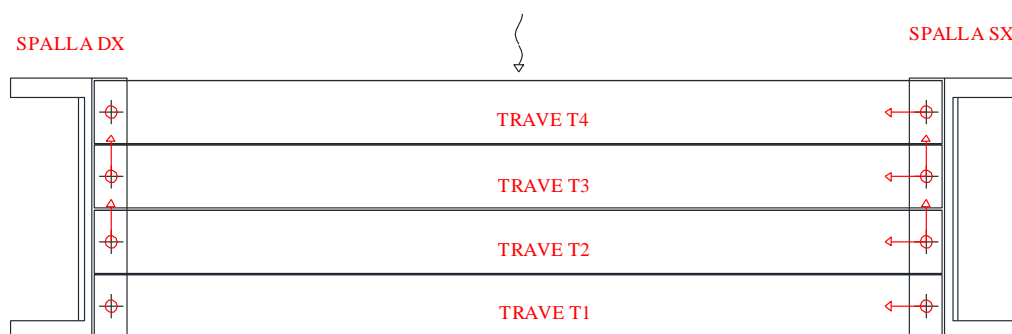
PRIMA FASE

Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono da sole al peso proprio ed a quello della soletta gettata in opera.

SECONDA FASE

Il sistema misto travi precomprese - soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Le travi risultano connesse alle spalle mediante appoggi a disco in elastomero armato secondo lo schema di vincolo di seguito riportato.

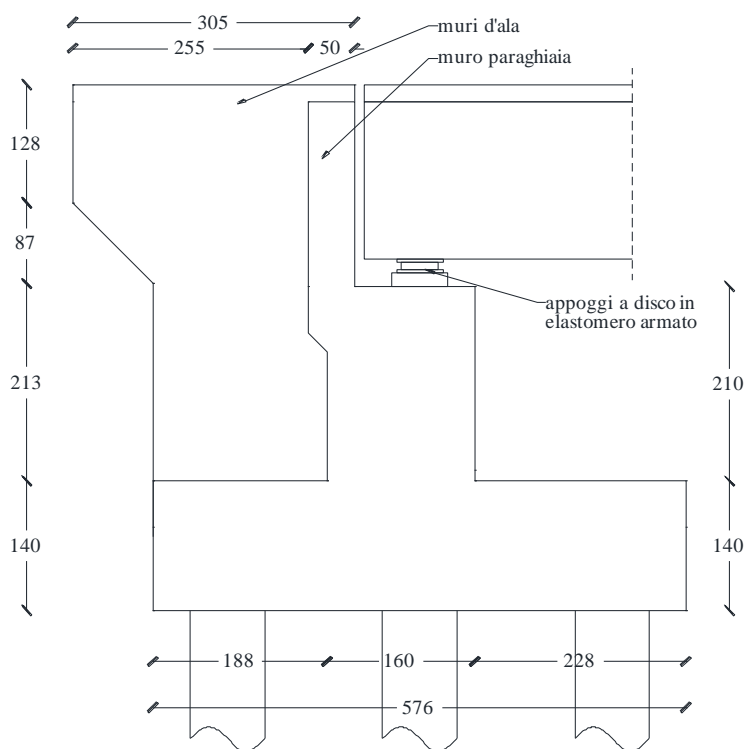


LEGENDA VINCOLI

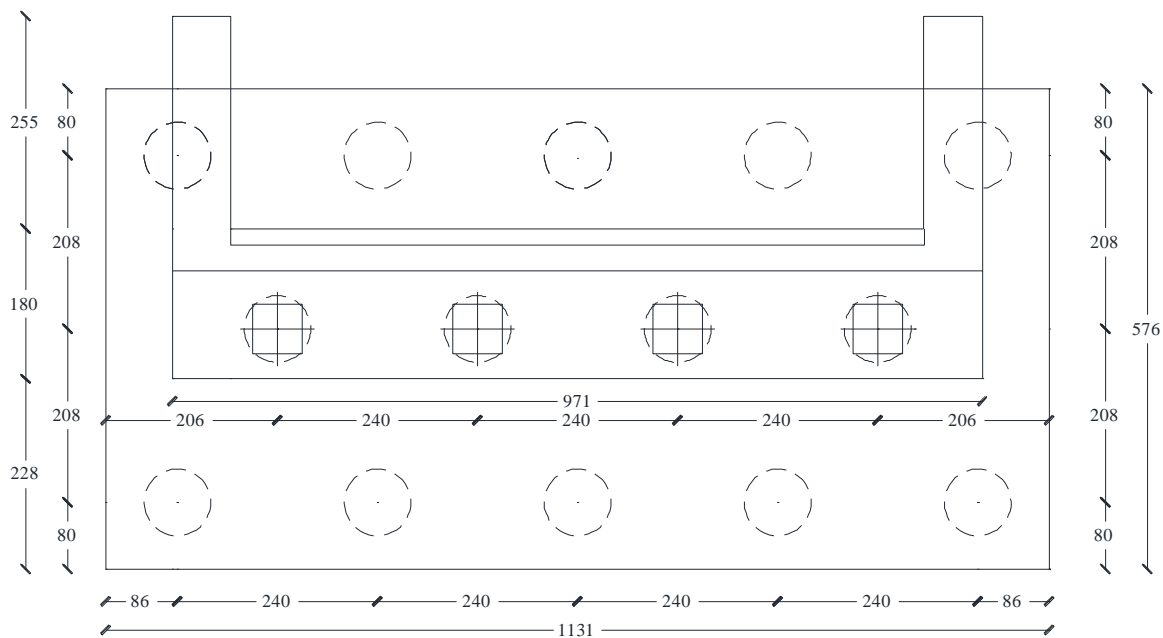
- Appoggio tipo 1: (fisso) impediti spostamenti verticali, longitudinali e trasversali
- Appoggio tipo 2: (unidirezionale trasversale) impediti spostamenti verticali e longitudinali
- Appoggio tipo 3: (unidirezionale longitudinale) impediti spostamenti verticali e trasversali
- Appoggio tipo 4: (multidirezionale) impediti spostamenti verticali

Tipologie di vincolo

Le seguenti immagini rappresentano la sezione ed una planimetria della spalla sinistra:



Sezione spalla sinistra



Planimetria spalla

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il calcolo e la verifica delle strutture si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- DM 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) coordinato con la circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019
- IstruzioniCNR_DT207_2008
- Circolare esplicativa n. 7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento;
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche;
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti;
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo;
- UNI EN 1993-1-1: Progettazione delle strutture di acciaio – Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2: Progettazione delle strutture di acciaio – Ponti di acciaio;
- UNI EN 1993-1-5: Progettazione delle strutture di acciaio – Elementi strutturali a lastra;
- UNI EN 1993-1-8: Progettazione delle strutture di acciaio – Progettazione dei collegamenti;
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 1990:2006 - "Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale."
- UNI EN 1991-1-1: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici."
- UNI EN 1991-1-3: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve."
- UNI EN 1991-1-4: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento."
- UNI EN 1991-1-5: 2004 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche."
- UNI EN 1991-1-6: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione."
- UNI EN 1991-1-7: 2006 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali."
- UNI EN 1991-2: 2005 - "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti."
- UNI EN 1992-1-1: 2005 - "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici."
- UNI EN 1992-2: 2006 - "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi."

3. MATERIALI

Per le opere strutturali dell'edificio saranno impiegati i materiali aventi le caratteristiche ed i dosaggi di seguito riportati.

3.1 CALCESTRUZZO

Per tutte le strutture si impiegherà calcestruzzo conforme alla norma UNI EN 206-1, avente le seguenti caratteristiche:

Conglomerato cementizio per le sottofondazioni

Classe di resistenza a compressione.....**C 16/20**

Calcestruzzo per pali di fondazione

Classe di resistenza a compressione.....**C 32/40**

Controllo di accettazione.....**tipo A**

Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck}**40 N/mm²**

Classe di esposizione.....**XC2**

Classe di consistenza.....**SCC**

Massimo rapporto acqua/cemento.....**A/C $\leq 0,60$**

Aria aggiunta.....**NO**

Contenuto minimo di cemento**300 kg/m³**

Diametro massimo inerti**Dmax 16mm**

Calcestruzzo per fondazioni e spalle

Classe di resistenza a compressione.....**C 32/40**

Controllo di accettazione**tipo A**

Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck}**40 N/mm²**

Classe di esposizione.....**XC4-XF2**

Classe di consistenza.....**S4**

Massimo rapporto acqua/cemento.....**A/C $\leq 0,50$**

Aria aggiunta.....**SI (extra aria 4%)**

Contenuto minimo di cemento**340 kg/m³**

Spacing.....**<200um**

Aggregati**non gelivi**

Diametro massimo inerti**Dmax 32mm**

Travi prefabbricate

Classe di resistenza a compressione.....**C 45/55**

Tipologia cemento.....**CEM I 52,5R**

Resistenza caratteristica cubica a compressione Rck.....**55 N/mm²**

Classe di esposizione..... **XF1-XC4**

Classe di consistenza.....**S5**

Aria aggiunta.....**NO**

Contenuto minimo di cemento**360 kg/m³**

Diametro massimo inerti**Dmax 25mm**

Impalcato gettato in opera e velette

Classe di resistenza a compressione.....**C 32/40**

Tipologia cemento.....**CEM IV/A**

Controllo di accettazione.....**tipo A**

Resistenza caratteristica cubica a compressione Rck.....**40 N/mm²**

Classe di esposizione..... **XC4/XD1**

Classe di consistenza.....**S4**

Massimo rapporto acqua/cemento.....**A/C ≤ 0,45**

Aria aggiunta.....**NO**

Contenuto minimo di cemento**340 kg/m³**

Diametro massimo inerti**Dmax 32mm**

Cordoli gettati in opera

Classe di resistenza a compressione.....**C 32/40**

Tipologia cemento.....**CEM IV/A**

Controllo di accettazione.....**tipo A**

Resistenza caratteristica cubica a compressione Rck.....**40 N/mm²**

Classe di esposizione..... **XC4/XD3/XF4**

Classe di consistenza.....**S4**

Massimo rapporto acqua/cemento.....**A/C ≤ 0,45**

Contenuto minimo di cemento**360 kg/m³**
 Diametro massimo inerti**Dmax 32mm**
 Contenuto massimo cloruri negli ingredienti aggiunti.....**Cl 0.20**
 Spacing.....**<200um**
 Aggregati**non gelivi**
 Aria aggiunta.....**SI (extra aria 4%)**

I valori nominali di copriferro negli elementi strutturali in calcestruzzo armato sono stabiliti come segue:

Le Norme tecniche del 2008_[N3] nel paragrafo 4.1.6.1.3 prescrivono, a proposito dei dettagli costruttivi degli elementi monodimensionali, che *"al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature"*.

Coerentemente a quanto prevede la normativa europea e consigliato dalle Norme tecniche come valido riferimento, è possibile utilizzare la norma UNI EN 1992-1-1_[N4] per dimensionare correttamente i copriferri. Si ricorda che la normativa europea prevede 6 classi strutturali, da S1 a S6: in Italia occorre considerare la S4 e la S6 corrispondenti rispettivamente ad una vita utile di progetto di 50 e 100 anni.

La norma prescrive nel capitolo 4.4.1 il valore nominale del copriferro:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

dove:

$$c_{min} = \max (c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm)$$

in cui

$$\Delta c_{dev} = 10mm \text{ e } \Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0_{IN101}$$

$c_{min,b}$ è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature.

Per armature ordinarie $c_{min,b}$ è pari al diametro della barra, nel caso di barre singole e al diametro equivalente, nel caso di barre raggruppate.

Per armature da precompressione post-tese $c_{min,b}$ è pari al diametro delle guaine a sezione circolare o alla dimensione più piccola o la metà della dimensione più grande, se quest'ultima è superiore, nel caso di guaine a sezione rettangolare.

Per armature da precompressione pre-tese $c_{min,b}$ è pari a 2 volte il diametro del trefolo o del filo liscio, a 1,5 volte il diametro del trefolo o del filo liscio nei solai, a 3 volte il diametro del filo indentato^[N10].

Se la dimensione nominale massima dell'aggregato è maggiore di 32mm, la norma raccomanda di maggiore $c_{min,b}$ di 5 mm.

$c_{min,dur}$ è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali e si ricava dai prospetti 4.3N (Fig. 3.1), 4.4N (Fig. 3.2) e 4.5N (Fig. 3.3) in funzione della classe di esposizione, ricordando che la classe strutturale per un periodo di vita presunta della struttura pari a 50 anni è la classe strutturale S4. Il prospetto 4.3N consente di variare la classe strutturale nella maniera seguente:

- n1** per vite utili di progetto di 100 anni si incrementa la classe strutturale di 2;
- n2** se vengono utilizzati calcestruzzi con classe di resistenza superiore ai minimi previsti dal prospetto 4.3N, si riduce la classe strutturale di 1;
- n3** per elementi strutturali assimilabili a solette si riduce la classe strutturale di 1;
- n4** se la produzione del calcestruzzo è sottoposta a un rigoroso controllo di qualità, si riduce la classe strutturale di 1.

FIGURA 3.2

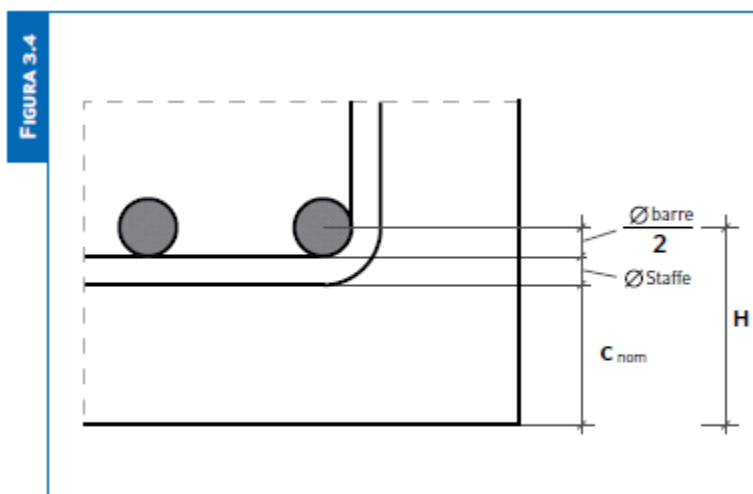
Requisito Ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Prospetto 4.4N estratto dalla UNI EN 1992-1-1^[N4] che prescrive i valori del copriferro minimo $c_{min,dur}$ con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080.

FIGURA 3.3

Requisito Ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	15	20	25	30	35	40
S2	10	15	25	30	35	40	45
S3	10	20	30	35	40	45	50
S4	10	25	35	40	45	50	55
S5	15	30	40	45	50	55	60
S6	20	35	45	50	55	60	65

Prospetto 4.5N estratto dalla UNI EN 1992-1-1^[N4] che prescrive i valori del copriferro minimo $c_{min,dur}$ con riferimento alla durabilità per acciai da precompressione.



Calcolo della misura del distanziale da posizionare sulle barre longitudinali in funzione della dimensione delle armature e del copriferro c_{nom}

Δc_{dev} è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro. Può essere ridotta a:

- $5 \text{ mm} \leq \Delta c_{dev} \leq 10 \text{ mm}$ se l'esecuzione è sottoposta ad un sistema sicuro di controllo della qualità, nel quale siano incluse le misure dei copriferri;
- $0 \leq \Delta c_{dev} \leq 10 \text{ mm}$ se è possibile assicurare che sia utilizzato un sistema di misura molto accurato per il monitoraggio e che gli elementi non conformi siano respinti (ad es. negli elementi prefabbricati).

Nel caso in cui la superficie esterna del calcestruzzo sia irregolare, il valore di c_{min} deve essere incrementato di almeno 5 mm.

Nel caso di un calcestruzzo soggetto a fenomeni abrasivi, è possibile aumentare il valore del copriferro di uno strato sacrificale in funzione della classe di abrasione:

- $k_1 = 5 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM1 (abrasione lieve);
- $k_2 = 10 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM2 (abrasione notevole);
- $k_3 = 15 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM3 (abrasione estrema) _(N101)

Nel caso di getti di calcestruzzo contro terra occorre utilizzare $c_{nom} > 40 \text{ mm}$ con terreno preparato, altrimenti $c_{nom} > 75 \text{ mm}$.

Si ricorda che l'Eurocodice 2 prevede un'armatura di superficie nel caso che i copriferri siano superiori a 70 mm (appendice J).

Una volta stabilito lo spessore del copriferro c_{nom} , lo spessore del distanziale, generalmente posizionato sulle barre longitudinali, è dato dalla relazione di seguito riportata (vedi Fig. 3.4):

$$H = c_{nom} + \varnothing \text{ staffe} + \frac{\varnothing \text{ barre}}{2}$$

Si adottano pertanto, relativamente ad ogni elemento strutturale, i seguenti valori di copriferro:

Pali di fondazione: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$

Fondazioni e spalle: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 + 10 = 40 \text{ mm}$

Travi prefabbricate (armatura lenta): $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 25 + 5 = 30 \text{ mm}$

Travi prefabbricate (armatura precompressa): $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 + 5 = 40 \text{ mm}$

Impalcato gettato in opera : $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35+10 = 45 \text{ mm}$

Cordoli gettati in opera : $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40+10 = 50 \text{ mm}$

3.2 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

Tipo	B450C
Tensione caratt. Snervamento f_{yk}	450 N/mm²
Tensione caratt. Rottura f_{tk}	540 N/mm²

Il coefficiente di omogeneizzazione dell'acciaio è: **m=15**

3.3 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Tipo	Acciaio armonico
Tensione caratteristica di rottura f_{ptk}	$\geq 1860 \text{ N/mm}^2$
Rilassamento massimo	4.6%

3.4 MATERIALE DEL RILEVATO A MONTE DELLA SPALLA

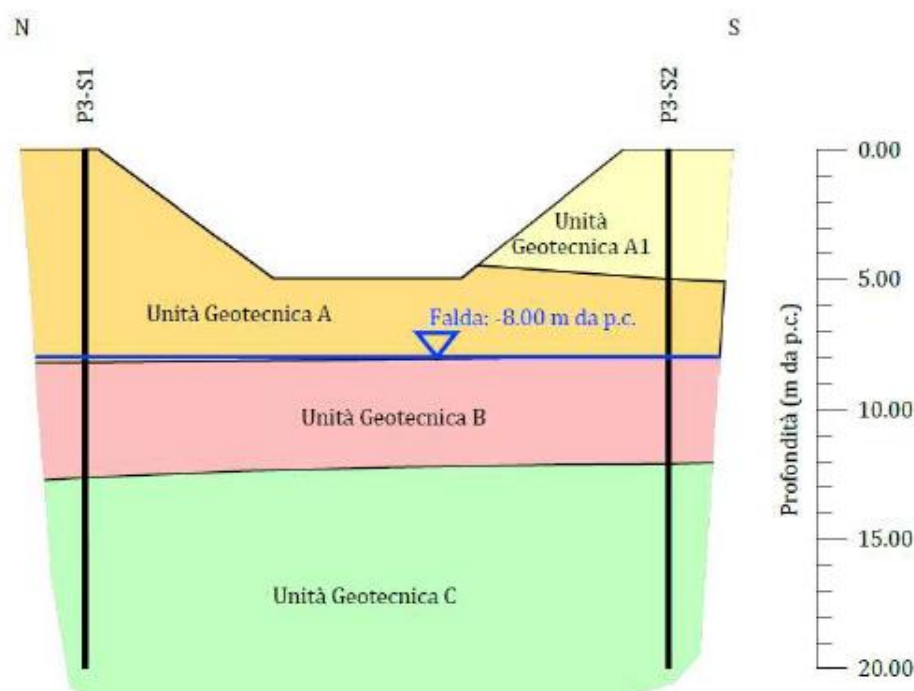
A monte della spalla si assumono i parametri geotecnici di un rilevato stradale in rettilineo con le seguenti caratteristiche meccaniche:

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito	$f' = 35^\circ$
Coesione efficace	$c' = 0 \text{ kPa}$

4. TERRENO DI FONDAZIONE

La relazione geologica e geotecnica riporta in dettaglio le caratteristiche geologiche e meccaniche del terreno determinate sulla base di prove in situ e in laboratorio.

La successione stratigrafica, espressa in termini di unità geotecniche, sulla base delle informazioni desunte dalle indagini eseguite e dai risultati delle prove di laboratorio effettuate, può essere sintetizzata come di seguito riportato:



Modello geotecnico di riferimento dell'area

UNITÀ GEOTECNICA A

Depositi alluvionali: limo con argilla, localmente argilloso, localmente debolmente sabbioso, molto consistente.

Profondità: da 0.00-5.00 m da p.c. a -8.00 m da p.c.

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma_N = 1.89$
Peso di volume saturo (t/mc)	$\gamma_{SAT} = 2.04$
Coesione non drenata (kg/cmq)	$c_U = 0.40-0.60$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$E = 25-30$

UNITÀ GEOTECNICA A1

- Depositi alluvionali: sabbia, da limosa a debolmente limosa moderatamente addensata, con locali intercalazioni da centimetriche a decimetriche di limo con sabbia, argilloso.
- Profondità: da -0.00÷-5.00 m da p.c. (presente solo localmente).

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma_N = 1.83$
Peso di volume saturo (t/mc)	$\gamma_{SAT} = 1.99$
Densità relativa (%)	$D_r = 45-50$
Coesione efficace (kg/cmq)	$c' = 0.00$
Angolo di resistenza al taglio (°)	$\phi' = 28-29$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$M = 80-100$

UNITÀ GEOTECNICA B

- Depositi alluvionali: argilla limosa, localmente con limo, torbosa, con locali intercalazioni decimetriche di torba.
- Profondità: da -8.00 m da p.c. a -12.00÷-12.60 m da p.c.

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma_N = 1.89$
Peso di volume saturo (t/mc)	$\gamma_{SAT} = 2.04$
Coesione non drenata (kg/cmq)	$c_U = 0.10-0.15$
Modulo Edometrico (kg/cmq)	$M = 15-20$

UNITÀ GEOTECNICA C

- Depositi alluvionali/fluvioglaciali: sabbia, da fine a medio fine, localmente grossolana, localmente deb. limosa, moderatamente addensata.
- Profondità: da -12.00÷-12.60 m da p.c. a -20.00 m da p.c. (massima profondità raggiunta dalle indagini)

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma_N = 1.89$
Peso di volume saturo (t/mc)	$\gamma_{SAT} = 2.04$
Coesione efficace (kg/cmq)	$c' = 0.00$
Angolo di resistenza al taglio (°)	$\phi' = 30-32$
Modulo elastico (kg/cmq)	$E = 280-300$

I sondaggi effettuati hanno messo in evidenza l'esistenza di falda idrica ad una profondità di circa 5 metri dall'attuale livello stradale in corrispondenza del terrapieno.

L'analisi di 2° livello per l'amplificazione sismica di sito dell'area oggetto di intervento, eseguita utilizzando il metodo Regione Lombardia, ha fornito, relativamente ai periodi $0.1 \div 0.5$ s e $0.5 \div 0.15$ s, valori di F_a di sito pari a 1.0 e 1.5 per la categoria di sottosuolo C, entrambi inferiori ai corrispettivi valori di soglia comunale definiti da Regione Lombardia (1.8 ± 0.1 e 2.3 ± 0.1 per la categoria di sottosuolo B); in fase di verifiche geotecniche e strutturali, si potrà quindi adottare lo spettro previsto da normativa per la categoria di sottosuolo C (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati*

da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s, ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

La verifica di liquefazione eseguita indica che i depositi presenti nell'area di intervento non risultano suscettibili al fenomeno.

5. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza viene condotta, in accordo alle NTC2018, in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale del manufatto in oggetto (metodo semiprobabilistico agli stati limite).

La sicurezza è valutata nei confronti dei seguenti stati limite:

Stati limite ultimi (SLU), e in particolare, per le azioni sismiche, stato limite di salvaguardia della vita (SLV).

Stati limite di esercizio, e in particolare, per le azioni sismiche, stato limite di danno (SLD) e stato limite di operatività (SLO).

Per quanto riguarda la definizione delle azioni sismiche, trattandosi di una ponte ordinario, si fissano i seguenti parametri:

Tipo di costruzione: **tipo 2** (opere ordinarie, ponti, ...) \rightarrow vita nominale $V_N \geq 50$ anni.

Classe d'uso: **classe II** (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, ...).

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica di progetto dipende dalla vita nominale e dal coefficiente d'uso (C_U), sulla base alla classe d'uso:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{ anni}$$

6. METODOLOGIA DI ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è stata eseguita considerando separatamente l'impalcato e le sottostrutture.

L'impalcato, realizzato con travi prefabbricate in c.a.p e soletta collaborante, è stato dimensionato considerando vincoli di semplice appoggio all'estremità delle travi.

Dall'analisi dell'impalcato sono state determinate le sollecitazioni utilizzate per il dimensionamento della spalla più sollecitata.

7. VERIFICA IMPALCATO

7.1 UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza : cm

forza : daN

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in millimetri, i diametri dei trefoli di precompressione, invece, sono espressi in pollici (1"=25.4 mm).

Le forze corrispondenti ai carichi agenti sull'impalcato sono assunte positive se dirette verso il basso.

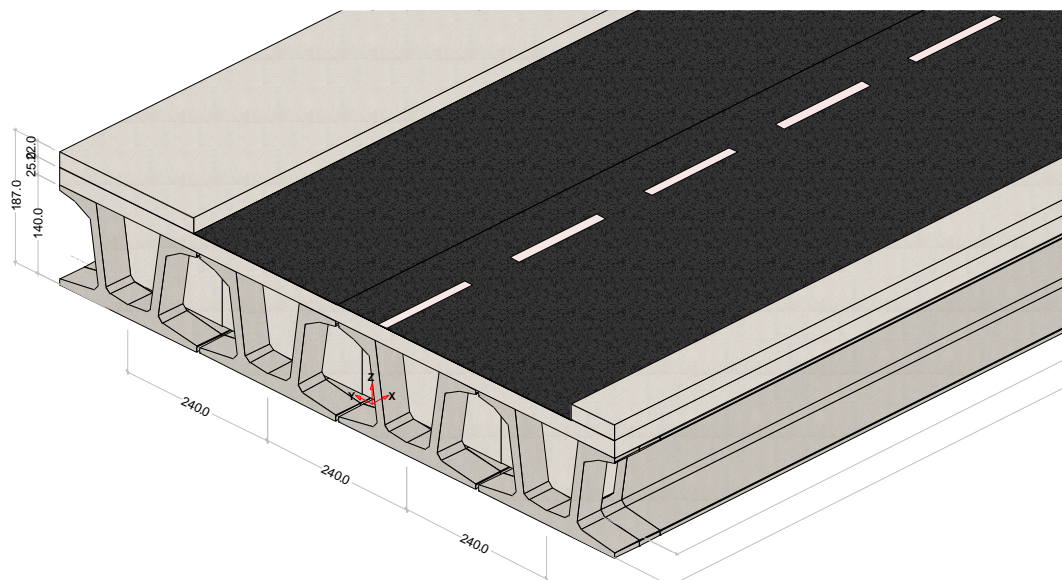
Le tensioni di trazione hanno segno positivo: tale convenzione è valida sia per il calcestruzzo sia per l'acciaio.

Si considera l'impalcato come un piano in cui un sistema di assi ortogonali x,y individua ogni punto di esso. L'asse x è diretto longitudinalmente all'asse delle travi, l'asse y ortogonalmente.

L'origine di questo sistema di riferimento è posizionata in corrispondenza dell'intersezione tra l'asse di simmetria delle travi prefabbricate e l'asse degli appoggi che fa riferimento alla spalla sinistra: da tale punto le grandezze x sono assunte positive.

Le grandezze y, perciò, rappresentano le eccentricità dei carichi ed hanno segno negativo verso destra e positivo verso sinistra.

L'asse delle z, ortogonale al piano x,y , ha lo zero sul fondo delle travi prefabbricate ed ha valori positivi verso l'alto.



Sistema di riferimento

7.2 MODALITA' DI COSTRUZIONE

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto in opera di traversi e soletta collaboranti. Le travi sono autoportanti, non necessitano di alcun rompitratta o puntellamento provvisorio durante l'esecuzione dell'impalcato.

Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono da sole al peso proprio ed a quello della soletta gettata in opera.

SECONDA FASE: Il sistema misto travi precomprese - soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

Le travi vengono costruite in uno stabilimento di prefabbricazione e successivamente trasportate a piè d'opera e varate. Il sistema di precompressione può essere del tipo a fili aderenti, pretesi, o a cavi postesi. I trefoli che costituiscono l'armatura di precompressione vengono tesati sino alla tensione σ_{sp} prevista nella presente relazione. Disposta l'armatura lenta per gli sforzi di taglio (staffe), ultimata la tesatura e fissata la cassatura, si procede al getto del calcestruzzo. La maturazione del calcestruzzo avviene con ciclo termico a vapore opportunamente tarato in funzione del mix-design e della resistenza R_{ck} che è richiesta al momento del taglio dei trefoli.

Una volta raggiunta la resistenza R_{ck} si procede all'allentamento delle armature di precompressione ed allo stoccaggio del manufatto.

7.3 METODO ED IPOTESI DI CALCOLO

L'impalcato viene realizzato con travi in semplice appoggio collaboranti tra loro grazie all'azione della soletta.

Esso, quindi, si presenta come una lastra appoggiata sui lati opposti caratterizzata da una forte ortotropia.

Per la ricerca delle sollecitazioni nei vari elementi componenti l'impalcato si ricorre al metodo di Massonnet che permette, mediante l'ausilio di opportuni coefficienti, di risolvere la ripartizione dei carichi e conoscere le sollecitazioni.

Questo metodo fu proposto da Guyon nel 1946 per un grigliato di travi prive di rigidità torsionale, ripreso da Massonnet nel 1950 per tener conto della torsione, infine esteso da Bares; questi ultimi Autori hanno sistemato in modo definitivo la materia in un libro ("Les calculs des grillages de ponts et dalles orthotropes selon la Method Guyon - Massonnet - Bares", Dunod, Parigi, 1966) che fornisce un gran numero di tabelle direttamente utilizzabili dal progettista e che ne ha agevolato una larga diffusione.

Nel grigliato ortotropo il procedimento di Massonnet trae origine dallo studio di un graticcio appoggiato in corrispondenza degli estremi delle travi principali longitudinali e libero sugli altri estremi e che si suppone equivalente ad una piastra ortotropa.

Se si osserva un graticcio di travi si constata che si tratta di una struttura a travi bidirezionali a direzioni per lo più ortogonali.

Il comportamento dell'impalcato dipende essenzialmente dalle rigidità flessionali e torsionali dei due ordini di travi e dalla loro reciproca influenza.

Si può, pertanto, pensare di assimilare l'impalcato ad una piastra ortotropa nella quale la caratterizzazione di comportamento nelle due direzioni sia data dalle rigidità flessionali e torsionali anziché dai legami costitutivi dei materiali.

Il metodo di Massonnet considera l'impalcato reale come una lastra rettangolare di larghezza teorica

$$2 \cdot B = n \cdot i \quad n = n.\text{travi}, \quad i = \text{interasse travi}$$

e lunghezza pari alla luce di calcolo; tiene conto della differente deformabilità della lastra in senso longitudinale e in senso trasversale.

Si considera una condizione di carico

$$p(x;e) = P_m \sin(\pi x/l)$$

variabile con legge sinusoidale ed agente parallelamente all'asse x con eccentricità e; per tale carico la deformata ha una legge $w(x,y;e)$ che si ottiene integrando l'equazione di Huber. Esprimendo in serie di Levy, la deformata assume la forma

$$w(x,y;e) = w(1/2,y;e) \sin(\pi x/l)$$

considerando una condizione di carico avente la stessa legge di variazione e lo stesso P_m ma distribuito su tutta la larghezza dell'impalcato

$$p(x;e) = (P_m/2b) \sin(\pi x/l)$$

si avrà una deformata cilindrica che può assumere la forma

$$w(x) = w(1/2) \sin(\pi x/l)$$

Si può, quindi, definire per una trave di ordinata y e carico di eccentricità e , il coefficiente di ripartizione trasversale (adimensionale)

$$K(y;e) = w(x,y;e) / w(x) = w(1/2,y;e) / w(1/2)$$

Si ha, pertanto, per il carico unitario di eccentricità e , il rapporto fra il carico su una trave di ordinata y e il carico medio $1/n$ dove n è il numero delle travi.

Il valore di $K(y;e)$ è stato calcolato dal Massonnet e tabellato in base ai parametri dai quali dipende e precisamente

- a) dal rapporto y/b rappresentante la posizione della trave longitudinale presa in considerazione (e lungo la quale y ha sempre lo stesso valore)
- b) dal rapporto e/b che rappresenta la posizione del carico
- c) dal rapporto di rigidezza torsionale (compreso tra 0 e 1)
- d) dal rapporto adimensionale di rigidezza flessionale

7.3.1 CODICE DI CALCOLO

Elaborazione automatica condotta con software :

- SIGMAC programma calcolo ponti - SIGMAc SOFT -
- proc. SIGMAC70 vers. 7.3 04/2023

7.4 DATI IMPALCATO

Tipo di impalcato: travi prefabbricate più soletta collaborante

7.4.1 DATI GEOMETRICI

Dati principali impalcato	
Luce di calcolo	3030.0
Larghezza cordolo sinistro	230.0
Larghezza carreggiata	650.0
Larghezza cordolo destro	75.0
Larghezza fuori tutto impalcato	955.0
Numero travi	4
Tipo trave	UH140A
Interasse travi	240.0
Larghezza travi	235.0
Lunghezza retrotrave	60.0

Lunghezza ringrosso	0.0
Lunghezza svasatura	0.0
Eccentricità travi-soletta	0.0
Spessore medio soletta	25.0
Spessore minimo soletta	20.0
Luce di calcolo soletta	0.0
Larghezza marciapiede sinistro	150.0
Dist. marciapiede sinistro	50.0
Larghezza marciapiede destro	0.0
Dist. marciapiede destro	0.0
Spessore medio cordoli	22.0



Sezione trasversale impalcato

7.4.2 TRAVERSI IN TESTATA

Dati principali traversi	
Altezza sezione traversi	120.0
Spessore sezione traversi	35.0

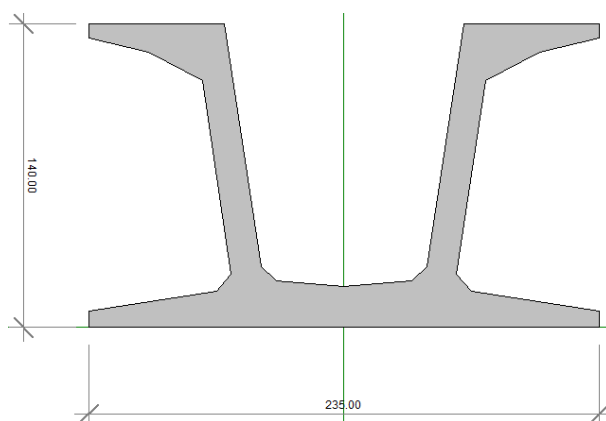
7.4.3 TRAVE PREFABBRICATA UH140A

Per la descrizione geometrica delle sezioni della trave viene utilizzato un sistema di riferimento x,y locale, avente asse x allineato con l'asse Y globale ma di direzione discorde, ed asse y concorde con asse Z globale.

Vertice n.	x	y
1	-117.5	0.0
2	-117.5	6.5
3	-117.5	7.6
4	-58.6	16.5
5	-51.9	24.7
6	-65.3	114.0
7	-90.0	127.0
8	-117.5	133.3

Vertice n.	x	y
9	-117.5	135.0
10	-117.5	140.0
11	-117.5	140.0
12	-55.0	140.0
13	-38.2	28.1
14	-31.3	21.6
15	0.0	19.0
16	31.3	21.6
17	38.2	28.1
18	55.0	140.0
19	117.5	140.0
20	117.5	140.0
21	117.5	135.0
22	117.5	133.3
23	90.0	127.0
24	65.3	114.0
25	51.9	24.7
26	58.6	16.5
27	117.5	7.6
28	117.5	6.5
29	117.5	0.0
30	117.5	0.0
31	-117.5	0.0

Altezza della sezione	140.0	[cm]
Spessore complessivo anime	28.4	[cm]
Area sezione di calcestruzzo	8665.9	[cm ²]
Ordinata y baricentro	56.8	[cm]
Ascissa x baricentro	0.0	[cm]
J baricentro	22813708.4	[cm ⁴]
Coefficiente torsionale	15184000.0	[cm ⁴]



7.4.4 GEOMETRIA GETTO IN OPERA

La geometria del volume di calcestruzzo gettato in opera viene descritta nel sistema di riferimento X,Y,Z globale dell'impalcato.

Vertice n.	Y	Z
1	477.5	140.0
2	477.5	165.0
3	0.0	165.0
4	-477.5	165.0
5	-477.5	140.0
6	-65.3	114.0

Lunghezza in direz. X	3150.0	[cm]
Altezza della sezione	25.0	[cm]
Area sezione	23875.0	[cm ²]
Z baricentro	152.5	[cm]
J baricentrico	1243489.6	[cm ⁴]

7.4.5 PARAMETRI DEI MATERIALI

Di seguito sono riportati i soli parametri dei materiali necessari per la determinazione delle sollecitazioni e delle deformazioni agenti sugli elementi costitutivi l'impalcato. Per una descrizione completa dei materiali utilizzati e delle loro caratteristiche si rimanda ai capitoli relativi alle verifiche.

Ritiro differenziale trave - soletta	0.00000	[-]
Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave	1.0	[-]
Modulo elastico trave e soletta (calcolo frecce)	300000.000	[daN/cm ²]
Peso specifico trave prefabbricata	0.0025	[daN/cm ³]
Peso specifico calcestruzzo getto in opera	0.0025	[daN/cm ³]

7.5 RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI

7.5.1 PARAMETRI DI MASSONNET

Eccentricità trave verificata (n.1)	Y	-360.0	[cm]
Luce di calcolo travi principali	L	3030.0	[cm]
Interasse traversi	L1	1.0	[cm]
Semilarghezza teorica impalcato	B	480.0	[cm]
Interasse travi	B1	240.0	[cm]

TRAVE			
area sezione cls trave+soletta	Ap	14634.7	[cm ²]
quota baricentro	Dp	95.8	[cm]
momento d'inerzia flessionale	Jp	55508531.67	[cm ⁴]
coefficiente di torsione	Cp	15184000.00	[cm ⁴]

TRAVERSO			
area sezione cls traverso+soletta	Ae	20.0	[cm ²]
quota baricentro da base sezione	De	10.0	[cm]
momento d'inerzia flessionale	Je	666.67	[cm ⁴]
coefficiente di torsione	Ce	666.67	[cm ⁴]

Larghezza soletta collaborante con il traverso = 1.0 [cm]

Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave = 1.0 [-]

Teta = 0.684 Radice alfa = 1.000

Coefficienti

Si calcolano i coefficienti d'influenza della 1 trave che ha una eccentricità $Y = 360$ [cm] e che risulta essere la più sollecitata:

Y=	480.0	360.0	240.0	120.0	0.0	-120.0	-240.0	-360.0	-480.0
K0	-0.594	-0.396	-0.174	0.127	0.571	1.214	2.059	3.006	3.894
K1	0.256	0.332	0.441	0.604	0.841	1.158	1.539	1.902	2.134
Ka	0.256	0.332	0.441	0.604	0.841	1.158	1.539	1.902	2.134

Vengono riportati di seguito i coefficienti μ_a relativi alla sezione $Y = 0.0$ del traverso, ed alla prima armonica.

Y=	480.0	360.0	240.0	120.0	0.0	-120.0	-240.0	-360.0	-480.0
ma	-0.040	-0.031	-0.015	0.022	0.108	0.022	-0.015	-0.031	-0.040

7.6 ANALISI DEI CARICHI

Le azioni da considerare nella progettazione dei ponti stradali sono:

- le azioni permanenti;
- le distorsioni, ivi comprese quelle dovute a presollecitazioni di progetto e quelle di origine termica;
- le azioni variabili da traffico;
- le azioni variabili di vento e neve;
- le azioni eccezionali;
- le azioni sismiche.

La viscosità deve essere considerata associata a quelle azioni per le quali dà effetto.

7.6.1 VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI PERMANENTI

1. Peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali: g_1
2. Carichi permanenti portati: g_2 (pavimentazione stradale, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).
3. Altre azioni permanenti: g_3 (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.).

7.6.1.1 FASE 1

Pesi gravanti sulla trave singola:

Lunghezza trave in asse	3150.0	[cm]
Peso trave (sezione filante)	21.25	[daN/cm]
Peso totale trave prefabbricata	66947	[daN]
Peso soletta gravante sulla trave	14.56	[daN/cm]
Peso trasverso in testata	1635	[daN]

7.6.1.2 FASE 2

Pavimentazione

La larghezza della carreggiata viene suddivisa in 20 intervalli uguali e per ciascuno di essi si determina il valore del coefficiente K_α di Massonnet in corrispondenza del proprio baricentro. Si procede poi alla somma di tali effetti in modo da ottenere la porzione del carico pavimentazione agente sulla trave considerata

Peso pavimentazione per unità di superficie	0.030	[daN/cm ²]
Carico gravante sulla trave da verificare	5.42	[daN/cm]

Peso dei cordoli

I cordoli in calcestruzzo non hanno funzione strutturale.

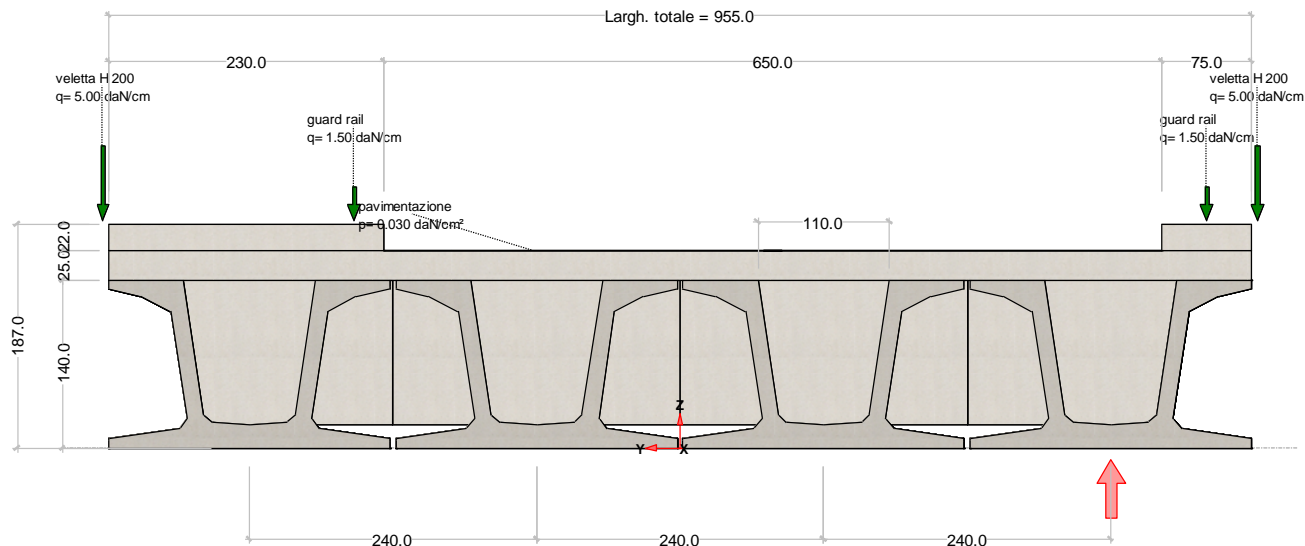
Il loro peso viene applicato al modello di calcolo come carico lineare uniforme distribuito su tutta la luce e posizionato nella sezione trasversale con eccentricità pari alla distanza tra il proprio baricentro e l'asse dell'impalcato.

	peso lineare [daN/cm]	ecc.Y [cm]	peso totale [daN]
cordolo sinistro	12.41	362.5	37601
cordolo destro	4.05	-440.0	12261

Carichi lineari di 2a fase sull'impalcato (extra2)

A questi carichi viene applicato il metodo di Massonnet calcolandone il relativo coefficiente di ripartizione trasversale per la trave in esame.

n.	Descrizione	q [daN/cm]	ecc.Y	X'i	Rif.X'i	X'f	Rif.X'f
1	guard rail	2	-440.0	0.0	Appoggio iniziale	0.0	Appoggio finale
2	guard rail	2	272.5	0.0	Appoggio iniziale	0.0	Appoggio finale
3	veletta H 200	5	-482.5	0.0	Appoggio iniziale	0.0	Appoggio finale
4	veletta H 200	5	482.5	0.0	Appoggio iniziale	0.0	Appoggio finale



7.6.2 VALORI CARATTERISTICI DELLE AZIONI VARIABILI

7.6.2.1 TRAFFICO VEICOLARE

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00 m.

In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a 5,40 m.

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

Categoria ponte : Stradale 1a categoria

Numero assi per corsia: 2

corsia	Nome	Q [daN]	p [daN/cm ²]	αQ	αq
1	NTC2018-colonna 1	30000	0.090	1.00	1.00
2	NTC2018-colonna 2	20000	0.025	1.00	1.00
3	NTC2018-colonna 3	10000	0.025	1.00	1.00
4	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
5	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
6	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
7	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
8	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
9	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00
10	NTC2018-colonna >3	0	0.025	1.00	1.00

Carico folla sui marciapiedi = 0.050 [daN/cm²]

Coefficiente moltiplicativo in combinazione = 0.500

7.6.2.2 CARICO NEVE

Come specificato dalle norme al punto 5.1.3.7 per i ponti non coperti l'azione della neve non è da considerarsi concomitante con i carichi da traffico, e per questo motivo non è presente in combinazione con i carichi da traffico.

La combinazione che vede la neve come carico dominante, senza i carichi da traffico per il motivo suddetto, porta a valori di sollecitazione di 2 ordini di grandezza più piccoli, e non viene qui considerata.

7.6.2.3 VENTO

La struttura in esame non presenta particolari snellezze e conformazioni tali da essere soggetta a fenomeni di risonanza o instabilità per l'azione del vento.

Per valutare la forza laterale generata da questa azione si assume un valore di pressione pari a 250 [daN/m²] agente orizzontalmente su una superficie alta 3 metri oltre allo spessore della struttura e di lunghezza pari alla lunghezza delle travi.

L'azione del vento viene presa in considerazione ai fini della determinazione delle azioni laterali sugli appoggi. Gli effetti flessionali secondari dati dall'azione orizzontale sulla sagoma dei mezzi transitanti sul ponte vengono trascurati in quanto non significativi.

7.6.2.4 AZIONE TERMICA

La struttura è isostatica, le variazioni termiche non inducono sollecitazioni negli elementi strutturali dell'impalcato.

Lo schema di vincolo consente le dilatazioni longitudinali e trasversali dell'impalcato. La massima deformazione dell'impalcato può essere valutata, con criterio conservativo, applicando una escursione termica della struttura di 40°.

In queste ipotesi la variazione massima in lunghezza dell'impalcato è pari a

$$\Delta L_{\text{impalcato}} = 40 \cdot 0.000012 \cdot 31500 = 15.12 \text{ [mm]}$$

7.6.2.1 AZIONI DA URTO

Al fine della definizione delle azioni da urto risulta possibile far riferimento al capitolo 5.1.3.10 delle NTC2018 “Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio: q8”.

Le barriere di sicurezza stradali e gli elementi strutturali ai quali sono collegate devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta, per l'impiego specifico, dalle norme nazionali applicabili. Nel progetto dell'impalcato deve essere considerata una combinazione di carico nella quale al sistema di forze orizzontali, equivalenti all'effetto dell'azione d'urto sulla barriera di sicurezza stradale, si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza alla barriera stessa e disposto nella posizione più gravosa. Tale sistema di forze orizzontali potrà essere valutato dal progettista, alternativamente, sulla base:

- delle risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto al vero, su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, mediante l'utilizzo di strumentazione idonea a registrare l'evoluzione degli effetti dinamici;
- del riconoscimento di equivalenza tra il sistema di forze e le azioni trasmesse alla struttura, a causa di urti su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, laddove tale equivalenza risulti da valutazioni teoriche e/o modellazioni numerico-sperimentali;

In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 e h_2 , dove $h_1 = (\text{altezza della barriera} - 0,10\text{m})$ e $h_2 = 1,00 \text{ m}$.

Nel dimensionamento degli elementi strutturali ai quali è collegata la barriera si deve tener conto della eventuale sovrapposizione delle zone di diffusione di tale sistema di forze, in funzione della geometria della barriera e delle sue condizioni di vincolo. Per il dimensionamento dell'impalcato, le forze orizzontali così determinate devono essere amplificate di un fattore pari a 1,50. Il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto di veicolo in svio deve essere assunto unitario.

Occorre pertanto verificare la resistenza del cordolo cui sono collegate le barriere di sicurezza nei confronti delle azioni da urto veicolare. Tali azioni, si ricorda, sono azioni eccezionali, quindi (come vedremo di seguito) caratterizzate da coefficienti di sicurezza dei materiali (cfr. §4.1.4) e da coefficienti di amplificazione dei carichi (cfr. §2.5.3) unitari.

Stando a quanto recita il §3.6.3.3.2, è possibile valutare l'azione da urto:

- Considerando un'azione di 100 kN applicata ad una altezza dal piano di marcia h , (definita come la minore tra 1,0 m e l'altezza della barriera depurata di 100 mm);

Oppure

- considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza può fornire. Tale approccio ottempera quanto previsto dal § 4.7.3.3 della UNI EN 1991-2 così come emendato dall'appendice nazionale (G.U. 27 Marzo 2013, DM 31/07/2012).

In particolare, occorre considerare un carico orizzontale Q_{urto} pari a 100 kN "in assenza di specifiche prescrizioni", ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del cordolo le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata.

7.7 APPLICAZIONE DEL METODO DI MASSONNET

7.7.1 PESO CORDOLI

Descrizione	[daN/cm]	ecc.Y	K Massonnet	m Massonnet
cordolo sinistro	12.410	362.5	0.330	-0.031
cordolo destro	4.047	-440.0	2.065	-0.037

7.7.2 LINEARI PER TRAVE

Vengono considerati concentrati in direzione y e uniformemente distribuiti in direzione x .

n.	Descrizione	q [daN/cm]	ecc.Y	K Massonnet	m Massonnet
1	guard rail	1.50	-440.0	2.065	-0.037
2	guard rail	1.50	272.5	0.407	-0.021
3	veletta H 200	5.00	-482.5	2.139	-0.040
4	veletta H 200	5.00	482.5	0.254	-0.040

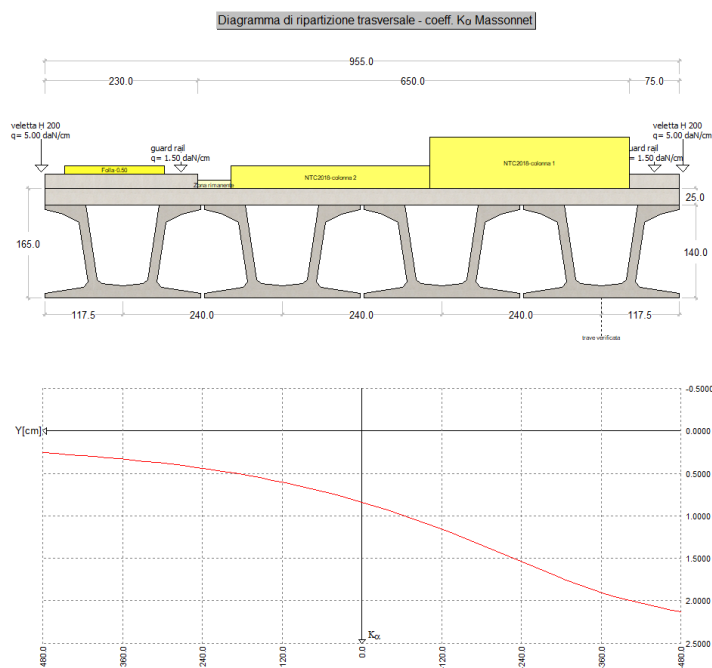
7.7.3 CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 1

Si osserva che la Trave 1 risulta essere la più sollecitata.

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc.Y	Larghezza	K_a
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	-252.5	300.0	1.580
NTC2018-colonna 2	20000	7.50	47.5	300.0	0.738
Zona rimanente	0	1.25	222.5	50.0	0.461

Descrizione	q [daN/cm]	ecc.Y	Larghezza	K_a
Folla marc. sx	7.50	372.5	150.0	0.323

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.



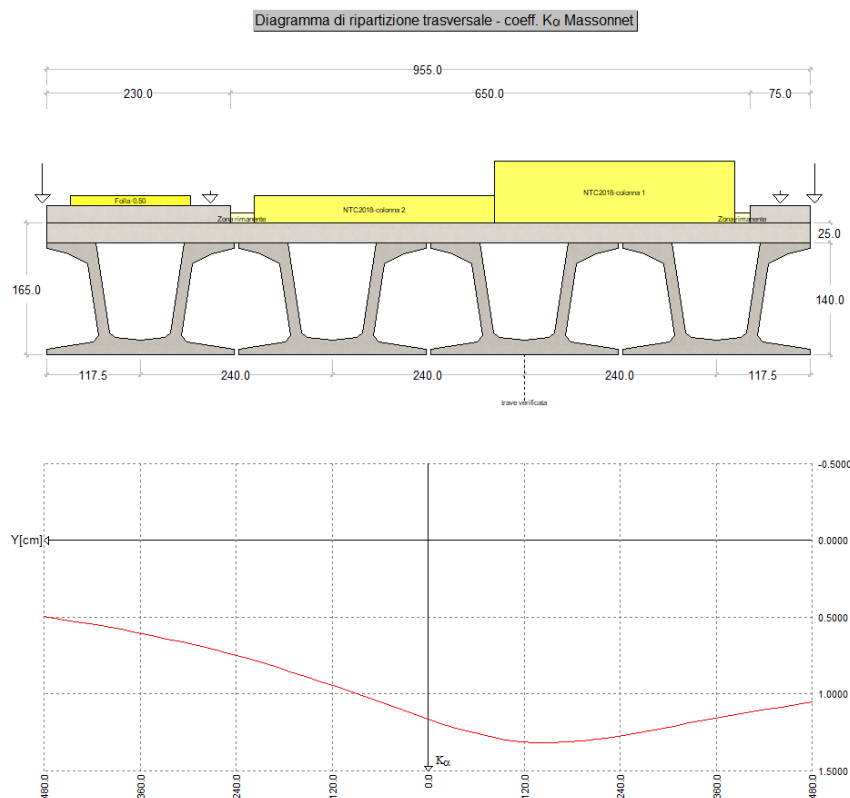
7.7.4 CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 2

Si osserva che la Trave 1 risulta essere la più sollecitata.

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	K_α
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	-232.5	300.0	1.279
NTC2018-colonna 2	20000	7.50	67.5	300.0	1.042
Zona rimanente	0	0.50	-392.5	20.0	1.128
Zona rimanente	0	0.75	232.5	30.0	0.761

Descrizione	q [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	K_α
Folla marc. sx	7.50	372.5	150.0	0.592

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.



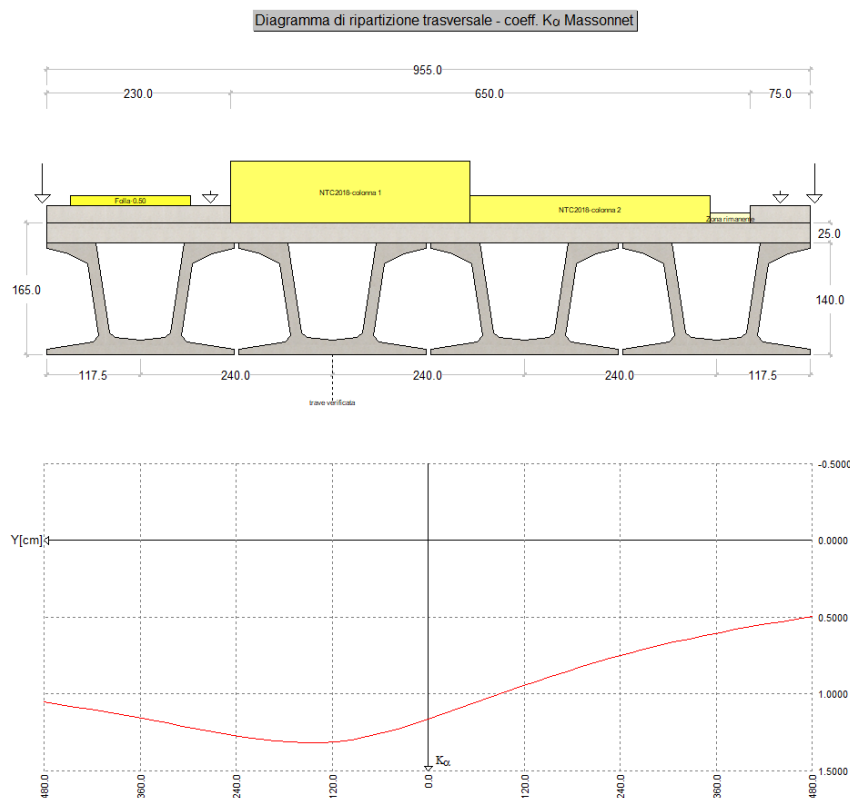
7.7.5 CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 3

Si osserva che la Trave 1 risulta essere la più sollecitata.

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	K_a
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	97.5	300.0	1.300
NTC2018-colonna 2	20000	7.50	-202.5	300.0	0.806
Zona rimanente	0	1.25	-377.5	50.0	0.587

Descrizione	q [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	K_a
Folla marc. sx	7.50	372.5	150.0	1.147

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.



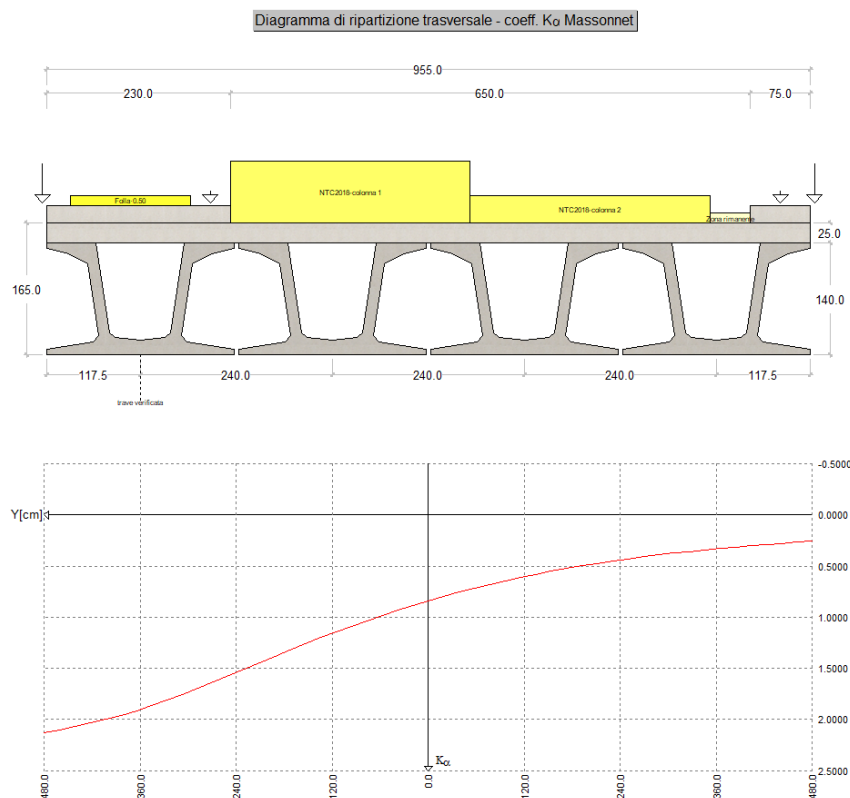
7.7.6 CARICHI MOBILI PER MASSIMO EFFETTO SULLA TRAVE 4

Si osserva che la Trave 1 risulta essere la più sollecitata.

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc.Y	Larghezza	K_a
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	97.5	300.0	1.093
NTC2018-colonna 2	20000	7.50	-202.5	300.0	0.485
Zona rimanente	0	1.25	-377.5	50.0	0.320

Descrizione	q [daN/cm]	ecc.Y	Larghezza	K_a
Folla marc. sx	7.50	372.5	150.0	1.932

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.

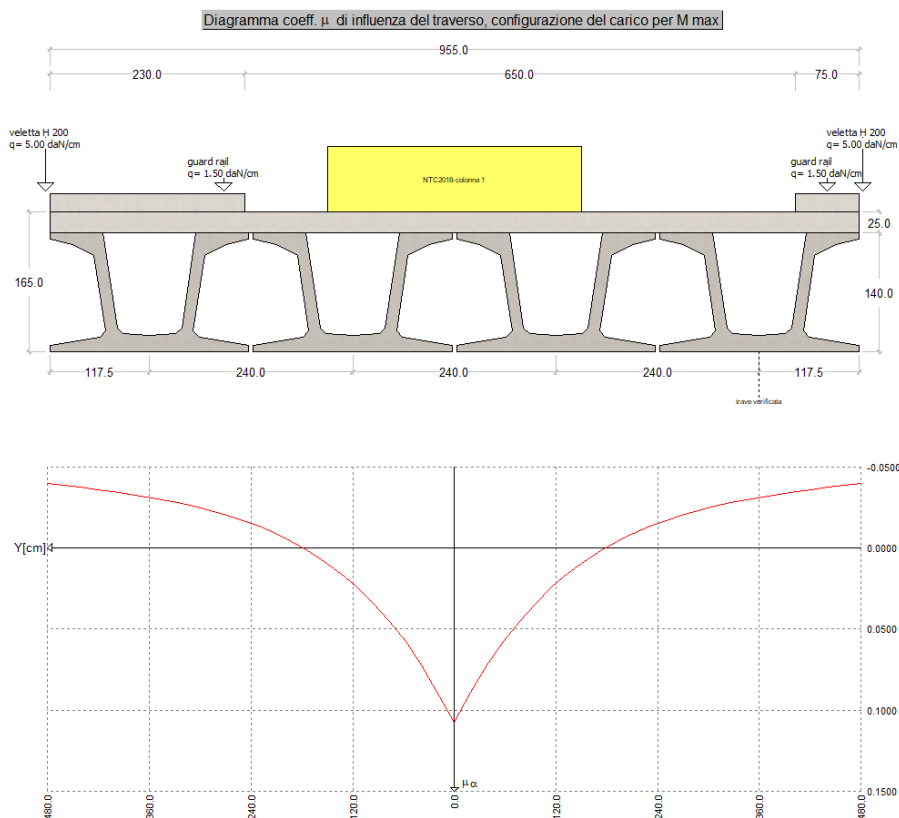


7.7.7 CARICHI MOBILI PER CALCOLO M MAX TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE)

La ricerca del massimo momento flettente (che tende le fibre inferiori) viene effettuata spostando i carichi mobili in senso longitudinale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per il singolo traverso o per la soletta e in senso trasversale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per la singola sezione del traverso o della soletta.

A titolo esemplificativo si riporta il diagramma del coefficiente di influenza del traverso/soletta in corrispondenza della sezione di eccentricità $Y=0$

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	m
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	0.0	300.0	0.108



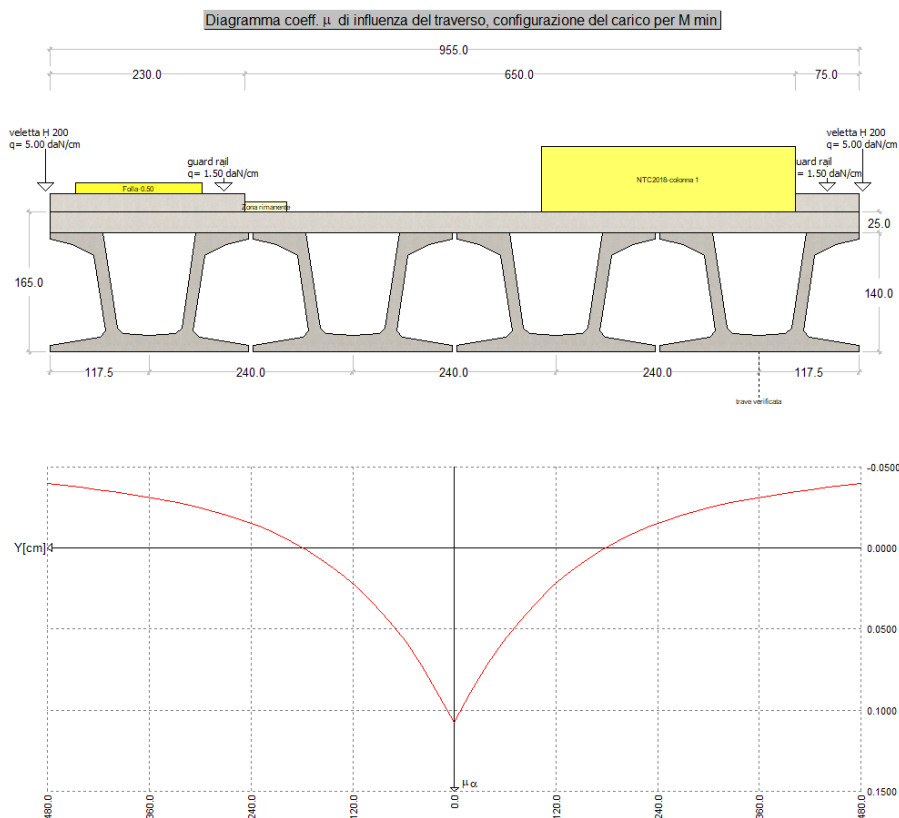
7.7.8 CARICHI MOBILI PER CALCOLO M MIN TRASV. SOLETTA (EFFETTO GLOBALE)

La ricerca del minimo momento flettente (che tende le fibre superiori) viene effettuata spostando i carichi mobili in senso longitudinale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per il singolo traverso o per la soletta, e in senso trasversale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per la singola sezione del traverso o della soletta.

A titolo esemplificativo si riporta il diagramma del coefficiente di influenza del traverso/soletta in corrispondenza della sezione di eccentricità $Y=0$

Descrizione	$Q \cdot a$ [daN]	$q \cdot a$ [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	m
NTC2018-colonna 1	30000	27.00	-252.5	300.0	-0.017
Zona rimanente	0	1.25	222.5	50.0	-0.011

Descrizione	q [daN/cm]	ecc. Y	Larghezza	m
Folla SX	7.50	372.5	150.0	-0.032



7.8 METODO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE - COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE

Le combinazioni di carico considerate sono quelle indicate dal D.M. 17 gennaio 2018 al punto 5.1.3

I carichi di interesse ai fini del dimensionamento e della verifica dell'impalcato, secondo la definizione riportata dalla suddetta normativa, sono:

- Azioni permanenti:

peso proprio degli elementi strutturali: g_1 ;

carichi permanenti portati: g_2 (pavimentazione stradale; marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili);

altre azioni permanenti: g_3 (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.);

- Deformazioni impresse:

distorsioni e presollecitazioni di progetto: ε_1 ;

Effetti reologici - ritiro e viscosità: ε_2 , ε_3 ;

cedimenti vincolari ε_4 ;

- Azioni variabili:

Traffico veicolare; Q_1

Vento e neve; q_5

Variazioni termiche q_7 ;

- Azioni eccezionali;
- Azioni sismiche.

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (A1 STR) valgono:

	$\gamma_{sup.}$	$\gamma_{inf.}$
Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali	1.35	1.00
Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali	1.50	0.00
Coeff. sicurezza carichi traffico	1.35	0.00
Coeff. sicurezza carichi variabili	1.50	0.00

I coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali da utilizzare nelle combinazioni di carico agli SLE valgono:

Carico	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gruppo 1 - Schema 1 - carichi distribuiti	0.40	0.40	0.00
gruppo 1 - Schema 1 - carichi tandem	0.75	0.75	0.00
gruppi 2 - frenatura/centrifuga	0.00	0.00	0.00
gruppo 3 - Schema 5	0.00	0.00	0.00
gruppo 4 - Schema 5 (folla)	0.00	0.75	0.00
gruppo 5 - veicoli speciali	0.00	0.00	0.00
gruppo 1 - Schema 2 (asse singolo)	0.00	0.75	0.00
vento a ponte scarico	0.60	0.20	0.00
termico	0.60	0.60	0.50

I coefficienti ψ si riferiscono ai gruppi di azioni 1,2a,2b come specificato dalla tabella 5.1.IV del D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini delle verifiche degli stati limite vengono prese in considerazione le seguenti combinazioni delle azioni:

Verifiche agli stati limite ultimi

situazioni persistenti e transitorie EQU/STR/GEO

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Verifiche agli stati limite di esercizio

combinazione caratteristica (rara):

$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione frequente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione quasi permanente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

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

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

7.9 TRAVE 1 – SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le sollecitazioni determinate per la trave può sollecitata (Trave 1)

7.9.1 VALORI CARATTERISTICI

7.9.1.1 PRIMA FASE - AL TAGLIO TREFOLI ED IN OPERA

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199	0	22061
100.0		3103989	30073	2126714	20605
200.0		6007357	27948	4115971	19149
300.0		8698036	25823	5959503	17692
400.0		11169050	23697	7652531	16236
500.0		13439444	21572	9208103	14780
600.0		15485078	19447	10609680	13324
700.0		17323118	17321	11869022	11868
800.0		18955442	15196	12987417	10412
900.0		20361128	13071	13950530	8955
1000.0		21566193	10945	14776187	7499
1100.0		22553473	8820	15452626	6043
1200.0		23326184	6695	15982053	4587
1300.0		23898275	4569	16374024	3131
1400.0		24240511	2444	16608509	1675
1500.0		24385478	319	16707834	218
1515.0	mezzeria	24390406	0	16711210	0
1600.0		24309172	-1807	16655553	-1238
1700.0		24016556	-3932	16455065	-2694
1800.0		23523318	-6057	16117121	-4150
1900.0		22807199	-8182	15626468	-5606
2000.0		21881608	-10308	14992294	-7062
2100.0		20752177	-12433	14218459	-8519
2200.0		19394232	-14558	13288057	-9975
2300.0		17835667	-16684	12220197	-11431
2400.0		16061192	-18809	11004407	-12887
2500.0		14070273	-20934	9640319	-14343
2600.0		11878733	-23060	8138774	-15799
2700.0		9459214	-25185	6481029	-17256
2800.0		6835320	-27310	4683254	-18712
2900.0		4002491	-29436	2742327	-20168
3000.0		946243	-31561	648323	-21624
3030.0	appoggio	0	-32199	0	-22061

7.9.1.2 SECONDA FASE - CARICHI PERMANENTI

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	4718	-347676
100.0		454816	4407	-343728
200.0		880236	4095	-333157
300.0		1274491	3784	-316125
400.0		1636559	3472	-293453
500.0		1969232	3161	-266728
600.0		2268971	2849	-236894
700.0		2538292	2538	-205626
800.0		2777470	2227	-174107
900.0		2983440	1915	-143577
1000.0		3160014	1604	-114725
1100.0		3304677	1292	-88194
1200.0		3417899	981	-64109
1300.0		3501726	670	-42139
1400.0		3551872	358	-22034
1500.0		3573114	47	-2841
1515.0	mezzeria	3573836	0	0
1600.0		3561933	-265	16189
1700.0		3519057	-576	36010
1800.0		3446784	-888	57267
1900.0		3341854	-1199	80721
2000.0		3206231	-1510	106546
2100.0		3040739	-1822	134642
2200.0		2841765	-2133	164834
2300.0		2613394	-2445	196137
2400.0		2353387	-2756	227630
2500.0		2061665	-3067	257949
2600.0		1740547	-3379	285945
2700.0		1386024	-3690	309789
2800.0		1001554	-4002	328638
2900.0		586470	-4313	341447
3000.0		138650	-4625	347001
3030.0	appoggio	0	-4718	347676

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	14140	-828724
100.0		1363128	13207	-821636
200.0		2638152	12273	-802550
300.0		3819773	11340	-771467
400.0		4904928	10407	-729332
500.0		5901979	9473	-678539
600.0		6800326	8540	-619944

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
700.0		7607508	7607	-556085
800.0		8324349	6673	-488638
900.0		8941661	5740	-419087
1000.0		9470869	4807	-348958
1100.0		9904437	3873	-279168
1200.0		10243776	2940	-210344
1300.0		10495011	2007	-142604
1400.0		10645305	1073	-75959
1500.0		10708968	140	-9886
1515.0	mezzeria	10711133	0	0
1600.0		10675458	-793	56082
1700.0		10546955	-1727	122551
1800.0		10330348	-2660	189883
1900.0		10015861	-3593	258409
2000.0		9609385	-4527	327954
2100.0		9113391	-5460	398077
2200.0		8517045	-6393	467870
2300.0		7832596	-7327	536162
2400.0		7053329	-8260	601339
2500.0		6179010	-9193	661467
2600.0		5216587	-10127	715238
2700.0		4154047	-11060	759768
2800.0		3001755	-11993	794345
2900.0		1757708	-12927	817532
3000.0		415546	-13860	827514
3030.0	appoggio	0	-14140	828724

7.9.1.3 SECONDA FASE - CARICHI DA TRAFFICO

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	30461	496330
100.0		2934269	29435	975660
200.0		5674909	28410	1063324
300.0		8210272	27384	923622
400.0		10533627	26358	748904
500.0		12663353	25333	595697
600.0		14576154	24307	426665
700.0		16288595	23282	371632
800.0		17802490	22256	-404954
900.0		19097647	21230	-429588
1000.0		20199175	20205	-430329
1100.0		21090507	19179	-411028
1200.0		21774750	18154	-377178
1300.0		22265365	17128	-333250
1400.0		22534135	16102	-281603
1500.0		22612513	-289	-234787

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1515.0	mezzeria	22608039	-14923	-234374
1600.0		22581943	-15795	265359
1700.0		22361062	-16820	318140
1800.0		21946552	-17846	365097
1900.0		21316929	-18871	402192
2000.0		20485135	-19897	426051
2100.0		19456606	-20923	433008
2200.0		18207527	-21948	414654
2300.0		16764819	-22974	367229
2400.0		15113727	-24000	-383795
2500.0		13253735	-25025	-557623
2600.0		11200113	-26051	-698673
2700.0		8926460	-27076	-870878
2800.0		6455553	-28102	-1031008
2900.0		3782994	-29128	-1053661
3000.0		894803	-30153	-670125
3030.0	appoggio	0	-30461	-496330

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	18471	344888
100.0		1780601	17273	336513
200.0		3446117	16114	314292
300.0		4989622	14995	279128
400.0		6407118	13918	233776
500.0		7709528	12878	182477
600.0		8883005	11881	202253
700.0		9937395	10924	207173
800.0		10873776	10005	185633
900.0		11680147	9130	175524
1000.0		12371432	8292	199971
1100.0		12937784	7495	224309
1200.0		13381050	6739	241241
1300.0		13709229	6021	251118
1400.0		13905552	5347	254842
1500.0		13988713	4472	266815
1515.0	mezzeria	13991540	4154	277768
1600.0		13944940	-5151	-255289
1700.0		13777081	-5816	-252560
1800.0		13494136	-6519	-245043
1900.0		13083334	-7264	-230192
2000.0		12552369	-8049	-207851
2100.0		11904472	-8873	-180231
2200.0		11125488	-9739	-178763
2300.0		10231418	-10644	-200909
2400.0		9213492	-11589	-221153

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2500.0		8071402	-12576	-166368
2600.0		6814227	-13601	-219027
2700.0		5426272	-14668	-266307
2800.0		3921077	-15775	-304882
2900.0		2296026	-16920	-331688
3000.0		542812	-18109	-343453
3030.0	appoggio	0	-18471	-344888

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	918	164310
100.0		88492	857	163345
200.0		171265	797	160719
300.0		247974	736	156360
400.0		318421	676	150264
500.0		383148	615	142641
600.0		441468	554	133396
700.0		493869	494	122758
800.0		540405	433	110842
900.0		580480	373	97663
1000.0		614836	312	83501
1100.0		642982	251	68422
1200.0		665012	191	52612
1300.0		681322	130	36267
1400.0		691079	70	19504
1500.0		695211	9	2551
1515.0	mezzeria	695352	0	0
1600.0		693036	-52	-14436
1700.0		684694	-112	-31259
1800.0		670632	-173	-47768
1900.0		650216	-233	-63748
2000.0		623828	-294	-79051
2100.0		591629	-354	-93552
2200.0		552915	-415	-106978
2300.0		508481	-476	-119319
2400.0		457892	-536	-130366
2500.0		401133	-597	-139987
2600.0		338654	-657	-148190
2700.0		269675	-718	-154686
2800.0		194870	-779	-159579
2900.0		114108	-839	-162784
3000.0		26977	-900	-164145
3030.0	appoggio	0	-918	-164310

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	49391	923373
100.0		4759116	47137	1393846
200.0		9206658	44922	1457976
300.0		13323881	42747	1280930
400.0		17099955	40614	1057812
500.0		20564455	38519	849494
600.0		23679892	36466	695616
700.0		26472925	34452	403922
800.0		28946469	32478	-163899
900.0		31068034	30546	-205232
1000.0		32878025	28653	-188607
1100.0		34349783	26800	-152507
1200.0		35488306	24988	-109630
1300.0		36315255	23214	-63999
1400.0		36785227	21484	-17009
1500.0		36948831	4187	33303
1515.0	mezzeria	36947254	-10768	43394
1600.0		36873401	-20972	2852
1700.0		36480489	-22692	49951
1800.0		35776004	-24451	96170
1900.0		34725371	-26252	140126
2000.0		33349418	-28093	178674
2100.0		31656893	-29973	206001
2200.0		29609472	-31895	182402
2300.0		27250478	-33856	-30987
2400.0		24556166	-35857	-670131
2500.0		21525704	-37900	-793984
2600.0		18183667	-39980	-991795
2700.0		14487569	-42104	-1214527
2800.0		10474065	-44266	-1415680
2900.0		6136074	-46468	-1466741
3000.0		1451103	-48712	-1095651
3030.0	appoggio	0	-49391	-923373

7.9.2 VALORI DI COMBINAZIONE

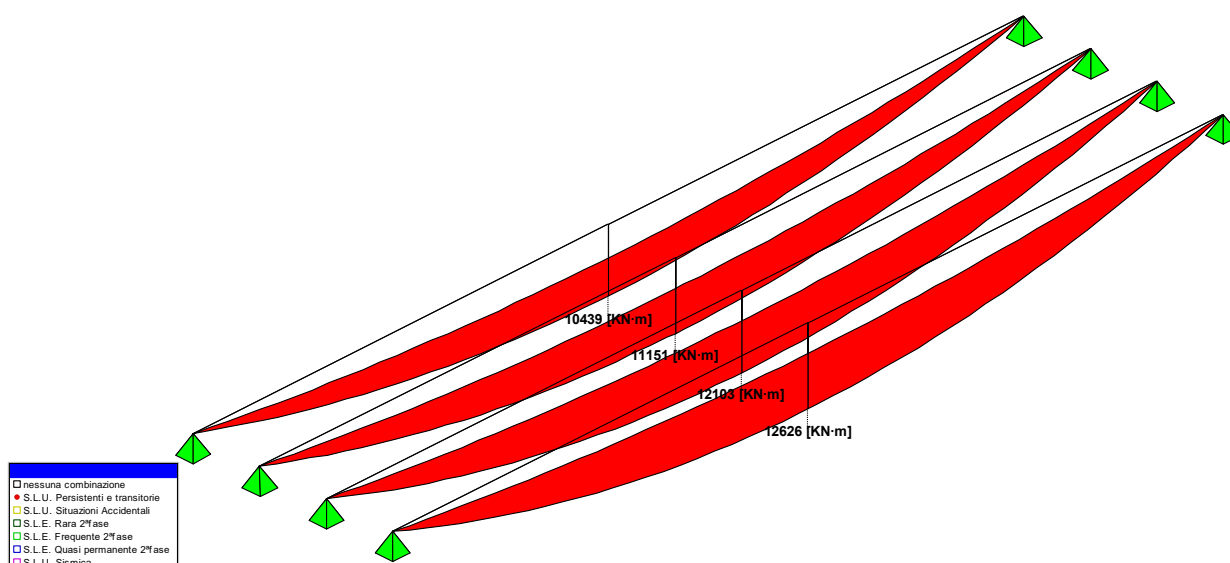
7.9.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

7.9.2.1.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

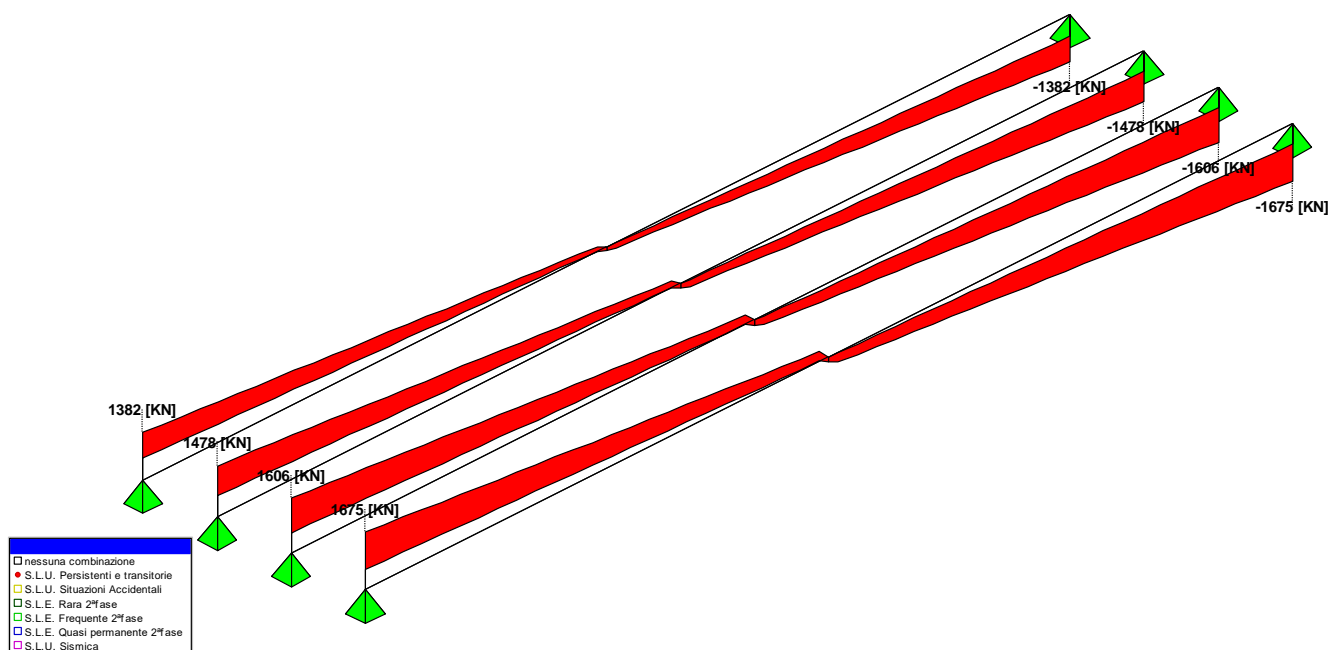
$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,1} \}$$

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	43468
100.0		4190385	40599
200.0		8109933	37730
300.0		11742348	34861
400.0		15078218	31991
500.0		18143249	29122
600.0		20904856	26253
700.0		23386210	23384
800.0		25589846	20515
900.0		27487523	17645
1000.0		29114361	14776
1100.0		30447188	11907
1200.0		31490349	9038
1300.0		32262672	6169
1400.0		32724689	3300
1500.0		32920395	430
1515.0	mezzeria	32927049	0
1600.0		32817383	-2439
1700.0		32422350	-5308
1800.0		31756480	-8177
1900.0		30789718	-11046
2000.0		29540170	-13916
2100.0		28015439	-16785
2200.0		26182214	-19654
2300.0		24078150	-22523
2400.0		21682610	-25392
2500.0		18994868	-28261
2600.0		16036289	-31131
2700.0		12769939	-34000
2800.0		9227682	-36869
2900.0		5403363	-39738
3000.0		1277428	-42607
3030.0	appoggio	0	-43468



Involuppo del momento flettente sulle travi in situazioni SLU P/T



Involuppo del taglio sulle travi in situazioni SLU P/T

7.9.2.1.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	73250
100.0		7061449	68415
200.0		13666494	63580
300.0		19787677	58745
400.0		25409135	53910
500.0		30574189	49075

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
600.0		35227923	44240
700.0		39409390	39405
800.0		43122859	34570
900.0		46320738	29735
1000.0		49062213	24900
1100.0		51308233	20065
1200.0		53066121	15230
1300.0		54367605	10395
1400.0		55146176	5560
1500.0		55475971	725
1515.0	mezzeria	55487183	0
1600.0		55302379	-4110
1700.0		54636688	-8945
1800.0		53514593	-13780
1900.0		51885450	-18615
2000.0		49779768	-23450
2100.0		47210360	-28285
2200.0		44121090	-33120
2300.0		40575417	-37955
2400.0		36538560	-42790
2500.0		32009299	-47625
2600.0		27023634	-52460
2700.0		21519328	-57295
2800.0		15550076	-62130
2900.0		9105504	-66965
3000.0		2152665	-71800
3030.0	appoggio	0	-73250

7.9.2.1.3 Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	167507	-1712448
100.0		16144949	157810	-1696488
200.0		31241028	148164	-1653588
300.0		45225139	138572	-1583970
400.0		58060821	129037	-1490159
500.0		69847635	119553	-1377891
600.0		80459378	110126	-1249723
700.0		89985795	100752	-1111722
800.0		98436700	91431	-1189265
900.0		105702719	82168	-1099522

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1000.0		111919870	72956	-932935
1100.0		116998408	63800	-743699
1200.0		120955162	54699	-550065
1300.0		123863046	45649	-357191
1400.0		125569218	36657	-166646
1500.0		126244048	6650	42119
1515.0	mezzeria	126257353	-14537	58582
1600.0		125903266	-33969	109828
1700.0		124456507	-42947	299874
1800.0		121960879	-51977	491966
1900.0		118299997	-61064	685758
2000.0		113543971	-70205	876978
2100.0		107722250	-79397	1056984
2200.0		100705828	-88648	1170573
2300.0		92640537	-97950	1069027
2400.0		83446449	-107308	1209309
2500.0		73120760	-116720	1340432
2600.0		61746203	-126184	1458882
2700.0		49179749	-135707	1557868
2800.0		35544794	-145281	1635178
2900.0		20817501	-154909	1687250
3000.0		4922150	-164594	1709722
3030.0	appoggio	0	-167507	1712448

7.9.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.9.2.2.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{1,k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199
100.0		3103989	30073
200.0		6007357	27948
300.0		8698036	25823
400.0		11169050	23697
500.0		13439444	21572
600.0		15485078	19447
700.0		17323118	17321
800.0		18955442	15196
900.0		20361128	13071
1000.0		21566193	10945
1100.0		22553473	8820
1200.0		23326184	6695
1300.0		23898275	4569
1400.0		24240511	2444
1500.0		24385478	319
1515.0	mezzeria	24390406	0
1600.0		24309172	-1807

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
1700.0		24016556	-3932
1800.0		23523318	-6057
1900.0		22807199	-8182
2000.0		21881608	-10308
2100.0		20752177	-12433
2200.0		19394232	-14558
2300.0		17835667	-16684
2400.0		16061192	-18809
2500.0		14070273	-20934
2600.0		11878733	-23060
2700.0		9459214	-25185
2800.0		6835320	-27310
2900.0		4002491	-29436
3000.0		946243	-31561
3030.0	appoggio	0	-32199

7.9.2.2.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	54260
100.0		5230703	50678
200.0		10123329	47097
300.0		14657539	43515
400.0		18821582	39934
500.0		22647547	36352
600.0		26094758	32771
700.0		29192141	29189
800.0		31942858	25608
900.0		34311658	22026
1000.0		36342380	18445
1100.0		38006099	14863
1200.0		39308238	11282
1300.0		40272300	7700
1400.0		40849019	4119
1500.0		41093312	537
1515.0	mezzeria	41101617	0
1600.0		40964725	-3044
1700.0		40471621	-6626
1800.0		39640439	-10207
1900.0		38433667	-13789
2000.0		36873902	-17370
2100.0		34970637	-20952
2200.0		32682289	-24533
2300.0		30055864	-28115
2400.0		27065600	-31696
2500.0		23710592	-35278

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
2600.0		20017507	-38859
2700.0		15940243	-42441
2800.0		11518575	-46022
2900.0		6744818	-49604
3000.0		1594567	-53185
3030.0	appoggio	0	-54260

7.9.2.2.3 Seconda fase - combinazione Caratteristica (Rara)

$$E_d = E\{ \Sigma G1_{k,2}^{a \text{ fase}} + \Sigma G2_{k,2}^{a \text{ fase}} + Q_{k, \text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	68249	-253027
100.0		6577060	64751	228481
200.0		12725046	61291	322268
300.0		18418145	57871	193338
400.0		23641442	54493	35027
500.0		28435666	51153	-95772
600.0		32749190	47855	-161222
700.0		36618725	44597	-357788
800.0		40048288	41378	-662745
900.0		42993135	38201	-562663
1000.0		45508908	35063	-463683
1100.0		47558896	31966	-367362
1200.0		49149981	28909	-274454
1300.0		50311992	25891	-184743
1400.0		50982404	22916	-97993
1500.0		51230913	4373	20576
1515.0	mezzeria	51232223	-10768	43394
1600.0		51110792	-22030	75123
1700.0		50546501	-24995	208512
1800.0		49553136	-27999	343321
1900.0		48083087	-31045	479256
2000.0		46165034	-34130	613174
2100.0		43811024	-37254	738720
2200.0		40968282	-40422	815106
2300.0		37696467	-43627	732299
2400.0		33962881	-46873	828969
2500.0		29766378	-50160	919416
2600.0		25140801	-53486	1001182
2700.0		20027640	-56854	1069557
2800.0		14477374	-60261	1122983
2900.0		8480252	-63708	1158978
3000.0		2005298	-67196	1174515
3030.0	appoggio	0	-68249	1176399

7.9.2.2.4 Seconda fase - combinazione Frequente

$$E_d = E\{ \Sigma G1_{k,2}^{a \text{ fase}} + \Sigma G2_{k,2}^{a \text{ fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	49551	-584042
100.0		4775132	47028	-217342
200.0		9238649	44520	-132138
300.0		13371803	42028	-205045
400.0		17163765	39553	-292464
500.0		20644111	37093	-354183
600.0		23775348	34650	-389240
700.0		26584139	32222	-515935
800.0		29073400	29811	-662745
900.0		31210635	27416	-562663
1000.0		33036255	25037	-463683
1100.0		34523599	22674	-367362
1200.0		35677663	20327	-274454
1300.0		36520113	17996	-184743
1400.0		37005539	15682	-97993
1500.0		37184557	1763	-12727
1515.0	mezzeria	37185289	-9530	0
1600.0		37098342	-14990	161956
1700.0		36689987	-17300	280513
1800.0		35970017	-19626	399072
1900.0		34903854	-21968	516824
2000.0		33512328	-24326	631372
2100.0		31804189	-26700	738606
2200.0		29741108	-29091	818700
2300.0		27366412	-31497	764461
2400.0		24656354	-33920	828969
2500.0		21610103	-36359	919416
2600.0		18252236	-38813	1001182
2700.0		14540262	-41284	1069557
2800.0		10510840	-43771	1122983
2900.0		6156888	-46273	1158978
3000.0		1455911	-48793	1174515
3030.0	appoggio	0	-49551	1176399

7.9.2.2.5 Seconda fase - combinazione Quasi Permanente

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^a \text{ fase} + \sum G2_{k,2}^a \text{ fase} + \psi_2 \cdot Q_{k,\text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	19317	-1094244
100.0		1862190	18042	-1083692
200.0		3604020	16767	-1055348
300.0		5218251	15492	-1009412
400.0		6700698	14217	-947653
500.0		8062785	12942	-873946
600.0		9290031	11667	-790140
700.0		10392735	10392	-700332
800.0		11372022	9117	-607324

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
900.0		12215341	7842	-513832
1000.0		12938302	6567	-421932
1100.0		13530604	5291	-333151
1200.0		13994181	4016	-248147
1300.0		14337398	2741	-166609
1400.0		14542717	1466	-88240
1500.0		14629687	191	-11451
1515.0	mezzeria	14632644	0	0
1600.0		14583909	-1084	72271
1700.0		14408358	-2359	158561
1800.0		14112448	-3634	247151
1900.0		13682823	-4909	339130
2000.0		13127530	-6184	434500
2100.0		12449945	-7459	532719
2200.0		11635267	-8734	632704
2300.0		10700230	-10009	732299
2400.0		9635662	-11284	828969
2500.0		8441241	-12559	919416
2600.0		7126461	-13834	1001182
2700.0		5674908	-15109	1069557
2800.0		4100744	-16384	1122983
2900.0		2401232	-17659	1158978
3000.0		567684	-18935	1174515
3030.0	appoggio	0	-19317	1176399

7.10 TRAVE2 – SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le sollecitazioni determinate per la trave (Trave 2)

7.10.1 VALORI CARATTERISTICI

7.10.1.1 PRIMA FASE - AL TAGLIO TREFOLI ED IN OPERA

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199	0	22293
100.0		3103989	30073	2149100	20822
200.0		6007357	27948	4159297	19350
300.0		8698036	25823	6022235	17879
400.0		11169050	23697	7733084	16407
500.0		13439444	21572	9305031	14936
600.0		15485078	19447	10721361	13464
700.0		17323118	17321	11993959	11993
800.0		18955442	15196	13124126	10521
900.0		20361128	13071	14097378	9050
1000.0		21566193	10945	14931725	7578
1100.0		22553473	8820	15615285	6107
1200.0		23326184	6695	16150286	4635
1300.0		23898275	4569	16546383	3164

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
1400.0		24240511	2444	16783335	1692
1500.0		24385478	319	16883706	221
1515.0	mezzeria	24390406	0	16887118	0
1600.0		24309172	-1807	16830874	-1251
1700.0		24016556	-3932	16628276	-2722
1800.0		23523318	-6057	16286775	-4194
1900.0		22807199	-8182	15790957	-5665
2000.0		21881608	-10308	15150108	-7137
2100.0		20752177	-12433	14368127	-8608
2200.0		19394232	-14558	13427931	-10080
2300.0		17835667	-16684	12348831	-11551
2400.0		16061192	-18809	11120243	-13023
2500.0		14070273	-20934	9741796	-14494
2600.0		11878733	-23060	8224445	-15966
2700.0		9459214	-25185	6549250	-17437
2800.0		6835320	-27310	4732552	-18909
2900.0		4002491	-29436	2771194	-20380
3000.0		946243	-31561	655148	-21852
3030.0	appoggio	0	-32199	0	-22293

7.10.1.2 SECONDA FASE - CARICHI PERMANENTI

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	4493	224512
100.0		433137	4196	223339
200.0		838278	3900	220135
300.0		1213741	3603	214775
400.0		1558551	3307	207190
500.0		1875366	3010	197583
600.0		2160818	2714	185735
700.0		2417302	2417	171868
800.0		2645080	2120	156067
900.0		2841232	1824	138261
1000.0		3009389	1527	118826
1100.0		3147156	1231	97811
1200.0		3254982	934	75493
1300.0		3334812	638	52197
1400.0		3382569	341	28119
1500.0		3402798	44	3681
1515.0	mezzeria	3403485	0	0
1600.0		3392150	-252	-20821
1700.0		3351317	-549	-45012
1800.0		3282490	-845	-68614
1900.0		3182561	-1142	-91239
2000.0		3053403	-1438	-112650

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2100.0		2895800	-1735	-132662
2200.0		2706309	-2032	-150870
2300.0		2488824	-2328	-167338
2400.0		2241210	-2625	-181813
2500.0		1963394	-2921	-194198
2600.0		1657582	-3218	-204595
2700.0		1319957	-3514	-212700
2800.0		953814	-3811	-218737
2900.0		558515	-4108	-222657
3000.0		132041	-4404	-224313
3030.0	appoggio	0	-4493	-224512

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	12295	-463212
100.0		1185230	11483	-460291
200.0		2293855	10672	-452361
300.0		3321266	9860	-439250
400.0		4264800	9049	-421034
500.0		5131729	8237	-398428
600.0		5912836	7426	-371285
700.0		6614675	6614	-340372
800.0		7237963	5802	-306115
900.0		7774711	4991	-268683
1000.0		8234855	4179	-228877
1100.0		8611838	3368	-186933
1200.0		8906891	2556	-143349
1300.0		9125339	1745	-98599
1400.0		9256019	933	-52959
1500.0		9311373	122	-6922
1515.0	mezzeria	9313255	0	0
1600.0		9282236	-690	39185
1700.0		9170503	-1501	84950
1800.0		8982165	-2313	130052
1900.0		8708721	-3124	174009
2000.0		8355293	-3936	216461
2100.0		7924030	-4747	257069
2200.0		7405511	-5559	295106
2300.0		6810387	-6371	330444
2400.0		6132820	-7182	362443
2500.0		5372606	-7994	390612
2600.0		4535786	-8805	414860
2700.0		3611915	-9617	434236
2800.0		2610005	-10428	448924
2900.0		1528315	-11240	458594

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
3000.0		361314	-12051	462714
3030.0	appoggio	0	-12295	463212

7.10.1.3 SECONDA FASE - CARICHI DA TRAFFICO

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	29011	-605306
100.0		2794563	28034	-1266646
200.0		5404717	27057	-1543634
300.0		7819367	26080	-1553904
400.0		10032103	25104	-1476616
500.0		12060430	24127	-1378266
600.0		13882159	23150	-1275090
700.0		15513069	22173	-1170567
800.0		16954884	21196	-1064436
900.0		18188376	20220	-955942
1000.0		19237459	19243	-845194
1100.0		20086354	18266	-732160
1200.0		20738019	17289	-617263
1300.0		21205274	16312	-501032
1400.0		21461248	15336	-408063
1500.0		21535894	-276	324985
1515.0	mezzeria	21531633	-14212	334835
1600.0		21506779	-15043	354754
1700.0		21296415	-16019	465912
1800.0		20901641	-16996	582540
1900.0		20301995	-17973	697864
2000.0		19509804	-18950	811471
2100.0		18530245	-19927	923048
2200.0		17340636	-20903	1032079
2300.0		15966618	-21880	1138938
2400.0		14394138	-22857	1243887
2500.0		12622703	-23834	1347438
2600.0		10666858	-24810	1448494
2700.0		8501456	-25787	1534984
2800.0		6148194	-26764	1561350
2900.0		3602879	-27741	1403491
3000.0		852200	-28718	830857
3030.0	appoggio	0	-29011	605306

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	16464	-2009487
100.0		1587153	15397	-1990637
200.0		3071724	14363	-1939994
300.0		4447540	13366	-1857882

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
400.0		5711037	12406	-1747381
500.0		6871951	11479	-1615321
600.0		7917939	10591	-1464805
700.0		8857778	9737	-1302979
800.0		9692429	8918	-1134664
900.0		10411194	8138	-964416
1000.0		11027377	7391	-795944
1100.0		11532200	6681	-631850
1200.0		11927308	6007	-473416
1300.0		12219833	5367	-320328
1400.0		12394828	4766	-153245
1500.0		12468953	3927	-401021
1515.0	mezzeria	12471473	3590	-394600
1600.0		12429936	-4592	147288
1700.0		12280313	-5184	275640
1800.0		12028108	-5811	426835
1900.0		11661937	-6475	583722
2000.0		11188657	-7175	746242
2100.0		10611149	-7909	913465
2200.0		9916795	-8681	1083567
2300.0		9119858	-9488	1252955
2400.0		8212521	-10330	1417386
2500.0		7194510	-11210	1571311
2600.0		6073917	-12123	1710564
2700.0		4836752	-13075	1827122
2800.0		3495084	-14061	1918272
2900.0		2046582	-15082	1979729
3000.0		483840	-16141	2006267
3030.0	appoggio	0	-16464	2009487

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	1681	372755
100.0		162037	1570	370518
200.0		313601	1459	364436
300.0		454062	1348	354351
400.0		583055	1237	340275
500.0		701576	1126	322716
600.0		808364	1015	301487
700.0		904315	904	277134
800.0		989527	793	249942
900.0		1062907	682	219978
1000.0		1125815	571	187879
1100.0		1177354	460	153805
1200.0		1217692	349	118173
1300.0		1247556	239	81409

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1400.0		1265422	128	43765
1500.0		1272990	17	5723
1515.0	mezzeria	1273247	0	0
1600.0		1269006	-94	-32390
1700.0		1253731	-205	-70159
1800.0		1227983	-316	-107269
1900.0		1190599	-427	-143261
2000.0		1142281	-538	-177814
2100.0		1083321	-649	-210646
2200.0		1012433	-760	-241148
2300.0		931071	-871	-269276
2400.0		838439	-982	-294542
2500.0		734507	-1093	-316616
2600.0		620103	-1204	-335493
2700.0		493797	-1315	-350483
2800.0		356823	-1426	-361796
2900.0		208941	-1537	-369218
3000.0		49397	-1648	-372374
3030.0	appoggio	0	-1681	-372755

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	46315	-2428415
100.0		4462735	44216	-3072024
200.0		8633241	42150	-3301410
300.0		12493938	40120	-3234610
400.0		16034668	38128	-3053859
500.0		19283169	36169	-2832229
600.0		22204280	34248	-2589151
700.0		24823004	32362	-2334979
800.0		27142077	30511	-2074129
900.0		29131025	28698	-1810369
1000.0		30827744	26919	-1547199
1100.0		32207230	25177	-1287107
1200.0		33274173	23471	-1031592
1300.0		34048886	21799	-780655
1400.0		34488787	20166	-539426
1500.0		34641342	3660	-73174
1515.0	mezzeria	34639730	-10622	-59765
1600.0		34571219	-19681	437600
1700.0		34203594	-21306	706473
1800.0		33543740	-22965	955740
1900.0		32559231	-24662	1209956
2000.0		31269601	-26393	1468806
2100.0		29683054	-28160	1731190
2200.0		27763648	-29964	1995072

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2300.0		25552012	-31803	2257255
2400.0		23025879	-33678	2514002
2500.0		20184467	-35590	2760441
2600.0		17050826	-37535	2991311
2700.0		13585107	-39519	3186864
2800.0		9821689	-41538	3298724
2900.0		5753932	-43591	3198611
3000.0		1360738	-45683	2650937
3030.0	appoggio	0	-46315	2428415

7.10.2 VALORI DI COMBINAZIONE

7.10.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

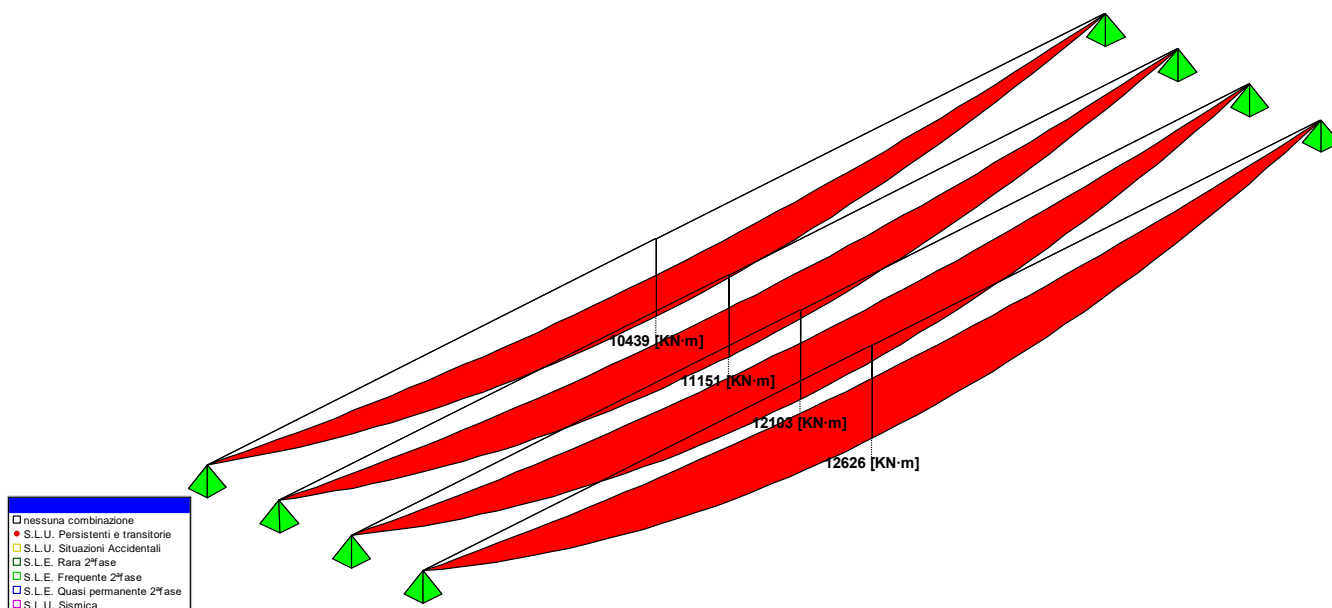
7.10.2.1.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,1} \}$$

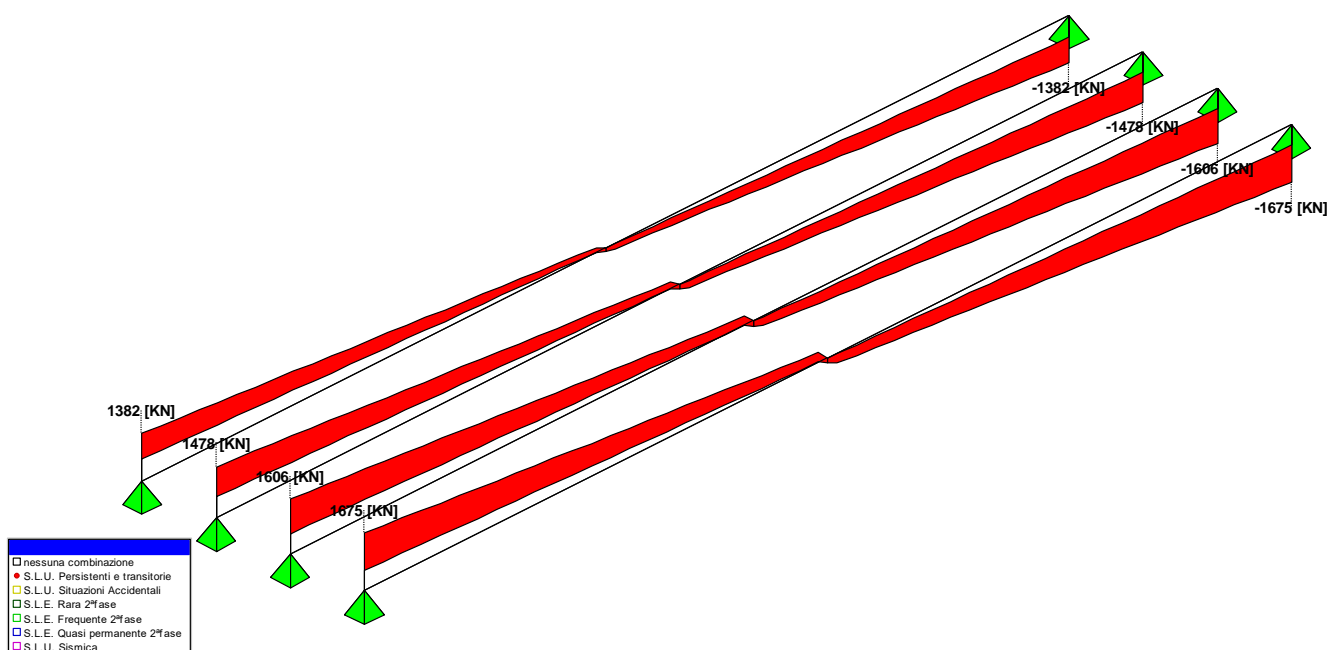
$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	43468
100.0		4190385	40599
200.0		8109933	37730
300.0		11742348	34861
400.0		15078218	31991
500.0		18143249	29122
600.0		20904856	26253
700.0		23386210	23384
800.0		25589846	20515
900.0		27487523	17645
1000.0		29114361	14776
1100.0		30447188	11907
1200.0		31490349	9038
1300.0		32262672	6169
1400.0		32724689	3300
1500.0		32920395	430
1515.0	mezzeria	32927049	0
1600.0		32817383	-2439
1700.0		32422350	-5308
1800.0		31756480	-8177
1900.0		30789718	-11046
2000.0		29540170	-13916
2100.0		28015439	-16785
2200.0		26182214	-19654
2300.0		24078150	-22523
2400.0		21682610	-25392
2500.0		18994868	-28261

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
2600.0		16036289	-31131
2700.0		12769939	-34000
2800.0		9227682	-36869
2900.0		5403363	-39738
3000.0		1277428	-42607
3030.0	appoggio	0	-43468



Inviluppo del momento flettente sulle travi in situazioni SLU P/T



Inviluppo del taglio sulle travi in situazioni SLU P/T

7.10.2.1.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	73564
100.0		7091671	68708
200.0		13724984	63852
300.0		19872365	58997
400.0		25517882	54141
500.0		30705041	49285
600.0		35378692	44430
700.0		39578055	39574
800.0		43307417	34718
900.0		46518982	29863
1000.0		49272190	25007
1100.0		51527823	20151
1200.0		53293234	15295
1300.0		54600288	10440
1400.0		55382192	5584
1500.0		55713398	728
1515.0	mezzeria	55724658	0
1600.0		55539063	-4127
1700.0		54870523	-8983
1800.0		53743626	-13839
1900.0		52107510	-18694
2000.0		49992816	-23550
2100.0		47412411	-28406
2200.0		44309920	-33262
2300.0		40749072	-38117
2400.0		36694938	-42973
2500.0		32146293	-47829
2600.0		27139290	-52684
2700.0		21611427	-57540
2800.0		15616627	-62396
2900.0		9144474	-67251
3000.0		2161878	-72107
3030.0	appoggio	0	-73564

7.10.2.1.3 Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	160597	-3670086

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
100.0		15478943	151289	-4536161
200.0		29952318	142027	-4838263
300.0		43359631	132814	-4735653
400.0		55665928	123651	-4474554
500.0		66966658	114533	-4154414
600.0		77140829	105466	-3801539
700.0		86274481	96447	-3430758
800.0		94377022	87475	-3048556
900.0		101343596	78554	-2660370
1000.0		107304601	69679	-2271619
1100.0		112174002	60854	-1885949
1200.0		115967930	52077	-1505757
1300.0		118756290	43346	-1131317
1400.0		120392549	34668	-769703
1500.0		121040046	5912	-104199
1515.0	mezzeria	121052880	-14340	-80683
1600.0		120712965	-32072	621429
1700.0		119325408	-40739	1020397
1800.0		116932284	-49452	1392697
1900.0		113422013	-58216	1771281
2000.0		108861811	-67027	2155502
2100.0		103279909	-75885	2543617
2200.0		96552629	-84795	2932330
2300.0		88819781	-93750	3317055
2400.0		80004739	-102755	3692120
2500.0		70104813	-111809	4050348
2600.0		59199319	-120909	4384356
2700.0		47151136	-130060	4666476
2800.0		34078564	-139259	4831368
2900.0		19958750	-148505	4705429
3000.0		4719100	-157801	3970014
3030.0	appoggio	0	-160597	3670086

7.10.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.10.2.2.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{1k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199
100.0		3103989	30073
200.0		6007357	27948
300.0		8698036	25823
400.0		11169050	23697
500.0		13439444	21572
600.0		15485078	19447
700.0		17323118	17321
800.0		18955442	15196

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
900.0		20361128	13071
1000.0		21566193	10945
1100.0		22553473	8820
1200.0		23326184	6695
1300.0		23898275	4569
1400.0		24240511	2444
1500.0		24385478	319
1515.0	mezzeria	24390406	0
1600.0		24309172	-1807
1700.0		24016556	-3932
1800.0		23523318	-6057
1900.0		22807199	-8182
2000.0		21881608	-10308
2100.0		20752177	-12433
2200.0		19394232	-14558
2300.0		17835667	-16684
2400.0		16061192	-18809
2500.0		14070273	-20934
2600.0		11878733	-23060
2700.0		9459214	-25185
2800.0		6835320	-27310
2900.0		4002491	-29436
3000.0		946243	-31561
3030.0	appoggio	0	-32199

7.10.2.2.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	54492
100.0		5253089	50895
200.0		10166655	47298
300.0		14720270	43701
400.0		18902134	40105
500.0		22744475	36508
600.0		26206439	32911
700.0		29317078	29314
800.0		32079568	25717
900.0		34458505	22120
1000.0		36497919	18524
1100.0		38168758	14927
1200.0		39476470	11330
1300.0		40444658	7733
1400.0		41023846	4136
1500.0		41269184	540
1515.0	mezzeria	41277524	0
1600.0		41140047	-3057

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
1700.0		40644832	-6654
1800.0		39810093	-10251
1900.0		38598156	-13848
2000.0		37031716	-17445
2100.0		35120305	-21041
2200.0		32822163	-24638
2300.0		30184498	-28235
2400.0		27181436	-31832
2500.0		23812069	-35429
2600.0		20103178	-39025
2700.0		16008464	-42622
2800.0		11567872	-46219
2900.0		6773685	-49816
3000.0		1601391	-53413
3030.0	appoggio	0	-54492

7.10.2.2.3 Seconda fase - combinazione Caratteristica (Rara)

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^a \text{ fase} + \sum G2_{k,2}^a \text{ fase} + Q_{k,\text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	63103	-238699
100.0		6081102	59895	-236952
200.0		11765375	56722	-232226
300.0		17028945	53584	-224475
400.0		21858020	50483	-213844
500.0		26290265	47416	-200845
600.0		30277934	44387	-185550
700.0		33854981	41393	-168504
800.0		37025119	38434	-150048
900.0		39746968	35513	-130422
1000.0		42071987	32626	-110051
1100.0		43966224	29776	-89122
1200.0		45436046	26962	-67856
1300.0		46509038	24181	-46402
1400.0		47127374	21440	-24840
1500.0		47355512	3826	-3241
1515.0	mezzeria	47356470	-10622	0
1600.0		47245605	-20623	455964
1700.0		46725415	-23356	746411
1800.0		45808396	-26123	1017177
1900.0		44450514	-28928	1292726
2000.0		42678297	-31768	1572617
2100.0		40502884	-34642	1855597
2200.0		37875468	-37555	2139307
2300.0		34851223	-40502	2420362
2400.0		31399909	-43485	2694632
2500.0		27520466	-46505	2956856

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2600.0		23244194	-49558	3201576
2700.0		18516979	-52650	3408400
2800.0		13385508	-55777	3528911
2900.0		7840762	-58939	3434548
3000.0		1854093	-62138	2889338
3030.0	appoggio	0	-63103	2667114

7.10.2.2.4 Seconda fase - combinazione Frequente

$$E_d = E\{ \Sigma G1_{k,2}^a \text{ fase} + \Sigma G2_{k,2}^a \text{ fase} + \psi_1 \cdot Q_{k,\text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	45972	-238699
100.0		4430169	43649	-236952
200.0		8571161	41339	-232226
300.0		12405579	39044	-224475
400.0		15923372	36764	-213844
500.0		19151987	34497	-200845
600.0		22056631	32245	-185550
700.0		24662047	30008	-168504
800.0		26970941	27784	-150048
900.0		28953157	25576	-130422
1000.0		30646196	23381	-110051
1100.0		32025316	21201	-89122
1200.0		33095156	19035	-67856
1300.0		33875819	16883	-46402
1400.0		34325165	14746	-24840
1500.0		34490167	1539	82951
1515.0	mezzeria	34490677	-9223	93286
1600.0		34410948	-14108	290964
1700.0		34033123	-16241	464549
1800.0		33366121	-18388	615442
1900.0		32377853	-20550	768027
2000.0		31087652	-22726	922004
2100.0		29503634	-24915	1076756
2200.0		27590232	-27120	1231147
2300.0		25387654	-29339	1383854
2400.0		22873862	-31572	1533229
2500.0		20048084	-33820	1677210
2600.0		16933129	-36082	1813114
2700.0		13489564	-38359	1928381
2800.0		9751409	-40649	1987610
2900.0		5712093	-42954	1895838
3000.0		1350739	-45274	1477864
3030.0	appoggio	0	-45972	1310096

7.10.2.2.5 Seconda fase - combinazione Quasi Permanente

$$E_d = E\{ \Sigma G1_{k,2}^a \text{ fase} + \Sigma G2_{k,2}^a \text{ fase} + \psi_2 \cdot Q_{k,\text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	17628	-52322
100.0		1699385	16465	-51693
200.0		3288934	15301	-50008
300.0		4762038	14137	-47300
400.0		6114879	12974	-43706
500.0		7357884	11810	-39487
600.0		8477837	10647	-34806
700.0		9484135	9483	-29938
800.0		10377806	8320	-25077
900.0		11147397	7156	-20433
1000.0		11807151	5992	-16112
1100.0		12347671	4829	-12219
1200.0		12770719	3665	-8769
1300.0		13083930	2502	-5698
1400.0		13271298	1338	-2958
1500.0		13350665	175	-380
1515.0	mezzeria	13353364	0	0
1600.0		13308889	-989	18364
1700.0		13148686	-2153	39938
1800.0		12878647	-3316	61438
1900.0		12486582	-4480	82770
2000.0		11979836	-5643	103811
2100.0		11361490	-6807	124407
2200.0		10618037	-7971	144235
2300.0		9764747	-9134	163107
2400.0		8793250	-10298	180630
2500.0		7703253	-11461	196415
2600.0		6503419	-12625	210265
2700.0		5178771	-13788	221536
2800.0		3742230	-14952	230187
2900.0		2191301	-16116	235938
3000.0		518053	-17279	238401
3030.0	appoggio	0	-17628	238699

7.11 TRAVE3 – SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le sollecitazioni determinate per la trave (Trave 3)

7.11.1 VALORI CARATTERISTICI

7.11.1.1 PRIMA FASE - AL TAGLIO TREFOLI ED IN OPERA

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199	0	22293
100.0		3103989	30073	2149100	20822
200.0		6007357	27948	4159297	19350
300.0		8698036	25823	6022235	17879
400.0		11169050	23697	7733084	16407

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
500.0		13439444	21572	9305031	14936
600.0		15485078	19447	10721361	13464
700.0		17323118	17321	11993959	11993
800.0		18955442	15196	13124126	10521
900.0		20361128	13071	14097378	9050
1000.0		21566193	10945	14931725	7578
1100.0		22553473	8820	15615285	6107
1200.0		23326184	6695	16150286	4635
1300.0		23898275	4569	16546383	3164
1400.0		24240511	2444	16783335	1692
1500.0		24385478	319	16883706	221
1515.0	mezzeria	24390406	0	16887118	0
1600.0		24309172	-1807	16830874	-1251
1700.0		24016556	-3932	16628276	-2722
1800.0		23523318	-6057	16286775	-4194
1900.0		22807199	-8182	15790957	-5665
2000.0		21881608	-10308	15150108	-7137
2100.0		20752177	-12433	14368127	-8608
2200.0		19394232	-14558	13427931	-10080
2300.0		17835667	-16684	12348831	-11551
2400.0		16061192	-18809	11120243	-13023
2500.0		14070273	-20934	9741796	-14494
2600.0		11878733	-23060	8224445	-15966
2700.0		9459214	-25185	6549250	-17437
2800.0		6835320	-27310	4732552	-18909
2900.0		4002491	-29436	2771194	-20380
3000.0		946243	-31561	655148	-21852
3030.0	appoggio	0	-32199	0	-22293

7.11.1.2 SECONDA FASE - CARICHI PERMANENTI

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	6245	955281
100.0		602052	5833	948422
200.0		1165192	5421	929868
300.0		1687079	5009	899405
400.0		2166359	4596	857551
500.0		2606727	4184	806283
600.0		3003500	3772	745801
700.0		3360007	3360	678209
800.0		3676614	2947	604794
900.0		3949262	2535	526439
1000.0		4182998	2123	444835
1100.0		4374492	1711	360693
1200.0		4524367	1299	274919

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1300.0		4635331	886	188163
1400.0		4701711	474	100780
1500.0		4729829	62	13153
1515.0	mezzeria	4730785	0	0
1600.0		4715029	-350	-74514
1700.0		4658273	-763	-161976
1800.0		4562604	-1175	-248991
1900.0		4423705	-1587	-335100
2000.0		4244176	-1999	-419773
2100.0		4025111	-2412	-502383
2200.0		3761723	-2824	-581609
2300.0		3459422	-3236	-656764
2400.0		3115243	-3648	-726315
2500.0		2729083	-4060	-788778
2600.0		2304010	-4473	-843449
2700.0		1834718	-4885	-887839
2800.0		1325785	-5297	-921856
2900.0		776327	-5709	-944443
3000.0		183534	-6122	-954112
3030.0	appoggio	0	-6245	-955281

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	11320	-200867
100.0		1091251	10573	-199403
200.0		2111971	9825	-195447
300.0		3057916	9078	-188955
400.0		3926636	8331	-180047
500.0		4724825	7584	-169151
600.0		5443996	6837	-156320
700.0		6090185	6090	-142011
800.0		6664051	5342	-126505
900.0		7158240	4595	-110000
1000.0		7581897	3848	-92854
1100.0		7928989	3101	-75221
1200.0		8200647	2354	-57288
1300.0		8401773	1606	-39185
1400.0		8522091	859	-20980
1500.0		8573056	112	-2738
1515.0	mezzeria	8574789	0	0
1600.0		8546230	-635	15510
1700.0		8443357	-1382	33727
1800.0		8269952	-2129	51873
1900.0		8018190	-2877	69866
2000.0		7692786	-3624	87598

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2100.0		7295719	-4371	104940
2200.0		6818314	-5118	121618
2300.0		6270378	-5865	137478
2400.0		5646537	-6613	152192
2500.0		4946601	-7360	165435
2600.0		4176135	-8107	177048
2700.0		3325519	-8854	186493
2800.0		2403053	-9601	193739
2900.0		1407132	-10349	198555
3000.0		332665	-11096	200617
3030.0	appoggio	0	-11320	200867

7.11.1.3 SECONDA FASE - CARICHI DA TRAFFICO

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	27013	-1386949
100.0		2602124	26103	-1572431
200.0		5032538	25194	-1384222
300.0		7280911	24284	-1311871
400.0		9341274	23375	-1273482
500.0		11229927	22465	-1225563
600.0		12926208	21556	-1169754
700.0		14444810	20646	-1110175
800.0		15787340	19737	-1042972
900.0		16935891	18827	-979011
1000.0		17912732	17918	-914105
1100.0		18703170	17008	-849860
1200.0		19309960	16099	-790074
1300.0		19745040	15189	-728504
1400.0		19983387	14280	-670573
1500.0		20052892	-257	-594244
1515.0	mezzeria	20048925	-13234	602331
1600.0		20025782	-14007	652277
1700.0		19829904	-14916	712043
1800.0		19462315	-15826	771424
1900.0		18903962	-16735	831390
2000.0		18166323	-17645	895661
2100.0		17254218	-18554	958141
2200.0		16146528	-19464	1024578
2300.0		14867127	-20373	1090514
2400.0		13402931	-21283	1151234
2500.0		11753480	-22192	1211031
2600.0		9932318	-23102	1258155
2700.0		7916030	-24012	1300261
2800.0		5724818	-24921	1358483
2900.0		3354778	-25831	1478835

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
3000.0		793516	-26740	1542811
3030.0	appoggio	0	-27013	1386949

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	15859	-613050
100.0		1528842	14831	-604408
200.0		2958869	13836	-581344
300.0		4284139	12875	-544433
400.0		5501214	11950	-495862
500.0		6619476	11057	-439440
600.0		7627035	10202	-377846
700.0		8532345	9379	-315073
800.0		9336331	8591	-254026
900.0		10028689	7839	-197948
1000.0		10622233	7119	-148145
1100.0		11108508	6436	-106220
1200.0		11489100	5786	-72210
1300.0		11770879	5170	52755
1400.0		11939444	4591	29856
1500.0		12010846	3817	-28549
1515.0	mezzeria	12013273	3523	-47745
1600.0		11973262	-4423	-22380
1700.0		11829137	-4994	-46200
1800.0		11586197	-5597	-65310
1900.0		11233479	-6237	95226
2000.0		10777587	-6911	134845
2100.0		10221297	-7618	182010
2200.0		9552453	-8362	236734
2300.0		8784796	-9139	296416
2400.0		7910795	-9951	359020
2500.0		6930185	-10798	421191
2600.0		5850762	-11678	479881
2700.0		4659050	-12594	530802
2800.0		3366675	-13544	571519
2900.0		1971391	-14528	599418
3000.0		466064	-15548	611572
3030.0	appoggio	0	-15859	613050

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	3257	699276
100.0		313958	3042	694464
200.0		607625	2827	681434
300.0		879778	2612	659992
400.0		1129713	2397	630429

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
500.0		1359356	2182	594065
600.0		1566265	1967	550920
700.0		1752177	1752	502404
800.0		1917281	1537	449357
900.0		2059462	1322	392290
1000.0		2181350	1107	332434
1100.0		2281210	892	270250
1200.0		2359367	677	206433
1300.0		2417233	462	141540
1400.0		2451849	247	75886
1500.0		2466512	32	9909
1515.0	mezzeria	2467010	0	0
1600.0		2458794	-183	-56123
1700.0		2429196	-398	-121879
1800.0		2379307	-613	-187078
1900.0		2306874	-828	-251250
2000.0		2213253	-1043	-313952
2100.0		2099015	-1258	-374708
2200.0		1961663	-1473	-432506
2300.0		1804020	-1688	-486950
2400.0		1624537	-1902	-536969
2500.0		1423162	-2117	-581599
2600.0		1201495	-2332	-620449
2700.0		956769	-2547	-651833
2800.0		691370	-2762	-675800
2900.0		404839	-2977	-691671
3000.0		95709	-3192	-698455
3030.0	appoggio	0	-3257	-699276

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	44500	-1650362
100.0		4287945	42455	-1829607
200.0		8295220	40443	-1624849
300.0		12004938	38465	-1526307
400.0		15407345	36523	-1454130
500.0		18529081	34614	-1367970
600.0		21336375	32741	-1272139
700.0		23853243	30902	-1174045
800.0		26082311	29096	-1072320
900.0		27994311	27327	-980813
1000.0		29625640	25591	-896033
1100.0		30952283	23890	-820955
1200.0		31978745	22224	-708087
1300.0		32724535	20590	-604978
1400.0		33148755	18994	-602774

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1500.0		33296994	3576	-7178
1515.0	mezzeria	33295703	-9710	554586
1600.0		33228441	-18521	601836
1700.0		32873639	-20109	604903
1800.0		32238166	-21730	629206
1900.0		31290878	-23386	800991
2000.0		30050537	-25077	873531
2100.0		28525022	-26801	952797
2200.0		26679813	-28562	1045060
2300.0		24553933	-30356	1143456
2400.0		22125994	-32185	1241769
2500.0		19395246	-34049	1341422
2600.0		16383828	-35946	1427812
2700.0		13053465	-37879	1505146
2800.0		9437178	-39846	1592102
2900.0		5528589	-41847	1732418
3000.0		1307434	-43884	1805155
3030.0	appoggio	0	-44500	1650362

7.11.2 VALORI DI COMBINAZIONE

7.11.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

7.11.2.1.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,1} \}$$

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	43468
100.0		4190385	40599
200.0		8109933	37730
300.0		11742348	34861
400.0		15078218	31991
500.0		18143249	29122
600.0		20904856	26253
700.0		23386210	23384
800.0		25589846	20515
900.0		27487523	17645
1000.0		29114361	14776
1100.0		30447188	11907
1200.0		31490349	9038
1300.0		32262672	6169
1400.0		32724689	3300
1500.0		32920395	430
1515.0	mezzeria	32927049	0
1600.0		32817383	-2439

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
1700.0		32422350	-5308
1800.0		31756480	-8177
1900.0		30789718	-11046
2000.0		29540170	-13916
2100.0		28015439	-16785
2200.0		26182214	-19654
2300.0		24078150	-22523
2400.0		21682610	-25392
2500.0		18994868	-28261
2600.0		16036289	-31131
2700.0		12769939	-34000
2800.0		9227682	-36869
2900.0		5403363	-39738
3000.0		1277428	-42607
3030.0	appoggio	0	-43468

7.11.2.1.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	73564
100.0		7091671	68708
200.0		13724984	63852
300.0		19872365	58997
400.0		25517882	54141
500.0		30705041	49285
600.0		35378692	44430
700.0		39578055	39574
800.0		43307417	34718
900.0		46518982	29863
1000.0		49272190	25007
1100.0		51527823	20151
1200.0		53293234	15295
1300.0		54600288	10440
1400.0		55382192	5584
1500.0		55713398	728
1515.0	mezzeria	55724658	0
1600.0		55539063	-4127
1700.0		54870523	-8983
1800.0		53743626	-13839
1900.0		52107510	-18694
2000.0		49992816	-23550
2100.0		47412411	-28406
2200.0		44309920	-33262
2300.0		40749072	-38117
2400.0		36694938	-42973

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
2500.0		32146293	-47829
2600.0		27139290	-52684
2700.0		21611427	-57540
2800.0		15616627	-62396
2900.0		9144474	-67251
3000.0		2161878	-72107
3030.0	appoggio	0	-73564

7.11.2.1.3 Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	159050	-1272707
100.0		15330044	149757	-1521548
200.0		29664497	140507	-1263679
300.0		42943463	131304	-1161110
400.0		55132336	122149	-1105525
500.0		66325618	113038	-1040476
600.0		76403518	103977	-971587
700.0		85451220	94961	-906752
800.0		93478042	85990	-842837
900.0		100380165	77069	-797660
1000.0		106286697	68192	-764809
1100.0		111112453	59363	-747597
1200.0		114873406	50581	-680999
1300.0		117638767	41843	-628557
1400.0		119263457	33155	-712965
1500.0		119909193	5808	13651
1515.0	mezzeria	119922600	-13109	748691
1600.0		119582093	-30556	737964
1700.0		118203638	-39233	654644
1800.0		115829593	-47954	600437
1900.0		112349482	-56724	746237
2000.0		107829857	-65539	759494
2100.0		102298669	-74400	783893
2200.0		95633464	-83310	829222
2300.0		87972668	-92265	886902
2400.0		79240414	-101267	950074
2500.0		69434039	-110316	1022142
2600.0		58632072	-119410	1084097
2700.0		46698752	-128553	1144109
2800.0		33751206	-137742	1227481

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2900.0		19766808	-146976	1394321
3000.0		4673683	-156259	1482848
3030.0	appoggio	0	-159050	1272707

7.11.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.11.2.2.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{1,k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199
100.0		3103989	30073
200.0		6007357	27948
300.0		8698036	25823
400.0		11169050	23697
500.0		13439444	21572
600.0		15485078	19447
700.0		17323118	17321
800.0		18955442	15196
900.0		20361128	13071
1000.0		21566193	10945
1100.0		22553473	8820
1200.0		23326184	6695
1300.0		23898275	4569
1400.0		24240511	2444
1500.0		24385478	319
1515.0	mezzeria	24390406	0
1600.0		24309172	-1807
1700.0		24016556	-3932
1800.0		23523318	-6057
1900.0		22807199	-8182
2000.0		21881608	-10308
2100.0		20752177	-12433
2200.0		19394232	-14558
2300.0		17835667	-16684
2400.0		16061192	-18809
2500.0		14070273	-20934
2600.0		11878733	-23060
2700.0		9459214	-25185
2800.0		6835320	-27310
2900.0		4002491	-29436
3000.0		946243	-31561
3030.0	appoggio	0	-32199

7.11.2.2.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \Sigma G_{1,k,i} + \Sigma G_{2,k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	54492
100.0		5253089	50895
200.0		10166655	47298
300.0		14720270	43701
400.0		18902134	40105
500.0		22744475	36508
600.0		26206439	32911
700.0		29317078	29314
800.0		32079568	25717
900.0		34458505	22120
1000.0		36497919	18524
1100.0		38168758	14927
1200.0		39476470	11330
1300.0		40444658	7733
1400.0		41023846	4136
1500.0		41269184	540
1515.0	mezzeria	41277524	0
1600.0		41140047	-3057
1700.0		40644832	-6654
1800.0		39810093	-10251
1900.0		38598156	-13848
2000.0		37031716	-17445
2100.0		35120305	-21041
2200.0		32822163	-24638
2300.0		30184498	-28235
2400.0		27181436	-31832
2500.0		23812069	-35429
2600.0		20103178	-39025
2700.0		16008464	-42622
2800.0		11567872	-46219
2900.0		6773685	-49816
3000.0		1601391	-53413
3030.0	appoggio	0	-54492

7.11.2.2.3 Seconda fase - combinazione Caratteristica (Rara)

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^{a_{fase}} + \sum G2_{k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	62066	754415
100.0		5981249	58861	749019
200.0		11572383	55689	734421
300.0		16749933	52552	710449
400.0		21500340	49451	677503
500.0		25860632	46382	637132
600.0		29783871	43349	589480
700.0		33303435	40351	536197
800.0		36422976	37386	478289

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
900.0		39101813	34457	416438
1000.0		41390535	31562	351981
1100.0		43255764	28701	285472
1200.0		44703759	25876	217631
1300.0		45761639	23083	148979
1400.0		46372557	20328	79801
1500.0		46599879	3750	10416
1515.0	mezzeria	46601277	-9710	554586
1600.0		46489700	-19506	542832
1700.0		45975268	-22254	476655
1800.0		45070722	-25034	432088
1900.0		43732773	-27850	535756
2000.0		41987498	-30700	541356
2100.0		39845851	-33584	555354
2200.0		37259849	-36504	585069
2300.0		34283733	-39458	624170
2400.0		30887774	-42446	667646
2500.0		27070930	-45469	718079
2600.0		22863972	-48525	761411
2700.0		18213702	-51618	803800
2800.0		13166015	-54745	863985
2900.0		7712047	-57905	986530
3000.0		1823633	-61102	1051661
3030.0	appoggio	0	-62066	895947

7.11.2.2.4 Seconda fase - combinazione Frequente

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^{a_{fase}} + \sum G2_{k,2}^{a_{fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	45797	754415
100.0		4413413	43437	749019
200.0		8538927	41089	734421
300.0		12359223	38756	710449
400.0		15864293	36437	677503
500.0		19081465	34131	637132
600.0		21976098	31840	589480
700.0		24572826	29562	536197
800.0		26874343	27297	478289
900.0		28850627	25047	416438
1000.0		30539012	22811	351981
1100.0		31914867	20588	285472
1200.0		32982808	18379	217631
1300.0		33762852	16184	148979
1400.0		34213044	14003	79801
1500.0		34380149	1524	13474
1515.0	mezzeria	34381082	-8516	432650
1600.0		34299297	-13351	393190

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1700.0		33920310	-15528	326364
1800.0		33253425	-17719	268440
1900.0		32266695	-19924	270773
2000.0		30979365	-22143	236533
2100.0		29399519	-24374	206612
2200.0		27491746	-26621	186884
2300.0		25296074	-28881	173692
2400.0		22790565	-31155	164426
2500.0		19974449	-33442	162607
2600.0		16870435	-35743	158943
2700.0		13439264	-38059	160254
2800.0		9714806	-40388	181452
2900.0		5690518	-42731	257170
3000.0		1345616	-45088	299015
3030.0	appoggio	0	-45797	181379

7.11.2.2.5 Seconda fase - combinazione Quasi Permanente

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^{a_{fase}} + \sum G2_{k,2}^{a_{fase}} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	19194	1104053
100.0		1850283	17927	1096251
200.0		3580975	16660	1075138
300.0		5184884	15393	1040445
400.0		6657851	14126	992718
500.0		8011229	12859	934165
600.0		9230628	11592	864940
700.0		10326281	10325	787399
800.0		11299306	9058	702968
900.0		12137233	7791	612583
1000.0		12855570	6525	518198
1100.0		13444086	5258	420597
1200.0		13904698	3991	320847
1300.0		14245720	2724	219749
1400.0		14449726	1457	117744
1500.0		14536141	190	15371
1515.0	mezzeria	14539079	0	0
1600.0		14490655	-1077	-59004
1700.0		14316227	-2344	-128248
1800.0		14022209	-3611	-197117
1900.0		13595332	-4878	-265235
2000.0		13043588	-6144	-332175
2100.0		12370337	-7411	-397443
2200.0		11560868	-8678	-459991
2300.0		10631810	-9945	-519286
2400.0		9574049	-11212	-574123
2500.0		8387265	-12479	-623343

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2600.0		7080892	-13746	-666401
2700.0		5638621	-15013	-701346
2800.0		4074523	-16280	-728117
2900.0		2385878	-17547	-745888
3000.0		564054	-18813	-753494
3030.0	appoggio	0	-19194	-754415

7.12 TRAVE4 – SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le sollecitazioni determinate per la trave (Trave 4)

7.12.1 VALORI CARATTERISTICI

7.12.1.1 PRIMA FASE - AL TAGLIO TREFOLI ED IN OPERA

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199	0	22061
100.0		3103989	30073	2126714	20605
200.0		6007357	27948	4115971	19149
300.0		8698036	25823	5959503	17692
400.0		11169050	23697	7652531	16236
500.0		13439444	21572	9208103	14780
600.0		15485078	19447	10609680	13324
700.0		17323118	17321	11869022	11868
800.0		18955442	15196	12987417	10412
900.0		20361128	13071	13950530	8955
1000.0		21566193	10945	14776187	7499
1100.0		22553473	8820	15452626	6043
1200.0		23326184	6695	15982053	4587
1300.0		23898275	4569	16374024	3131
1400.0		24240511	2444	16608509	1675
1500.0		24385478	319	16707834	218
1515.0	mezzeria	24390406	0	16711210	0
1600.0		24309172	-1807	16655553	-1238
1700.0		24016556	-3932	16455065	-2694
1800.0		23523318	-6057	16117121	-4150
1900.0		22807199	-8182	15626468	-5606
2000.0		21881608	-10308	14992294	-7062
2100.0		20752177	-12433	14218459	-8519
2200.0		19394232	-14558	13288057	-9975
2300.0		17835667	-16684	12220197	-11431
2400.0		16061192	-18809	11004407	-12887
2500.0		14070273	-20934	9640319	-14343
2600.0		11878733	-23060	8138774	-15799
2700.0		9459214	-25185	6481029	-17256
2800.0		6835320	-27310	4683254	-18712
2900.0		4002491	-29436	2742327	-20168
3000.0		946243	-31561	648323	-21624

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [daN·cm]	V [daN]	M [daN·cm]	V [daN]
3030.0	appoggio	0	-32199	0	-22061

7.12.1.2 SECONDA FASE - CARICHI PERMANENTI

Sez.X	Descrizione	peso cordoli		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	9395	912157
100.0		905729	8775	905349
200.0		1752919	8155	886955
300.0		2538046	7535	856810
400.0		3259076	6915	815525
500.0		3921567	6295	765139
600.0		4518473	5674	705997
700.0		5054804	5054	640272
800.0		5531109	4434	569319
900.0		5941281	3814	494143
1000.0		6292914	3194	416374
1100.0		6580997	2574	336757
1200.0		6806471	1953	256123
1300.0		6973404	1333	174990
1400.0		7073267	713	93629
1500.0		7115568	93	12214
1515.0	mezzeria	7117006	0	0
1600.0		7093302	-527	-69209
1700.0		7007918	-1147	-150589
1800.0		6863994	-1767	-231826
1900.0		6655033	-2388	-312648
2000.0		6384950	-3008	-392611
2100.0		6055388	-3628	-471142
2200.0		5659146	-4248	-547032
2300.0		5204364	-4868	-619496
2400.0		4686580	-5488	-687005
2500.0		4105639	-6109	-747996
2600.0		3466158	-6729	-801638
2700.0		2760154	-7349	-845389
2800.0		1994514	-7969	-879020
2900.0		1167908	-8589	-901401
3000.0		276109	-9209	-910996
3030.0	appoggio	0	-9395	-912157

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	11300	282181
100.0		1089321	10554	279118
200.0		2108235	9808	270909

Sez.X	Descrizione	permanenti portati		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
300.0		3052508	9062	257664
400.0		3919691	8316	239985
500.0		4716468	7571	219078
600.0		5434368	6825	195624
700.0		6079414	6079	170895
800.0		6652265	5333	145780
900.0		7145579	4587	121196
1000.0		7568488	3841	97697
1100.0		7914966	3095	75766
1200.0		8186143	2349	55526
1300.0		8386914	1604	36761
1400.0		8507019	858	19306
1500.0		8557894	112	2495
1515.0	mezzeria	8559623	0	0
1600.0		8531115	-634	-14201
1700.0		8428423	-1380	-31456
1800.0		8255326	-2126	-49721
1900.0		8004009	-2872	-69522
2000.0		7679180	-3617	-90967
2100.0		7282815	-4363	-113962
2200.0		6806255	-5109	-138335
2300.0		6259289	-5855	-163357
2400.0		5636551	-6601	-188317
2500.0		4937853	-7347	-212187
2600.0		4168749	-8093	-234122
2700.0		3319638	-8838	-252728
2800.0		2398803	-9584	-267397
2900.0		1404643	-10330	-277347
3000.0		332077	-11076	-281657
3030.0	appoggio	0	-11300	-282181

7.12.1.3 SECONDA FASE - CARICHI DA TRAFFICO

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	20822	-212565
100.0		2005721	20121	-506661
200.0		3879087	19419	-743037
300.0		5612135	18718	-886195
400.0		7200266	18017	-942379
500.0		8656041	17316	-939106
600.0		9963537	16615	-892309
700.0		11134077	15914	-822299
800.0		12168901	15213	-738969
900.0		13054206	14512	-648453
1000.0		13807156	13811	-555160
1100.0		14416426	13110	-460840

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1200.0		14884141	12409	-366570
1300.0		15219501	11708	-269635
1400.0		15403219	11007	-64600
1500.0		15456794	-198	62909
1515.0	mezzeria	15453736	-10200	71989
1600.0		15435898	-10796	49332
1700.0		15284915	-11497	177791
1800.0		15001577	-12199	338346
1900.0		14571197	-12900	432533
2000.0		14002624	-13601	526890
2100.0		13299572	-14302	620745
2200.0		12445764	-15003	712168
2300.0		11459600	-15704	798364
2400.0		10330996	-16405	873555
2500.0		9059597	-17106	927506
2600.0		7655843	-17807	948635
2700.0		6101686	-18508	910122
2800.0		4412697	-19209	795147
2900.0		2585867	-19910	588739
3000.0		611643	-20611	302563
3030.0	appoggio	0	-20822	212565

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	12705	-1114498
100.0		1224773	11881	-1105898
200.0		2370385	11084	-1082679
300.0		3432074	10314	-1044686
400.0		4407088	9573	-992779
500.0		5302941	8858	-929616
600.0		6110108	8173	-855782
700.0		6835363	7514	-774106
800.0		7479445	6882	-686387
900.0		8034102	6280	-594039
1000.0		8509597	5703	-499086
1100.0		8899158	5156	-402541
1200.0		9204055	4636	-305416
1300.0		9429791	4142	-211320
1400.0		9564830	3678	-257690
1500.0		9622031	3075	-201564
1515.0	mezzeria	9623976	2857	-196621
1600.0		9591923	-3543	239447
1700.0		9476462	-4001	246336
1800.0		9281840	-4484	276253
1900.0		8999273	-4997	373435
2000.0		8634053	-5537	470211

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
2100.0		8188402	-6103	565869
2200.0		7652584	-6699	658962
2300.0		7037604	-7321	748368
2400.0		6337432	-7972	832135
2500.0		5551854	-8650	908189
2600.0		4687115	-9355	975342
2700.0		3732420	-10089	1030314
2800.0		2697083	-10850	1072671
2900.0		1579304	-11639	1100912
3000.0		373369	-12456	1113030
3030.0	appoggio	0	-12705	1114498

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	5487	687128
100.0		528929	5125	681527
200.0		1023671	4762	666427
300.0		1482171	4400	641782
400.0		1903239	4038	608259
500.0		2290121	3676	567675
600.0		2638703	3314	520576
700.0		2951910	2952	468894
800.0		3230063	2589	413882
900.0		3469596	2227	356596
1000.0		3674943	1865	298289
1100.0		3843178	1503	239646
1200.0		3974850	1141	181228
1300.0		4072336	779	123239
1400.0		4130654	416	65760
1500.0		4155357	54	8567
1515.0	mezzeria	4156197	0	0
1600.0		4142354	-308	-48574
1700.0		4092492	-670	-105966
1800.0		4008442	-1032	-163770
1900.0		3886414	-1394	-222084
2000.0		3728690	-1756	-280695
2100.0		3536232	-2119	-339210
2200.0		3304834	-2481	-396821
2300.0		3039250	-2843	-452694
2400.0		2736874	-3205	-505562
2500.0		2397616	-3567	-553978
2600.0		2024171	-3929	-597023
2700.0		1611878	-4292	-632486
2800.0		1164759	-4654	-659927
2900.0		682036	-5016	-678282
3000.0		161243	-5378	-686172

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
3030.0	appoggio	0	-5487	-687128

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	36270	-983499
100.0		3494958	34564	-1271795
200.0		6761308	32885	-1492503
300.0		9785295	31233	-1609990
400.0		12558973	29610	-1631028
500.0		15104043	28013	-1584885
600.0		17392996	26445	-1487803
700.0		19445395	24904	-1361958
800.0		21263378	23390	-1218415
900.0		22823105	21905	-1064193
1000.0		24154224	20447	-905102
1100.0		25237173	19017	-743558
1200.0		26075621	17615	-581372
1300.0		26685460	16239	-419336
1400.0		27033376	14893	-289410
1500.0		27156504	2905	-134371
1515.0	mezzeria	27155810	-7344	-124632
1600.0		27098997	-14494	255102
1700.0		26807622	-15833	371144
1800.0		26287638	-17199	532713
1900.0		25513677	-18593	694926
2000.0		24501022	-20015	856754
2100.0		23256090	-21464	1017008
2200.0		21750764	-22942	1172720
2300.0		20016829	-24447	1320384
2400.0		18036864	-25979	1452909
2500.0		15810258	-27540	1558707
2600.0		13355043	-29127	1625465
2700.0		10640045	-30743	1624193
2800.0		7692159	-32386	1537855
2900.0		4506190	-34057	1350510
3000.0		1065633	-35756	1072507
3030.0	appoggio	0	-36270	983499

7.12.2 VALORI DI COMBINAZIONE

7.12.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

7.12.2.1.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,1} \}$$

$$E_d = E\{ \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	43468
100.0		4190385	40599
200.0		8109933	37730
300.0		11742348	34861
400.0		15078218	31991
500.0		18143249	29122
600.0		20904856	26253
700.0		23386210	23384
800.0		25589846	20515
900.0		27487523	17645
1000.0		29114361	14776
1100.0		30447188	11907
1200.0		31490349	9038
1300.0		32262672	6169
1400.0		32724689	3300
1500.0		32920395	430
1515.0	mezzeria	32927049	0
1600.0		32817383	-2439
1700.0		32422350	-5308
1800.0		31756480	-8177
1900.0		30789718	-11046
2000.0		29540170	-13916
2100.0		28015439	-16785
2200.0		26182214	-19654
2300.0		24078150	-22523
2400.0		21682610	-25392
2500.0		18994868	-28261
2600.0		16036289	-31131
2700.0		12769939	-34000
2800.0		9227682	-36869
2900.0		5403363	-39738
3000.0		1277428	-42607
3030.0	appoggio	0	-43468

7.12.2.1.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	73250
100.0		7061449	68415
200.0		13666494	63580
300.0		19787677	58745
400.0		25409135	53910
500.0		30574189	49075
600.0		35227923	44240
700.0		39409390	39405

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
800.0		43122859	34570
900.0		46320738	29735
1000.0		49062213	24900
1100.0		51308233	20065
1200.0		53066121	15230
1300.0		54367605	10395
1400.0		55146176	5560
1500.0		55475971	725
1515.0	mezzeria	55487183	0
1600.0		55302379	-4110
1700.0		54636688	-8945
1800.0		53514593	-13780
1900.0		51885450	-18615
2000.0		49779768	-23450
2100.0		47210360	-28285
2200.0		44121090	-33120
2300.0		40575417	-37955
2400.0		36538560	-42790
2500.0		32009299	-47625
2600.0		27023634	-52460
2700.0		21519328	-57295
2800.0		15550076	-62130
2900.0		9105504	-66965
3000.0		2152665	-71800
3030.0	appoggio	0	-73250

7.12.2.1.3 Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	151848	1654683
100.0		14636359	142755	1640899
200.0		28323053	133696	1603753
300.0		41002949	124675	1543189
400.0		52643039	115693	1460936
500.0		63333464	106746	-1374456
600.0		72959959	97838	-1302537
700.0		81603779	88967	-1198372
800.0		89273813	80132	-1075541
900.0		95871029	71337	-942518
1000.0		101518580	62577	-805513
1100.0		106135212	53856	-667046

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1200.0		109736160	45172	-528730
1300.0		112387442	36523	-391114
1400.0		113950673	27915	-297074
1500.0		114580108	4940	-169188
1515.0	mezzeria	114594919	-9914	-168253
1600.0		114258656	-25339	275179
1700.0		112930302	-33938	350456
1800.0		110652284	-42573	487337
1900.0		107319223	-51247	625502
2000.0		102994601	-59957	764007
2100.0		97705078	-68704	901819
2200.0		91333851	-77491	1036140
2300.0		84012960	-86313	1163023
2400.0		75670036	-95172	1274422
2500.0		66302540	-104070	1356258
2600.0		55985379	-113004	-1433394
2700.0		44589054	-121977	-1520367
2800.0		32225289	-130986	-1587773
2900.0		18872501	-140032	-1632913
3000.0		4462132	-149118	-1652330
3030.0	appoggio	0	-151848	-1654683

7.12.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.12.2.2.1 Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{1,k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	32199
100.0		3103989	30073
200.0		6007357	27948
300.0		8698036	25823
400.0		11169050	23697
500.0		13439444	21572
600.0		15485078	19447
700.0		17323118	17321
800.0		18955442	15196
900.0		20361128	13071
1000.0		21566193	10945
1100.0		22553473	8820
1200.0		23326184	6695
1300.0		23898275	4569
1400.0		24240511	2444
1500.0		24385478	319
1515.0	mezzeria	24390406	0
1600.0		24309172	-1807
1700.0		24016556	-3932
1800.0		23523318	-6057

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
1900.0		22807199	-8182
2000.0		21881608	-10308
2100.0		20752177	-12433
2200.0		19394232	-14558
2300.0		17835667	-16684
2400.0		16061192	-18809
2500.0		14070273	-20934
2600.0		11878733	-23060
2700.0		9459214	-25185
2800.0		6835320	-27310
2900.0		4002491	-29436
3000.0		946243	-31561
3030.0	appoggio	0	-32199

7.12.2.2.2 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
0.0	appoggio	0	54260
100.0		5230703	50678
200.0		10123329	47097
300.0		14657539	43515
400.0		18821582	39934
500.0		22647547	36352
600.0		26094758	32771
700.0		29192141	29189
800.0		31942858	25608
900.0		34311658	22026
1000.0		36342380	18445
1100.0		38006099	14863
1200.0		39308238	11282
1300.0		40272300	7700
1400.0		40849019	4119
1500.0		41093312	537
1515.0	mezzeria	41101617	0
1600.0		40964725	-3044
1700.0		40471621	-6626
1800.0		39640439	-10207
1900.0		38433667	-13789
2000.0		36873902	-17370
2100.0		34970637	-20952
2200.0		32682289	-24533
2300.0		30055864	-28115
2400.0		27065600	-31696
2500.0		23710592	-35278
2600.0		20017507	-38859
2700.0		15940243	-42441

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]
2800.0		11518575	-46022
2900.0		6744818	-49604
3000.0		1594567	-53185
3030.0	appoggio	0	-54260

7.12.2.2.3 Seconda fase - combinazione Caratteristica (Rara)

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2}^{a_{fase}} + \sum G_{2,k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	56965	1194338
100.0		5490009	53893	1184467
200.0		10622462	50848	1157864
300.0		15375849	47830	1114474
400.0		19737741	44841	1055510
500.0		23742077	41878	984217
600.0		27345837	38944	901622
700.0		30579613	36037	811167
800.0		33446751	33157	715099
900.0		35909966	30306	615339
1000.0		38015626	27482	514071
1100.0		39733136	24686	412524
1200.0		41068235	21918	311648
1300.0		42045778	19176	211750
1400.0		42613662	16464	112935
1500.0		42829965	3110	14708
1515.0	mezzeria	42832439	-7344	0
1600.0		42723415	-15655	171692
1700.0		42243964	-18360	189100
1800.0		41406957	-21092	251167
1900.0		40172720	-23853	312756
2000.0		38565152	-26641	373176
2100.0		36594293	-29455	431905
2200.0		34216165	-32300	487354
2300.0		31480481	-35170	537532
2400.0		28359995	-38068	577587
2500.0		24853751	-40995	598524
2600.0		20989950	-43948	589706
2700.0		16719837	-46931	526076
2800.0		12085476	-49940	391437
2900.0		7078741	-52976	171761
3000.0		1673819	-56042	-120146
3030.0	appoggio	0	-56965	-210839

7.12.2.2.4 Seconda fase - combinazione Frequente

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2}^{a_{fase}} + \sum G_{2,k,2}^{a_{fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	44137	1194338

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
100.0		4253715	41734	1184467
200.0		8230459	39343	1157864
300.0		11913570	36962	1114474
400.0		15293422	34592	1055510
500.0		18396303	32234	984217
600.0		21188888	29886	901622
700.0		23694876	27550	811167
800.0		25916859	25224	715099
900.0		27825954	22911	615339
1000.0		29458078	20607	514071
1100.0		30789535	18315	412524
1200.0		31824767	16034	311648
1300.0		32583028	13764	211750
1400.0		33023959	11505	112935
1500.0		33192548	1314	14708
1515.0	mezzeria	33194620	-6508	0
1600.0		33109287	-10830	18038
1700.0		32736858	-13085	-3150
1800.0		32087459	-15352	829
1900.0		31130357	-17630	-19439
2000.0		29884065	-19919	-40673
2100.0		28356359	-22218	-62803
2200.0		26513174	-24529	-86066
2300.0		24393019	-26851	-111080
2400.0		21974787	-29184	-140083
2500.0		19257739	-31529	-178267
2600.0		16263721	-33883	-232658
2700.0		12954963	-36250	-319643
2800.0		9364052	-38627	-450952
2900.0		5484692	-41015	-635971
3000.0		1296887	-43415	-863604
3030.0	appoggio	0	-44137	-932678

7.12.2.2.5 Seconda fase - combinazione Quasi Permanente

$$E_d = E\{ \Sigma G1_{k,2}^{a \text{ fase}} + \Sigma G2_{k,2}^{a \text{ fase}} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
0.0	appoggio	0	23439	1537901
100.0		2259515	21891	1525231
200.0		4372990	20344	1491077
300.0		6331639	18797	1435365
400.0		8130387	17250	1359639
500.0		9783095	15703	1268054
600.0		11272192	14156	1161910
700.0		12610173	12609	1045613
800.0		13798405	11062	922040
900.0		14821659	9515	793637

Sez.X	Descrizione	M [daN·cm]	V [daN]	T [daN·cm]
1000.0		15698873	7968	663215
1100.0		16417552	6420	532347
1200.0		16980039	4873	402262
1300.0		17396486	3326	273369
1400.0		17645613	1779	145816
1500.0		17751140	232	18992
1515.0	mezzeria	17754728	0	0
1600.0		17695594	-1315	-83410
1700.0		17482587	-2862	-182045
1800.0		17123541	-4409	-281546
1900.0		16602249	-5956	-382170
2000.0		15928475	-7503	-483578
2100.0		15106319	-9051	-585104
2200.0		14117818	-10598	-685367
2300.0		12983277	-12145	-782853
2400.0		11691568	-13692	-875322
2500.0		10242300	-15239	-960183
2600.0		8646993	-16786	-1035760
2700.0		6885731	-18333	-1098117
2800.0		4975696	-19880	-1146417
2900.0		2913569	-21427	-1178749
3000.0		688807	-22974	-1192653
3030.0	appoggio	0	-23439	-1194338

7.13 SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA

L'impalcato del ponte oggetto di studio è completato in opera con una soletta collaborante.

La soletta ha il compito di sopportare localmente i carichi sia permanenti sia accidentali, trasferirli alle strutture principali e collaborare con le travi stesse per riportare i carichi sugli appoggi. La soletta, inoltre, funge da traverso: ne segue che bisognerà tenere conto anche dei momenti indotti dalla ripartizione trasversale di tutti i carichi eccentrici ed in particolare di quelli mobili. La verifica verrà condotta considerando la somma del momento dovuto agli effetti locali e il momento dovuto agli effetti di ripartizione.

7.13.1 VALORI CARATTERISTICI MOMENTI FLETTENTI

7.13.1.1 EFFETTO GLOBALE

7.13.1.1.1 Carichi permanenti

Sez.	Descrizione	peso cordoli [daN·cm/cm]	Perm Portati [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	31	-56
-400.0		-34	-128
-300.0		-199	-153
-200.0		-282	-144

Sez.	Descrizione	peso cordoli [daN·cm/cm]	Perm Portati [daN·cm/cm]
-100.0		-322	-126
0.0	asse travi	-330	-115
100.0		-288	-122
200.0		-146	-163
300.0		198	-259
400.0		338	-246
480.0	estremità sx	0	-16

7.13.1.1.2 Carichi da traffico

Sez.	Descrizione	Tandem-TS	
		Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	46	-65
-400.0		357	-209
-300.0		499	-309
-200.0		502	-223
-100.0		583	12
0.0	asse travi	605	-207
100.0		583	-397
200.0		635	-416
300.0		175	-379
400.0		-379	-296
480.0	estremità sx	0	0

Sez.	Descrizione	Distribuito-UDL	
		Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	5	-62
-400.0		164	-225
-300.0		964	-309
-200.0		1704	-280
-100.0		1761	-16
0.0	asse travi	1777	-328
100.0		1761	-400
200.0		1174	-387
300.0		62	-339
400.0		1020	-206
480.0	estremità sx	0	0

Sez.	Descrizione	Folla marciapiedi	
		Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	0	-11
-400.0		0	-46
-300.0		0	-80

Sez.	Descrizione	Folla marciapiedi	
		Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-200.0		0	-109
-100.0		0	-133
0.0	asse travi	0	-148
100.0		0	-133
200.0		0	-62
300.0		104	0
400.0		239	0
480.0	estremità sx	0	0

Sez.	Descrizione	gruppo 1 (tab.5.1.IV)	
		Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	51	-136
-400.0		521	-426
-300.0		1463	-653
-200.0		2206	-564
-100.0		2343	-92
0.0	asse travi	2383	-577
100.0		2343	-862
200.0		1809	-845
300.0		289	-723
400.0		760	-508
480.0	estremità sx	0	0

7.13.1.2 EFFETTO LOCALE

Il momento massimo trasversale dato dall'effetto locale dei carichi sulla soletta viene determinato servendosi di uno schema semplificato di trave semi incastrata e prendendo il momento in mezzzeria.

I carichi permanenti considerati sono il peso proprio della soletta (G1) e della pavimentazione (G2).

La ricerca del massimo momento flettente generato dai carichi mobili viene condotta considerando il carico LM2 illustrato nella Normativa al punto 5.1.3.3.5.

Tale schema, considerato autonomamente e assunto a riferimento solo per verifiche locali, è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico (di dimensioni 35.0x60.0 [cm]) poste ad un interasse di 200.0 [cm] :il carico totale asse è pari a 40000 [daN]

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire attraverso una diffusione a 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante.

Il momento minimo dato dall'effetto locale, invece, viene valutato come uno schema statico di trave perfettamente incastrata.

Luce Soletta	125.0
Carico per ruota - schema 2	20000
Interasse ruote	200.0
Dimensioni impronta ruota LX x BY	35.0x60.0
Larghezza impronta a metà spessore soletta	80.0
Lunghezza influenza	200.0

Momento flettente trasversale [daN·cm/cm] (positivo tende le fibre inferiori):

	M max	M min
effetto locale permanenti strutturali	120	-80
effetto locale permanenti non strutturali	59	-39
effetto locale LM2	1450	-1349

7.13.2 VALORI DI COMBINAZIONE

Nelle combinazioni seguenti vengono sommati effetti globali ed effetti locali.

Nei grafici sono riportati solo gli effetti globali.

7.13.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

7.13.2.1.1 Persistenti/Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G1_{k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G2_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	2084	-2077
-400.0		2747	-2802
-300.0		3854	-3367
-200.0		4774	-3346
-100.0		4919	-2736
0.0	asse travi	4964	-3384
100.0		4954	-3722
200.0		4374	-3570
300.0		2667	-3084
400.0		3441	-2587
480.0	estremità sx	2184	-2012

7.13.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.13.2.2.1 Combinazioni Rare

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^{a\ fase} + \sum G2_{k,2}^{a\ fase} + Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	1541	-1531
-400.0		1987	-2057

Sez.	Descrizione	Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-300.0		2740	-2473
-200.0		3409	-2458
-100.0		3524	-2008
0.0	asse travi	3567	-2490
100.0		3563	-2739
200.0		3130	-2622
300.0		1858	-2251
400.0		2480	-1885
480.0	estremità sx	1613	-1484

7.13.2.2.2 Combinazioni Frequenti

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^a + \sum G2_{k,2}^a + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	1197	-1184
-400.0		1437	-1549
-300.0		1674	-1875
-200.0		1898	-1893
-100.0		1959	-1651
0.0	asse travi	1986	-1923
100.0		1998	-2066
200.0		1904	-1945
300.0		1414	-1613
400.0		1601	-1346
480.0	estremità sx	1250	-1147

7.13.2.2.3 Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^a + \sum G2_{k,2}^a + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [daN·cm/cm]	Mmin [daN·cm/cm]
-480.0	estremità dx	137	-161
-400.0		16	-301
-300.0		-174	-509
-200.0		-248	-598
-100.0		-270	-634
0.0	asse travi	-266	-637
100.0		-231	-598
200.0		-130	-464
300.0		170	-179
400.0		389	-27
480.0	estremità sx	162	-135

7.14 REAZIONI MASSIME AGLI APPOGGI

Il calcolo delle reazioni degli appoggi è condotto secondo quanto indicato in DM 17/01/2018 - Norme tecniche per le costruzioni e la relativa Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

I valori delle reazioni degli appoggi qui riportate sono da intendersi come valori caratteristici.

7.14.1 VALORI CARATTERISTICI REAZIONI VERTICALI

7.14.1.1 CARICHI DI 1A FASE

Trave	peso trave [daN]	peso soletta+traversi [daN]
1	33474	24569
2	33474	24811
3	33474	24811
4	33474	24569

7.14.1.2 CARICHI PERMANENTI DI 2A FASE

Trave	peso cordoli [daN]	permanenti portati [daN]+extra2
1	4905	14465
2	4671	12625
3	6493	11612
4	9767	11525

7.14.1.3 CARICHI DA TRAFFICO

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1.

Trave	Tandem-TS [daN]	Distribuito-UDL [daN]	Folla marciapiedi [daN]
1	31076	19209	955
2	29712	16986	1748
3	23403	12093	3387
4	15976	8099	5706

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2.

Trave	Tandem-TS [daN]	Distribuito-UDL [daN]	Folla marciapiedi [daN]
1	29697	18690	955
2	29597	17122	1748
3	24097	12332	3387
4	16832	8267	5706

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3.

Trave	Tandem-TS [daN]	Distribuito-UDL [daN]	Folla marciapiedi [daN]
1	23803	11976	955

Trave	Tandem-TS [daN]	Distribuito-UDL [daN]	Folla marciapiedi [daN]
2	27799	14894	1748
3	27559	16493	3387
4	21242	13213	5706

Riepilogo pesi complessivi impalcato [daN] :

Peso totale travi	267790
Peso totale traversi	13078
Peso totale soletta	184443
Peso totale cordoli	51672
Peso totale pavimentazione	61583
Peso totale baraccature	38872

Peso strutturale complessivo impalcato - $G_1 = 516983$ [daN]

Peso non strutturale complessivo impalcato - $G_2 = 100455$ [daN]

7.14.2 VALORI CARATTERISTICI REAZIONI ORIZZONTALI

7.14.2.1 AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale numero 1 ed è pari a:

$$180 \text{ kN} \leq 0,60 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (\text{ponti di 1}^{\text{a}} \text{ categoria})$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, si assume uniformemente distribuita sulla larghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Trattandosi di un ponte di 1^a categoria la forza vale [daN] :

limitazione inferiore frenatura	18000
limitazione superiore frenatura	90000
Azione di Frenamento - valore di confronto	44181

Azione longitudinale totale di frenamento = 44181 [daN]

Azione del vento :		
Altezza barriera	300.0	[cm]
Pressione cinetica	0.025	[daN/cm ²]
Forza totale sull'impalcato F_{yw}	38351	[daN]
Azione longitudinale di frenamento q_3 :		
Forza totale sull'impalcato F_{xq}	44181	[daN]
Azione centrifuga: (q_4 - D.M. 17 gennaio 2018 - 5.1.3.6)		
Raggio di curvatura	0	[cm]
Forza totale sull'impalcato F_{yq}	0	[daN]

7.14.3 COMBINAZIONI

7.14.3.1 COMBINAZIONI SLU P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,inf} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,inf} \cdot G_{2k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_0 \cdot \gamma_W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G1,sup} \cdot G_{1k,i} + \sum \gamma_{G2,sup} \cdot G_{2k,i} + \gamma_W \cdot W_k + \psi_0 \cdot \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	175207	106677
2	168150	103928
3	155074	104868
4	145184	108831

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	172644	106677
2	168179	103928
3	156333	104868
4	146566	108831

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	155623	106677
2	162745	103928
3	166624	104868
4	159198	108831

Reazione laterale su spalla $R_y = 28763$

Reazione longitudinale totale $R_x = 59644$

7.14.3.2 SLE RARE

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + W_k + \psi_0 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_{0,W} \cdot W_k \}$$

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	128176	77413
2	123153	75581

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
3	113579	76390
4	106263	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	126277	77413
2	123174	75581
3	114512	76390
4	107287	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	113669	77413
2	119149	75581
3	122135	76390
4	116644	79335

Reazione laterale su spalla $R_y = 19176$

Reazione longitudinale totale $R_x = 44181$

7.14.3.3 SLE FREQUENTI

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_{1,W} \cdot W_k + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo 2}} \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k, \text{gruppo 2}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	108595	77413
2	105009	75581
3	99456	76390
4	95698	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	107352	77413
2	104977	75581
3	100073	76390
4	96407	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	100247	77413
2	102738	75581
3	104333	76390
4	101693	79335

Reazione laterale su spalla $R_y = 3835$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0$

7.14.3.4 SLE QUASI PERMANENTI

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,\text{gruppo 1}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k,\text{gruppo 2}} + \psi_{2,W} \cdot W_k \}$$

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	77413	77413
2	75581	75581
3	76390	76390
4	79335	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	77413	77413
2	75581	75581
3	76390	76390
4	79335	79335

Di seguito vengono riportate le reazioni degli appoggi con la disposizione dei carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3.

Trave	Rz max [daN]	Rz min [daN]
1	77413	77413
2	75581	75581
3	76390	76390
4	79335	79335

Reazione laterale su spalla $R_y = 0$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0$

7.15 DEFORMAZIONI TRAVE 1

Si calcolano gli abbassamenti in mezzzeria delle travi e le rotazioni in asse appoggi per effetto del peso proprio e dei carichi; i valori sono concordi all'asse Z, cioè valori negativi indicano abbassamenti.

I carichi mobili sono disposti come riportato al paragrafo *Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1*.

Le deformazioni sono calcolate in base a:

E calcestruzzo trave 1a fase	350000.00	[daN/cm ²]
J sezione sola trave	22813708.38	[cm ⁴]
E calcestruzzo trave + getto in opera	300000.00	[daN/cm ²]
J sezione trave + getto in opera	55508531.67	[cm ⁴]

I carichi permanenti portati di seconda fase comprendono:

- pavimentazione stradale;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;

7.15.1 ABBASSAMENTI - PRIMA FASE

Trave	peso trave	peso soletta+traversi	carichi aggiuntivi
1	-2.9213	-2.0015	0.0000
2	-2.9213	-2.0226	0.0000
3	-2.9213	-2.0226	0.0000
4	-2.9213	-2.0015	0.0000

7.15.2 ABBASSAMENTI - SECONDA FASE

7.15.2.1 CARICHI PERMANENTI

Trave	peso cordoli	permanenti portati
1	-0.2052	-0.6016
2	-0.1955	-0.6080
3	-0.2717	-0.5660
4	-0.4087	-0.4916

7.15.2.2 CARICHI DA TRAFFICO

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla marciapiedi	gruppo 1 (tab.5.1.IV)
1	-1.0766	-0.8035	-0.0399	-1.9001
2	-1.0293	-0.7105	-0.0731	-1.7764
3	-0.8107	-0.5059	-0.1417	-1.3874
4	-0.5535	-0.3388	-0.2387	-1.0116

7.15.2.3 COMBINAZIONE SLE RARA - FRECCHE TOTALI DI 2A FASE

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2}^{a_{fase}} + \sum G_{2,k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Trave	F max	F min
1	-0.8068	-2.7069
2	-0.8034	-2.5798
3	-0.8377	-2.2252
4	-0.9003	-1.9119

Freccia massima dovuta ai carichi da traffico $F_{max,gr1} = -1.9001$ [cm] (= L/1595)

7.15.3 ROTAZIONI AGLI APPOGGI

Vengono calcolate le rotazioni degli appoggi della trave n. 1

Le rotazioni positive sono orarie.

	carico	rotazione X=0 [rad]	rotazione X=L [rad]
1a fase	peso trave	0.003078	-0.003078
	peso soletta+traversi	0.002109	-0.002109
2a fase	peso cordoli	0.000216	-0.000216
	permanenti portati	0.000570	-0.000570
	Traffico: tandem TS	0.001060	-0.001060
	Traffico: distribuito UDL	0.000636	-0.000636
	Traffico: folla in carreggiata	0.000471	-0.000471
	Traffico: folla sui marciapiedi	0.000200	-0.000200
	Traffico: gruppo 1	0.001797	-0.001797
	Traffico: gruppo 2	0.001050	-0.001050
	Traffico: gruppo 3	0.000200	-0.000200
	Traffico: gruppo 4	0.000672	-0.000672
	Delta T	0.000000	0.000000

7.16 DEFORMAZIONI TRAVE 2

Si calcolano gli abbassamenti in mezzzeria delle travi e le rotazioni in asse appoggi per effetto del peso proprio e dei carichi; i valori sono concordi all'asse Z, cioè valori negativi indicano abbassamenti.

I carichi mobili sono disposti come riportato al paragrafo *Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 2*.

Le deformazioni sono calcolate in base a:

E calcestruzzo trave 1a fase	350000.00	[daN/cm²]
J sezione sola trave	22813708.38	[cm4]
E calcestruzzo trave + getto in opera	300000.00	[daN/cm²]
J sezione trave + getto in opera	55508531.67	[cm4]

I carichi permanenti portati di seconda fase comprendono:

- pavimentazione stradale;
- lineare di 2a fase: guard rail;

- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;

7.16.1 ABBASSAMENTI - PRIMA FASE

Trave	peso trave	peso soletta+traversi	carichi aggiuntivi
1	-2.9213	-2.0015	0.0000
2	-2.9213	-2.0226	0.0000
3	-2.9213	-2.0226	0.0000
4	-2.9213	-2.0015	0.0000

7.16.2 ABBASSAMENTI - SECONDA FASE

7.16.2.1 CARICHI PERMANENTI

Trave	peso cordoli	permanenti portati
1	-0.2052	-0.6016
2	-0.1955	-0.6080
3	-0.2717	-0.5660
4	-0.4087	-0.4916

7.16.2.2 CARICHI DA TRAFFICO

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla marciapiedi	gruppo 1 (tab.5.1.IV)
1	-1.0288	-0.7818	-0.0399	-1.8305
2	-1.0253	-0.7162	-0.0731	-1.7781
3	-0.8348	-0.5158	-0.1417	-1.4215
4	-0.5831	-0.3458	-0.2387	-1.0482

7.16.2.3 COMBINAZIONE SLE RARA - FRECCE TOTALI DI 2A FASE

$$E_d = E\{ \sum G1_{k,2}^{a_{fase}} + \sum G2_{k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Trave	F max	F min
1	-0.8068	-2.6374
2	-0.8034	-2.5815
3	-0.8377	-2.2592
4	-0.9003	-1.9485

Freccia massima dovuta ai carichi da traffico $F_{max,gr1} = -1.8305$ [cm] (= L/1655)

7.16.3 ROTAZIONI AGLI APPOGGI

Vengono calcolate le rotazioni degli appoggi della trave n. 2

Le rotazioni positive sono orarie.

	carico	rotazione X=0 [rad]	rotazione X=L [rad]
1a fase	peso trave	0.003078	-0.003078
	peso soletta+traversi	0.002131	-0.002131
2a fase	peso cordoli	0.000206	-0.000206
	permanenti portati	0.000577	-0.000577

	carico	rotazione X=0 [rad]	rotazione X=L [rad]
	Traffico: tandem TS	0.001003	-0.001003
	Traffico: distribuito UDL	0.000567	-0.000567
	Traffico: folla in carreggiata	0.000480	-0.000480
	Traffico: folla sui marciapiedi	0.000260	-0.000260
	Traffico: gruppo 1	0.001700	-0.001700
	Traffico: gruppo 2	0.000979	-0.000979
	Traffico: gruppo 3	0.000260	-0.000260
	Traffico: gruppo 4	0.000739	-0.000739
	Delta T	0.000000	0.000000

7.17 DEFORMAZIONI TRAVE 3

Si calcolano gli abbassamenti in mezzzeria delle travi e le rotazioni in asse appoggi per effetto del peso proprio e dei carichi; i valori sono concordi all'asse Z, cioè valori negativi indicano abbassamenti.

I carichi mobili sono disposti come riportato al paragrafo *Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 3*.

Le deformazioni sono calcolate in base a:

E calcestruzzo trave 1a fase	350000.00	[daN/cm ²]
J sezione sola trave	22813708.38	[cm ⁴]
E calcestruzzo trave + getto in opera	300000.00	[daN/cm ²]
J sezione trave + getto in opera	55508531.67	[cm ⁴]

I carichi permanenti portati di seconda fase comprendono:

- pavimentazione stradale;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;

7.17.1 ABBASSAMENTI - PRIMA FASE

Trave	peso trave	peso soletta+traversi	carichi aggiuntivi
1	-2.9213	-2.0015	0.0000
2	-2.9213	-2.0226	0.0000
3	-2.9213	-2.0226	0.0000
4	-2.9213	-2.0015	0.0000

7.17.2 ABBASSAMENTI - SECONDA FASE

7.17.2.1 CARICHI PERMANENTI

Trave	peso cordoli	permanententi portati
1	-0.2052	-0.6016
2	-0.1955	-0.6080
3	-0.2717	-0.5660

Trave	peso cordoli	permanenti portati
4	-0.4087	-0.4916

7.17.2.2 CARICHI DA TRAFFICO

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla marciapiedi	gruppo 1 (tab.5.1.IV)
1	-0.8246	-0.5009	-0.0399	-1.3455
2	-0.9630	-0.6230	-0.0731	-1.6226
3	-0.9547	-0.6899	-0.1417	-1.7155
4	-0.7359	-0.5527	-0.2387	-1.4079

7.17.2.3 COMBINAZIONE SLE RARA - FRECCE TOTALI DI 2A FASE

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2}^{a_{fase}} + \sum G_{2,k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Trave	F max	F min
1	-0.8068	-2.1523
2	-0.8034	-2.4261
3	-0.8377	-2.5532
4	-0.9003	-2.3082

Freccia massima dovuta ai carichi da traffico $F_{max,gr1} = -1.7155$ [cm] (= L/1766)

7.17.3 ROTAZIONI AGLI APPOGGI

Vengono calcolate le rotazioni degli appoggi della trave n. 3

Le rotazioni positive sono orarie.

	carico	rotazione X=0 [rad]	rotazione X=L [rad]
1a fase	peso trave	0.003078	-0.003078
	peso soletta+traversi	0.002131	-0.002131
2a fase	peso cordoli	0.000286	-0.000286
	permanenti portati	0.000532	-0.000532
	Traffico: tandem TS	0.000952	-0.000952
	Traffico: distribuito UDL	0.000546	-0.000546
	Traffico: folla in carreggiata	0.000424	-0.000424
	Traffico: folla sui marciapiedi	0.000372	-0.000372
	Traffico: gruppo 1	0.001684	-0.001684
	Traffico: gruppo 2	0.000932	-0.000932
	Traffico: gruppo 3	0.000372	-0.000372
	Traffico: gruppo 4	0.000796	-0.000796
	Delta T	0.000000	0.000000

7.18 DEFORMAZIONI TRAVE 4

Si calcolano gli abbassamenti in mezzzeria delle travi e le rotazioni in asse appoggi per effetto del peso proprio e dei carichi; i valori sono concordi all'asse Z, cioè valori negativi indicano abbassamenti.

I carichi mobili sono disposti come riportato al paragrafo *Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 4*.

Le deformazioni sono calcolate in base a:

E calcestruzzo trave 1a fase	350000.00	[daN/cm ²]
J sezione sola trave	22813708.38	[cm ⁴]
E calcestruzzo trave + getto in opera	300000.00	[daN/cm ²]
J sezione trave + getto in opera	55508531.67	[cm ⁴]

I carichi permanenti portati di seconda fase comprendono:

- pavimentazione stradale;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;
- lineare di 2a fase: veletta H 200;

7.18.1 ABBASSAMENTI - PRIMA FASE

Trave	peso trave	peso soletta+traversi	carichi aggiuntivi
1	-2.9213	-2.0015	0.0000
2	-2.9213	-2.0226	0.0000
3	-2.9213	-2.0226	0.0000
4	-2.9213	-2.0015	0.0000

7.18.2 ABBASSAMENTI - SECONDA FASE

7.18.2.1 CARICHI PERMANENTI

Trave	peso cordoli	permanenti portati
1	-0.2052	-0.6016
2	-0.1955	-0.6080
3	-0.2717	-0.5660
4	-0.4087	-0.4916

7.18.2.2 CARICHI DA TRAFFICO

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla marciapiedi	gruppo 1 (tab.5.1.IV)
1	-0.8246	-0.5009	-0.0399	-1.3455
2	-0.9630	-0.6230	-0.0731	-1.6226
3	-0.9547	-0.6899	-0.1417	-1.7155
4	-0.7359	-0.5527	-0.2387	-1.4079

7.18.2.3 COMBINAZIONE SLE RARA - FRECCIE TOTALI DI 2A FASE

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,2}^{a \text{ fase}} + \sum G_{2,k,2}^{a \text{ fase}} + Q_{k,\text{gruppo 1}} \}$$

Trave	F max	F min
1	-0.8068	-2.1523
2	-0.8034	-2.4261
3	-0.8377	-2.5532
4	-0.9003	-2.3082

Freccia massima dovuta ai carichi da traffico $F_{\max,gr1} = -1.7155$ [cm] (= L/1766)

7.18.3 ROTAZIONI AGLI APPOGGI

Vengono calcolate le rotazioni degli appoggi della trave n. 4

Le rotazioni positive sono orarie.

	carico	rotazione X=0 [rad]	rotazione X=L [rad]
1a fase	peso trave	0.003078	-0.003078
	peso soletta+traversi	0.002109	-0.002109
2a fase	peso cordoli	0.000431	-0.000431
	permanenti portati	0.000454	-0.000454
	Traffico: tandem TS	0.000724	-0.000724
	Traffico: distribuito UDL	0.000438	-0.000438
	Traffico: folla in carreggiata	0.000326	-0.000326
	Traffico: folla sui marciapiedi	0.000561	-0.000561
	Traffico: gruppo 1	0.001443	-0.001443
	Traffico: gruppo 2	0.000718	-0.000718
	Traffico: gruppo 3	0.000561	-0.000561
	Traffico: gruppo 4	0.000887	-0.000887
	Delta T	0.000000	0.000000

7.19 AZIONE SISMICA

7.19.1 PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Ai fini della definizione delle sollecitazioni sismiche si assumano i seguenti parametri inerenti la struttura:

Vita nominale $V_n \geq 50$ anni

Classe d'uso: II (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali" (punto 2.4.2 NTC 2018)

Coefficiente d'uso: $C_u=1$

Dunque il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica risulta pari a 50 anni.

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.032	2.544	0.207
SLD	50	0.038	2.581	0.225
SLV	475	0.082	2.590	0.295
SLC	975	0.104	2.588	0.308

Si considera un'azione sismica caratterizzata dalle componenti nelle direzioni X, Y, Z definite da spettri di risposta in accelerazione espressi in forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento del 5%.

Si considera una struttura non dissipativa, pertanto, con riferimento al punto 7.9.2.1 delle NTC 2018, per le due componenti orizzontali dell'azione sismica, q_0 è assunto pari a 1,0. **Si assume dunque un fattore di struttura q per tutte le componenti dell'azione sismica pari ad 1.**

Di seguito si riportano gli spettri agli stati limite SLV:

SLV-orizzontale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.082 g
F_0	2.590
T_C	0.295 s
S_S	1.500
C_C	1.571
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.154 s
T_C	0.463 s
T_D	1.930 s

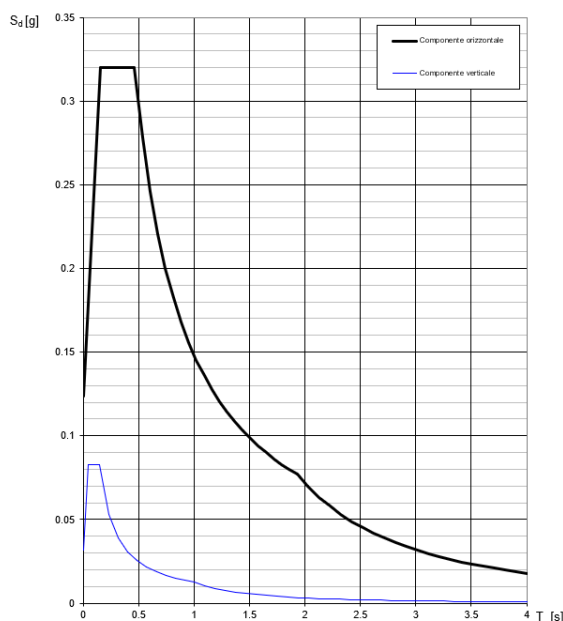
SLV-verticale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0.032 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.004
S	1.000
η	1.000



Di seguito si riportano gli spettri agli stati limite SLD:

SLD-orizzontale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.038 g
F_0	2.581
T_C	0.225 s
S_S	1.500
C_C	1.718
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.129 s
T_C	0.386 s
T_D	1.754 s

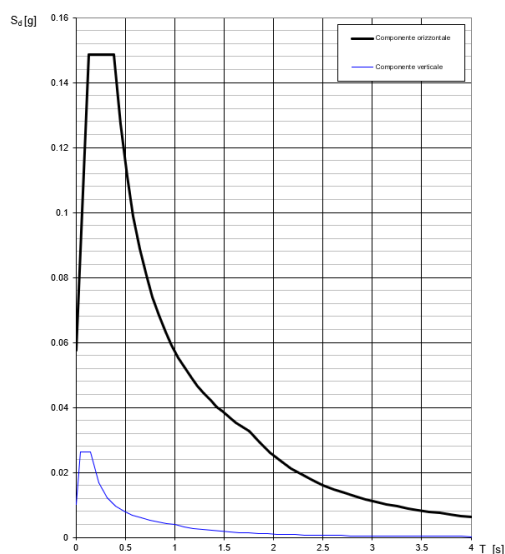
SLD-verticale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.010 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.683
S	1.000
η	1.000



7.19.2 FORZE ORIZZONTALI

Valori per SLU :

S_s	C_c	T_B	T_C	T_D
1.500	1.57	0.154	0.463	1.93

Con riferimento al capitolo 7.9.5.4 delle NTC2018, in considerazione della geometria degli elementi di fondazione le forze di inerzia sono state determinate considerando un'accelerazione pari a $a_g \cdot S$.

Componente trasversale SLU

Accelerazione di riferimento= 0.123

Forza d'inerzia associata alla massa dell'impalcato sugli appoggi $F_{E,SLU,y} = \pm 82410$ [daN]

Componente longitudinale SLU

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{e\ SLU,x} = 0.123$

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi $F_{E\ SLU,x} = \pm 82410$ [daN]

7.19.3 FORZE VERTICALI

Accelerazione di riferimento = 0.032

Forza d'inerzia associata alla massa dell'impalcato sugli appoggi $F_{E\ SLU,y} = \pm 21440$ [daN]

7.19.4 AZIONI SISMICHE NEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

7.19.4.1 TRAVE

7.19.4.1.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.0	appoggio	0	11137	-133080
100.0		1073585	10429	-118973
200.0		2077675	9722	-113272
300.0		3008087	9016	-111567
400.0		3862407	8311	-108858
500.0		4647231	7607	-104047
600.0		5354197	6905	-96310
700.0		5989251	6203	-91374
800.0		6553044	5502	-93333
900.0		7038329	4803	-81012
1000.0		7454118	4104	-67284
1100.0		7794465	3407	-53389
1200.0		8060485	2711	-39771
1300.0		8257008	2015	-26508
1400.0		8373909	1321	-13606
1500.0		8422474	210	-814
1515.0	mezzeria	8423934	-289	1165
1600.0		8397198	-1113	9775
1700.0		8297486	-1807	22618
1800.0		8128277	-2502	35746
1900.0		7881862	-3198	49269
2000.0		7562884	-3895	63101
2100.0		7173295	-4593	77014
2200.0		6704548	-5292	89798
2300.0		6166305	-5993	97436
2400.0		5553270	-6694	93255
2500.0		4865257	-7396	102068
2600.0		4107749	-8100	107731
2700.0		3271268	-8804	110929
2800.0		2363990	-9510	112699
2900.0		1384335	-10217	116159
3000.0		327288	-10925	128203

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
3030.0	appoggio	0	-11137	133080

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.0	appoggio	0	-9812	157861
100.0		-945860	-9164	156381
200.0		-1830586	-8516	152401
300.0		-2650500	-7869	145944
400.0		-3403477	-7221	137248
500.0		-4095321	-6573	126846
600.0		-4718675	-5926	114979
700.0		-5278769	-5278	102214
800.0		-5776177	-4631	88934
900.0		-6204524	-3983	75504
1000.0		-6571736	-3335	62222
1100.0		-6872584	-2688	49296
1200.0		-7108048	-2040	36829
1300.0		-7282377	-1392	24791
1400.0		-7386665	-745	13150
1500.0		-7430840	-97	1708
1515.0	mezzeria	-7432341	0	0
1600.0		-7407588	550	-9698
1700.0		-7318420	1198	-21277
1800.0		-7168119	1846	-33165
1900.0		-6949900	2493	-45508
2000.0		-6667850	3141	-58306
2100.0		-6323686	3789	-71486
2200.0		-5909887	4436	-84903
2300.0		-5434955	5084	-98267
2400.0		-4894230	5732	-111240
2500.0		-4287549	6379	-123377
2600.0		-3619735	7027	-134349
2700.0		-2882449	7674	-143524
2800.0		-2082886	8322	-150693
2900.0		-1219655	8970	-155524
3000.0		-288343	9617	-157608
3030.0	appoggio	0	9812	-157861

7.19.4.1.2 Combinazione sismica

$$E_d = E \{ \sum G_{1k,i} + \sum G_{2k,i} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \pm E_{SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.0	appoggio	0	87949	-1309479
100.0		8478352	82175	-1284337
200.0		16408615	76410	-1248979
300.0		23757814	70654	-1199159

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
400.0		30506899	64907	-1131643
500.0		36707894	59169	-1049313
600.0		42294853	53441	-953148
700.0		47314671	47722	-853084
800.0		51772477	42011	-756078
900.0		55611118	36310	-643675
1000.0		58901668	30618	-530966
1100.0		61597234	24935	-420751
1200.0		63706607	19261	-314225
1300.0		65267891	13596	-211251
1400.0		66201216	7941	-111599
1500.0		66595611	1828	39822
1515.0	mezzeria	66608827	542	56718
1600.0		66388302	-6246	82045
1700.0		65590534	-11899	181179
1800.0		64244676	-17561	282897
1900.0		62289911	-23232	388399
2000.0		59762875	-28912	497601
2100.0		56678958	-34601	609733
2200.0		52970745	-40300	722502
2300.0		48714442	-46007	829734
2400.0		43868284	-51724	922223
2500.0		38430804	-57450	1021484
2600.0		32445234	-63185	1108913
2700.0		25836836	-68929	1180486
2800.0		18670089	-74682	1235682
2900.0		10932537	-80444	1275137
3000.0		2584612	-86216	1302718
3030.0	appoggio	0	-87949	1309479

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.0	appoggio	0	63306	-1018538
100.0		6102787	59127	-1008984
200.0		11811131	54949	-983307
300.0		17101303	50770	-941648
400.0		21959591	46591	-885537
500.0		26423437	42413	-818421
600.0		30445381	38234	-741859
700.0		34059171	34056	-659497
800.0		37268500	29877	-573811
900.0		40032235	25698	-487159
1000.0		42401528	21520	-401461
1100.0		44342628	17341	-318065
1200.0		45861865	13163	-237625
1300.0		46986659	8984	-159952
1400.0		47659532	4805	-60630
1500.0		47944554	627	-13541

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
1515.0	mezzeria	47954243	-289	0
1600.0		47794528	-3552	30987
1700.0		47219212	-7730	130667
1800.0		46249452	-11909	213985
1900.0		44841482	-16088	293622
2000.0		43021667	-20266	376194
2100.0		40801082	-24445	461233
2200.0		38131212	-28623	547801
2300.0		35066899	-32802	634031
2400.0		31578085	-36981	717729
2500.0		27663717	-41159	796039
2600.0		23354906	-45338	866833
2700.0		18597864	-49517	926033
2800.0		13438998	-53695	972289
2900.0		7869341	-57874	1003455
3000.0		1860419	-62052	1016906
3030.0	appoggio	0	-63306	1018538

7.19.4.2 TRAVERSO

7.19.4.2.1 Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-480.0	estremità dx	-2	-7
-400.0		-8	-33
-300.0		-8	-65
-200.0		2	-72
-100.0		3	-63
0.0	mezzeria	4	-75
100.0		8	-78
200.0		7	-64
300.0		0	-27
400.0		33	-1
480.0	estremità sx	-2	-2

7.19.4.2.2 Combinazione sismica

$$E_d = E\{ \sum G_{1,k,i} + \sum G_{2,k,i} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \pm E_{SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-480.0	estremità dx	137	132
-400.0		48	-24
-300.0		19	-235
-200.0		93	-305
-100.0		82	-278
0.0	mezzeria	89	-325
100.0		121	-310
200.0		105	-209
300.0		131	49

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
400.0		474	227
480.0	estremità sx	162	162

7.19.4.3 APPOGGI

Le forze riportate in questo paragrafo devono essere intese come reazioni degli appoggi e non come azione sismica sugli stessi.

7.19.4.3.1 Azione sismica caratteristica

Azione verticale [daN]

	valori massimi		valori minimi	
Trave	Permanenti	Traff. $\psi E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi E=0.20$
1	10388	1362	-10388	0
2	10142	1277	-10142	0
3	10251	998	-10251	0
4	10646	723	-10646	0

Azione orizzontale [daN]

	trasversale su ogni spalla		longitudinale intero impalcato	
	Permanenti	Traff. $\psi E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi E=0.20$
	52902	5568	105804	9052

7.19.4.3.2 Combinazione sismica

Azione verticale [daN]

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
1	99316	67025
2	96514	65439
3	95076	66139
4	96090	68689

Azione orizzontale [daN]

	reazioni massime	reazioni minime
Reazione longitudinale totale	114856	-114856
Reazione trasversale su ogni pila	58470	-58470

7.20 VERIFICA ELEMENTO PRECOMPRESSO

Si riporta nel seguente capitolo la verifica della trave 1 che risulta essere la più sollecitata a flessione e momento.

7.20.1 OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.

La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

7.20.2 MODELLO DI CALCOLO

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

7.20.3 DATI DI CALCOLO

7.20.3.1 DATI GEOMETRICI

Schemi statici -Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

Al taglio trefoli e in stoccaggio:

Sbalzo sinistro = 60.00 luce = 3030.00 Sbalzo destro = 60.00

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 60.00 Sbalzo destro = 60.00

peso trave = 66947.49 [daN]

Schemi statici -Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Spalla iniziale	0.00	
2	Spalla finale	3030.00	3030.00

7.20.3.2 ARMATURE TRAVE PREFABBRICATA

7.20.3.2.1 Armature di precompressione pretesate

trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139.000	[mm ²]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	14250.00	[daN/cm ²]
area totale Ap =	72.280	[cm ²]
precompressione totale Np =	1029990.00	[daN]
quota baricentro Zg,p =	17.00	[cm]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
135.00	2		
129.00			
123.00			
80.00			
60.00	2		
43.50			
37.50			
31.50			
25.50			
20.50	2		
15.50	12		
10.50	16	8	100.00
5.50	18	8	300.00
N. trefoli=	52	L tot guaine=	3200.00

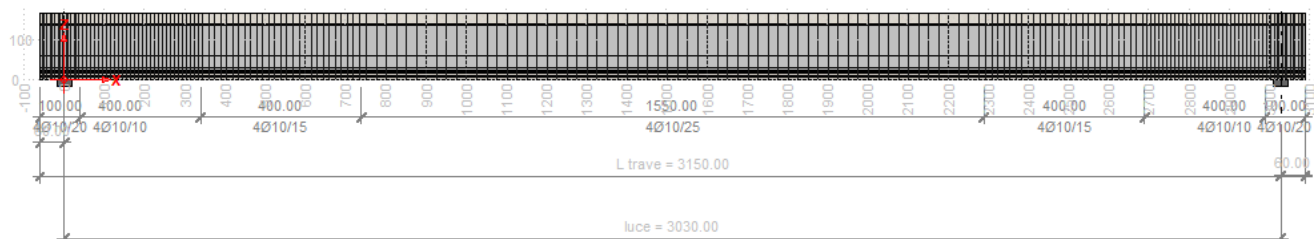
7.20.3.2.2 Armatura lenta

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø10/10.00	0.00	400.00	trave+colleg. con soletta
P1-S1	(simmetrica)		2750.00	3150.00	
P1-S2		4Ø10/15.00	400.00	800.00	trave+colleg. con soletta
P1-S2	(simmetrica)		2350.00	2750.00	
P1-S3		4Ø10/25.00	800.00	2350.00	trave+colleg. con soletta
P1-S4		4Ø10/20.00	0.00	100.00	trave+colleg. con soletta
P1-S4	(simmetrica)		3050.00	3150.00	

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
10	16	192.00	7.00



7.20.3.3 MATERIALI - RESISTENZE DI CALCOLO

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

7.20.3.3.1 Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	550.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	385.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500
modulo elastico	364161.14
peso specifico	0.0025

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 550.00 = 456.50$	daN/cm ²
al taglio dei trefoli	f_{ckj}	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 385.00 = 319.55$	daN/cm ²

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 456.50 / 1.5 = 258.68$	daN/cm ²
al taglio dei trefoli	f_{cdj}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 319.55 / 1.5 = 181.08$	daN/cm ²

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 258.68 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 38.32 / 1.2 = 31.93$
al taglio dei trefoli	f_{ctj}	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 30.21 / 1.2 = 25.17$

Nelle condizioni transitorie e di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve

rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

σ_{cj}	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 223.69$	daN/cm ²
---------------	------------------------	------------	---------------------

in esercizio :

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 273.90$	daN/cm ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 205.43$	daN/cm ²	(per comb. quasi permanente)

7.20.3.3.2 Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C32/40
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	400.00
coefficiente sicurezza del materiale	1.5
modulo elastico	336427.78
peso specifico	0.0025
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.924

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 400.00 = 332.00$	daN/cm ²
------------------	----------	-----------------------	--------------------------------	---------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 332.00 / 1.5 = 188.13$	daN/cm ²
------------------	----------	---	--------------------------------------	---------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 188.13$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 30.99 / 1.2 = 25.82$
------------------	----------	-------------------	-------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 199.20$	daN/cm ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 149.40$	daN/cm ²	(per comb. quasi permanente)

7.20.3.3.3 Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	16740.00
Modulo elastico	1950000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 DM 17/01/2018 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

σ_{spi}	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	$= 0.80 \cdot 18414.00 = 14731.20$	daN/cm ²
σ_{spi}	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	$= 0.90 \cdot 16740.00 = 15066.00$	daN/cm ²

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a $0.05 f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (DM 17/01/2018- 4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2):

σ_{sp}	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	13392.00	daN/cm ²
---------------	-----------------------------	----------	---------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{ptd}	$= f_{p(1)k}/\gamma_s$	$= 16740.00/1.15 = 14556.52$	daN/cm ²
-----------	------------------------	------------------------------	---------------------

7.20.3.3.4 Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	4500.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	2100000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 DM 17/01/2018) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

σ_s	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 4500.00 = 3600.00$	daN/cm ²
------------	--------------------------	----------------------------------	---------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{yd}	$= f_{yk}/\gamma_s$	$= 4500.00/1.15 = 3913.04$	daN/cm ²
----------	---------------------	----------------------------	---------------------

7.20.3.4 CADUTE DI TENSIONE

7.20.3.4.1 Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa DM 17/01/2018-11.3.3.3 e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $\Delta\sigma_{pr}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.1\mu} \cdot (t/1000)^{0.75(1-\mu)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- σ_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;
- ρ_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato;

Acciaio	classe	$\rho 1000$
1	2	2.5

- $\mu = \sigma_{pi}/f_{pk}$;
- f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;
- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0.774	0.054	5.42%

7.20.3.4.2 Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a:

prefabbricati $\epsilon_{cs1} = -0.00030$

getto in opera $\epsilon_{cs2} = -0.00030$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso:

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$		
Trave 1 - gruppo 1	$-0.00030 \cdot 1950000.00 =$	-585.00	4.11%
% ritiro prima del taglio trefoli			25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta			25.5%

7.20.3.4.3 Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (DM 17/01/2018- 11.2.10.7), pari a :

$\varphi_{inf,1} = 2.3$ (cavi pretesi nei prefabbricati)

% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a $t=\infty$.	67%

7.20.3.4.4 Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	25.90	25.50	33.00
dal getto in opera a tempo infinito	32.70	49.00	67.00

7.20.3.4.5 Cadute totali

Trave 1

Gruppo 1

Caduta totale per ritiro = -585.00 [daN/cm²]

Caduta totale per rilassamento = -771.67 [daN/cm²]

Caduta totale per viscosità = -1495.49 [daN/cm²]

Caduta percentuale totale: 20.0 %

7.20.4 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.20.4.1 STATO LIMITE DELLE TENSIONI IN ESERCIZIO - PROCEDIMENTO DI CALCOLO

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- G_1 = permanenti strutturali
- G_2 = permanenti non strutturali
- P = precompressione
- Q = azioni variabili

7.20.4.1.1 Sollecitazioni durante la fase di getto in opera

Reazioni verticali dei vincoli [daN] :

n.	Trave	Appoggio sx	Appoggio dx
1	UH140A	56408.45	56408.45

7.20.4.2 STATO LIMITE DI FESSURAZIONE TRAVI PREFABBRICATE

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>
	$\sigma_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

7.20.4.3 STATO LIMITE DI DEFORMAZIONE

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.

La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

$$E_{travi} = 364161.14$$

$$E_{soletta} = 336427.78$$

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\varphi_{inf} = 2.3$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5

Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

7.20.4.3.1 Prima fase

UH140A :

	accorciamento	rotaz. testata	rotaz. testata	freccia in
	[cm]	sinistra [rad]	destra [rad]	mezzera [cm]
al taglio trefoli	-0.8967	0.00374	-0.00374	2.6095
prima del getto in opera	-1.3846	0.00446	-0.00446	3.2289
al getto soletta	-1.3846	0.00244	-0.00244	1.3089
dopo maturazione	-1.3889	0.00244	-0.00244	1.3102

7.20.4.3.2 Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [cm] :

	dopo maturazione	postesi e	
	soletta	cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.0000	0.0000	0.0000
Spalla finale	0.0000	0.0000	-0.4362

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione	postesi e	
	soletta	cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.00000	0.00000	0.00281
Spalla finale	0.00000	0.00000	-0.00281

Frecce in mezzeria [cm] :

camp.		dopo maturazione	postesi e	t=inf.	t=inf.	t=inf.
	X	soletta	cambio vincoli	impalcato scarico	rara max	rara min
1	1515.00	1.3102	1.3102	1.8301	1.8301	-0.8768

7.20.5 STATI LIMITE ULTIMI

7.20.5.1 STATO LIMITE ULTIMO PER SOLLECITAZIONI FLETTENTI

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma $\sigma-\epsilon$ parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione ϵ_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

7.20.5.2 STATO LIMITE ULTIMO PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI E TORCENTI

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$$V_{Rd} = [0.18/\gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (\text{taglio ultimo in assenza di armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\cotan\alpha + \cotan\theta) / (1 + \cotan^2\theta) \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\cotan\alpha + \cotan\theta) \cdot \sin\alpha \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle staffe})$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cotan\theta / (1 + \cotan^2\theta) \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw,parete}/s) \cdot f_{yd} \cdot \cotan\theta \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle staffe})$$

Dove:

d: altezza utile della sezione

b_w: larghezza minima della sezione

A_{sw}: area armatura trasversale nella sezione

A_{sw,parete}: area armatura trasversale minima nelle pareti

s: passo staffe

α: inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])

θ: inclinazione bielle compresse in cls

α_c: coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

A_{sl}: area acciaio in zona tesa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$$

$$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d)$$

A_k: area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precomprese, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.

L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

7.20.5.3 STATO LIMITE ULTIMO PER SCORRIMENTO TRA I GETTI

Viene calcolato lo sforzo di scorrimento di progetto S_{Edi} tra il calcestruzzo delle travi prefabbricate e quello gettato in opera, e viene confrontato con quello ultimo di interfaccia S_{Rdi}, utilizzando le indicazioni della normativa EN1992-1-1-6.2.5

$$S_{Edi} = \beta \cdot V_{Ed}/z$$

in cui:

- β è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata, assunto = 1.0
- V_{Ed} è la forza di taglio trasversale di 2^a fase
- z è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n) + A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot \mu \leq 0.5 \cdot b_i \cdot v \cdot f_{cd}$$

in cui:

Larghezza superficie contatto / spess. tot. anime	bi/bw	1.000	[-]
Fattore di coesione tra le superfici	c	0.350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	fctd	14.46	[daN/cm²]
Coefficiente di attrito tra le superfici	m	0.600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	sn	1.40	[daN/cm²]
Area complessiva staffa di collegamento	Asw	<variabile>	[cm²]
Passo staffe di collegamento	s	<variabile>	[cm]
Resistenza calcestruzzo più debole	fcd	188.13	[daN/cm²]

7.20.6 VERIFICA DELLE SEZIONI

7.20.6.1 VERIFICA SEZIONE X=0.00 - SEZIONE ALL'APPOGGIO

7.20.6.1.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-117.50	0.00	prefabb.:
2	-117.50	6.50	non reag.trazione
3	-117.50	7.63	
4	-58.60	16.50	
5	-51.90	24.70	
6	-65.30	114.00	
7	-90.00	127.00	
8	-117.50	133.29	
9	-117.50	135.00	
10	-117.50	140.00	
11	-117.50	140.00	
12	-55.00	140.00	
13	-38.20	28.10	
14	-31.30	21.60	
15	0.00	19.00	
16	31.30	21.60	
17	38.20	28.10	
18	55.00	140.00	
19	117.50	140.00	
20	117.50	140.00	
21	117.50	135.00	
22	117.50	133.29	
23	90.00	127.00	
24	65.30	114.00	
25	51.90	24.70	
26	58.60	16.50	
27	117.50	7.63	
28	117.50	6.50	
29	117.50	0.00	

n.	Y	Z	
30	117.50	0.00	
31	-117.50	0.00	fine prefabb.

Sezione di calcestruzzo	A	Jf	Zg
prefabb.:	8665.921	22813708.3763	56.78

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	7.00	20.106	armatura longit. appoggio 10Ø16

Sezione ideale (n=15.000)	Aid	Jf,id	Zg,id
	8967.514	23535905.3951	55.10

Sollecitazioni	Mesterno
dopo getto 2a fase	0.00

7.20.6.1.1.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$	
dopo getto 2a fase	0.00	0.00	

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
dopo getto 2a fase	0.00	0.00		0.00	

7.20.6.1.1.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

<sollecitazioni flettenti nulle>

7.20.6.1.1.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Armatura a staffe presente nella sezione 0.471 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 100.00%

Percentuale staffe dedicate a torsione 0.00%

Calcestruzzo:	θ [rad]	bW	Staffe:	ASW
	0.785	28.40		0.471

d	K	Asl	ρ_l	σ_{cp}	α_c
133.00	1.388	20.10619	0.0053	0.00	1.000

rottura senza armatura a taglio	VRd =	18219.64	[daN]
rottura delle staffe	VRsd =	220724.20	[daN]

rottura delle bielle calcestruzzo	VRcd =	219847.20	[daN]
-----------------------------------	--------	-----------	-------

$$V_{Ed,max} = 73250.41 < 219847.20$$

7.20.6.1.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	σ_e,max	σ_i,max	
trave prefabbricata	0.00	0.00	
getto in opera	0.00	0.00	

7.20.6.1.2.1 Verifiche in esercizio

7.20.6.1.2.1.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-117.50	0.00	prefabb.:
2	-117.50	6.50	non reag.trazione
3	-117.50	7.63	
4	-58.60	16.50	
5	-51.90	24.70	
6	-65.30	114.00	
7	-90.00	127.00	
8	-117.50	133.29	
9	-117.50	135.00	
10	-117.50	140.00	
11	-117.50	140.00	
12	-55.00	140.00	
13	-38.20	28.10	
14	-31.30	21.60	
15	0.00	19.00	
16	31.30	21.60	
17	38.20	28.10	
18	55.00	140.00	
19	117.50	140.00	
20	117.50	140.00	
21	117.50	135.00	
22	117.50	133.29	
23	90.00	127.00	
24	65.30	114.00	
25	51.90	24.70	
26	58.60	16.50	
27	117.50	7.63	
28	117.50	6.50	
29	117.50	0.00	
30	117.50	0.00	fine prefabb.
31	-117.50	0.00	
32	-117.50	165.00	getto in opera

n.	Y	Z	
33	120.00	165.00	(m=0.924)
34	120.00	140.00	non reag.trazione
35	-117.50	140.00	
36	-117.50	165.00	

Sezione di calcestruzzo	A	Jf	Zg
prefabb.:	14151.240	53877146.3513	93.88

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	7.00	20.106	armatura longit. appoggio 10Ø16

Sezione ideale (n=15.000)	Aid	Jf,id	Zg,id
	14452.833	56106232.4749	92.07

N precomp t=inf.=0.00

Tensioni sul cls - UH140A :

	σ_e, \max	σ_e, \min	σ_i, \max	σ_i, \min	
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00	
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00	

Tensioni sul cls - getto in opera :

	σ_e, \max	σ_e, \min	σ_i, \max	σ_i, \min	
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00	
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00	

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{sl, \max}$	pos.	$\sigma_{sl, \min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00		0.00	

7.20.6.1.2.1.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

<sollecitazioni flettenti nulle>

7.20.6.1.2.1.3 Verifica rottura per taglio t=inf.

Armatura a staffe presente nella sezione 0.471 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 91.25%

Percentuale staffe dedicate a torsione 8.75%

Calcestruzzo:	θ [rad]	bW	Staffe:	ASW
	0.785	28.40		0.430

d	K	Asl	ρ_l	σ_{cp}	α_c
158.00	1.356	20.10619	0.0045	0.00	1.000

rottura senza armatura a taglio	VRd =	19965.44	[daN]
rottura delle staffe	VRsd =	239265.42	[daN]
rottura delle bielle calcestruzzo	VRcd =	261171.87	[daN]

$$V_{Ed,max} = 167507.13 < 239265.42$$

Trazione longitudinale per taglio ($V=167507.13$) al lembo teso $\Delta F_{td} = 83753.56$ [daN]

7.20.6.1.2.1.4 Verifica rottura per torsione $t=inf$.

Armatura a staffe presente nella parete 0.236 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 91.25%

Percentuale staffe dedicate a torsione 8.75%

Calcestruzzo:	θ [rad]	f_{cd}	Staffe parete:	ASW
	0.785	129.34		0.02062

Ak	tmin	uk	σ_{cp}	α_c
15157.000	14.00	501.00	0.00	1.000

rottura delle staffe	TRsd =	2446042.29	[daN]
rottura delle bielle calcestruzzo	TRcd =	27446042.98	

$$T_{Ed,max} = 1712447.65 < 2446042.29$$

Trazione per torsione ($T=2446042.29$) = 40425.78 [daN]

Trazione per torsione ($T=1712447.65$) = 28301.65 [daN]

Sforzo di precompressione presente = 0.00 [daN]

armatura longitudinale minima ($T=T_{Ed,max}=1712447.65$) = 7.233 [cm²]

7.20.6.1.2.1.5 Verifica a taglio/torsione $t=inf$.

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |-1712447.65/2446042.29| + |167507.13/239265.42| = 0.704$$

7.20.6.1.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 28.400 [cm²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0.00 risultano:

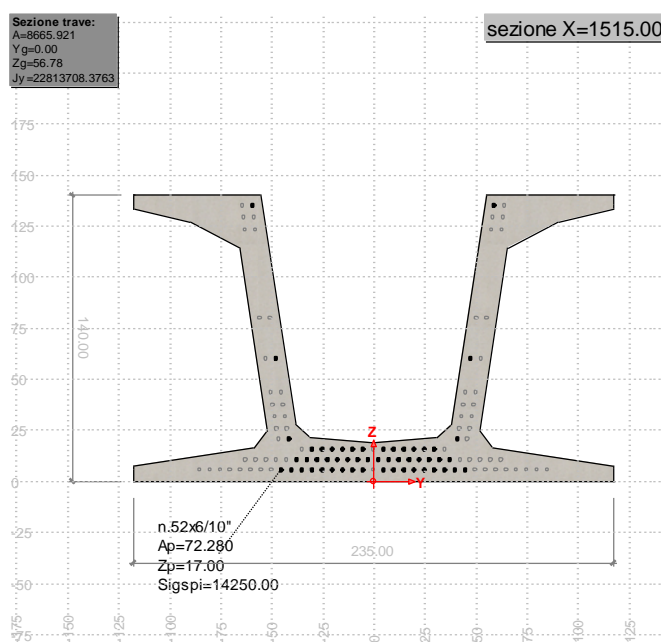
max valore di progetto scorrimento interfaccia	719.34	[daN/cm]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-56.49	[daN/cm]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±167.61	[daN/cm]
staffe di collegamento	0.4712	[cm ² /cm]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1273.99	[daN/cm]

7.20.6.2 VERIFICA SEZIONE X=1515.00 - SEZIONE DI MEZZERIA

7.20.6.2.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-117.50	0.00	prefabb.:
2	-117.50	6.50	reag.trazione
3	-117.50	7.63	e
4	-58.60	16.50	
5	-51.90	24.70	
6	-65.30	114.00	
7	-90.00	127.00	
8	-117.50	133.29	
9	-117.50	135.00	
10	-117.50	140.00	
11	-117.50	140.00	
12	-55.00	140.00	
13	-38.20	28.10	
14	-31.30	21.60	
15	0.00	19.00	
16	31.30	21.60	
17	38.20	28.10	
18	55.00	140.00	
19	117.50	140.00	
20	117.50	140.00	
21	117.50	135.00	
22	117.50	133.29	
23	90.00	127.00	
24	65.30	114.00	
25	51.90	24.70	
26	58.60	16.50	
27	117.50	7.63	



n.	Y	Z	
28	117.50	6.50	
29	117.50	0.00	
30	117.50	0.00	
31	-117.50	0.00	fine prefabb.

Sezione di calcestruzzo	A	Jf	Zg
prefabb.:	8665.921	22813708.3763	56.78

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	135.00	2.780
2	60.00	2.780
3	20.50	2.780
4	15.50	16.680
5	10.50	22.240
6	5.50	25.020

Zg,p	Ap
17.00	72.280

Sezione ideale (n=6.000)	Aid	Jf,id	Zg,id
	9099.601	23756257.9155	54.88

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	149.17	1.0%
rilassamento acciaio	41.4%	319.47	2.2%

Sollecitazioni	Mesterno	Nprecomp.	Mprecomp.
t=0 dopo taglio trefoli	24390406.32	-996116.38	-39624489.67
dopo getto 2a fase	41101616.78	-927566.70	-36897653.48

7.20.6.2.1.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$	
t=0 dopo taglio trefoli	-61.65	-140.30	
dopo getto 2a fase	-123.29	-88.22	

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	12996.86	0.00		0.00	
dopo getto 2a fase	12282.03	0.00		0.00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	25.5%	149.17	1.0%
rilassamento acciaio	25.9%	199.86	1.4%
viscosità cls	37.8%	595.43	4.2%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.1%	0.81	0.0%
rilassamento acciaio	0.1%	0.71	0.0%
viscosità cls	0.2%	2.40	0.0%

7.20.6.2.1.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $\varepsilon_{sp,z=17.00}=0.00658$

fless.	Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	Z ε_{sup}	ε_{inf}	Z ε_{inf}
(+)	28.98	95118636.14	-0.00350	140.00	0.00074	5.50
(-)	24.16	-9469856.88	0.01000	135.00	-0.00218	0.00

$$M_{d,max} = 55487182.65 < 95118636.14 \quad K_r=1.714$$

7.20.6.2.1.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Armatura a staffe presente nella sezione 0.126 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 100.00%

Percentuale staffe dedicate a torsione 0.00%

Calcestruzzo:	θ [rad]	bW	Staffe:	ASW
	0.785	28.40		0.126

d	K	Asl	ρ_l	σ_{cp}	α_c
135.00	1.385	69.50000	0.0181	-107.07	1.250

rottura senza armatura a taglio	VRd =	89341.05	[daN]
rottura delle staffe	VRsd =	59744.90	[daN]
rottura delle bielle calcestruzzo	VRcd =	278941.47	[daN]

$$V_{Ed,max} = 0.00 < 89341.05$$

7.20.6.2.2 Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	-123.30	-88.16
getto in opera	0.00	0.00

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

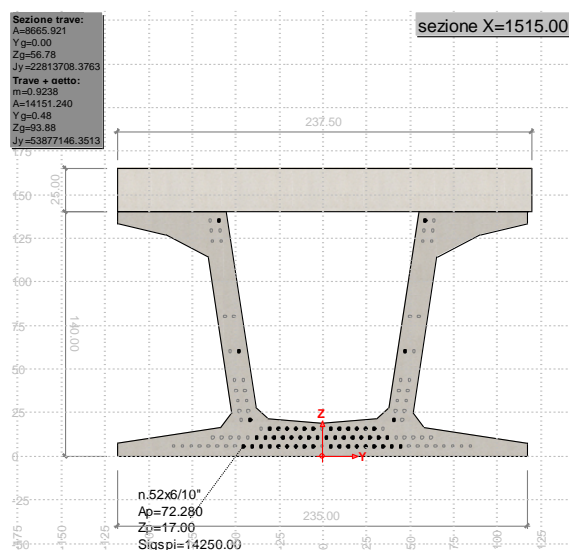
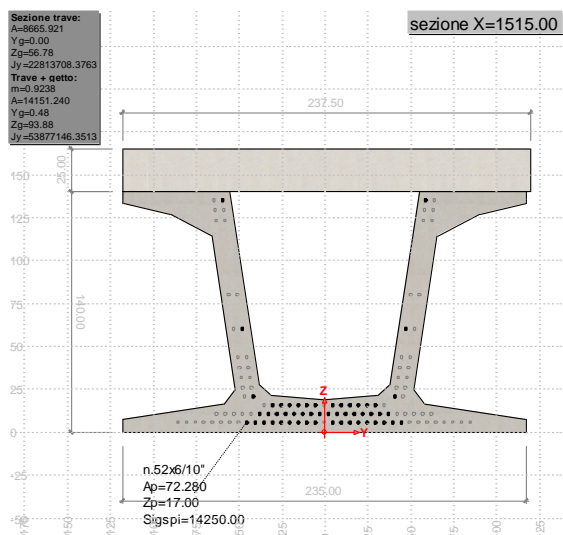
	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	48.9%	285.84	2.0%
rilassamento acciaio	32.6%	251.63	1.8%
viscosità cls	62.0%	975.39	6.8%

7.20.6.2.2.1 Verifiche in esercizio

7.20.6.2.2.1.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-117.50	0.00	prefabb.:
2	-117.50	6.50	reag.trazione
3	-117.50	7.63	
4	-58.60	16.50	
5	-51.90	24.70	
6	-65.30	114.00	
7	-90.00	127.00	
8	-117.50	133.29	
9	-117.50	135.00	
10	-117.50	140.00	
11	-117.50	140.00	
12	-55.00	140.00	
13	-38.20	28.10	
14	-31.30	21.60	
15	0.00	19.00	
16	31.30	21.60	
17	38.20	28.10	
18	55.00	140.00	
19	117.50	140.00	
20	117.50	140.00	
21	117.50	135.00	
22	117.50	133.29	
23	90.00	127.00	
24	65.30	114.00	
25	51.90	24.70	
26	58.60	16.50	
27	117.50	7.63	
28	117.50	6.50	
29	117.50	0.00	
30	117.50	0.00	fine prefabb.
31	-117.50	0.00	
32	-117.50	165.00	getto in opera
33	120.00	165.00	(m=0.924)
34	120.00	140.00	non reag.trazione
35	-117.50	140.00	



n.	Y	Z	
36	-117.50	165.00	

Sezione di calcestruzzo	A	Jf	Zg
prefabb.:	14151.240	53877146.3513	93.88

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	135.00	2.780
2	60.00	2.780
3	20.50	2.780
4	15.50	16.680
5	10.50	22.240
6	5.50	25.020

Zg,p	Ap
17.00	72.280

Sezione ideale (n=6.000)	Aid	Jf,id	Zg,id
	14584.920	56653381.8031	91.60

N precomp t=inf.= -818217.20

Tensioni sul cls - UH140A :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-122.55	-122.55	-67.80	-67.80
t=inf.-SLE Rare	-122.55	-166.38	15.04	-67.80
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-122.55	-135.11	-44.14	-67.80

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-2.55	-2.55	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	-2.55	-63.93	0.00	-39.80
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2.55	-20.12	0.00	-10.91

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	11082.73	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Rare	11487.47	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	11198.32	0.00		0.00	

7.20.6.2.2.1.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \varepsilon_{sp}$
Armature pretese	17.00	0.00563

fless.	Z asse neutro	Mr	ϵ_{sup}	$Z_{\epsilon_{sup}}$	ϵ_{inf}	$Z_{\epsilon_{inf}}$
(+)	132.25	142632173.93	-0.00258	165.00	0.01000	5.50
(-)	20.56	-9759916.67	0.01000	135.00	-0.00180	0.00

$$M_{d,max} = 126257353.09 < 142632173.93 \quad K_r = 1.130$$

7.20.6.2.2.1.3 Verifica rottura per taglio $t=inf.$

Armatura a staffe presente nella sezione 0.126 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 96.32%

Percentuale staffe dedicate a torsione 3.68%

Calcestruzzo:	θ [rad]	bW	Staffe:	ASW
	0.381	28.40		0.121

d	K	Asl	ρ_l	σ_{cp}	α_c
159.50	1.354	72.28000	0.0160	-57.82	1.224

rottura senza armatura a taglio	VRd =	70026.79	[daN]
rottura delle staffe	VRsd =	169981.40	[daN]
rottura delle bielle calcestruzzo	VRcd =	222469.82	[daN]

$$V_{Ed,max} = 14537.38 < 169981.40$$

Trazione longitudinale per taglio ($V=14537.38$) al lembo teso $\Delta F_{td} = 18171.73$ [daN]

7.20.6.2.2.1.4 Verifica rottura per torsione $t=inf.$

Armatura a staffe presente nella parete 0.063 [cm²/cm]

Percentuale staffe dedicate a taglio 96.32%

Percentuale staffe dedicate a torsione 3.68%

Calcestruzzo:	θ [rad]	f_{cd}	Staffe parete:	ASW
	0.381	129.34		0.00231

Ak	tmin	uk	σ_{cp}	α_c
15157.000	14.00	501.00	-57.82	1.224

rottura delle staffe	TRsd =	684976.55	[daN]
rottura delle bielle calcestruzzo	TRcd =	23159055.75	

$$T_{Ed,max} = 58581.50 < 684976.55$$

$$\text{Trazione per torsione (T=684976.55)} = 28301.55 \text{ [daN]}$$

$$\text{Trazione per torsione (T=58581.50)} = 2420.44 \text{ [daN]}$$

$$\text{Sforzo di precompressione presente} = -818217.20 \text{ [daN]}$$

<armatura longitudinale non necessaria>

7.20.6.2.2.1.5 Verifica a taglio/torsione $t=inf$.

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |58581.50/684976.55| + |-14537.38/169981.40| = 0.068$$

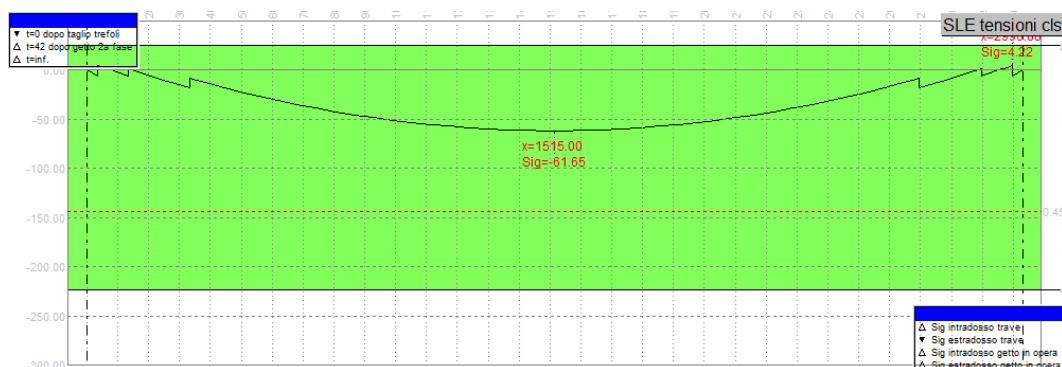
7.20.6.2.2.1.6 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 28.400 [cm²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=1515.00 risultano:

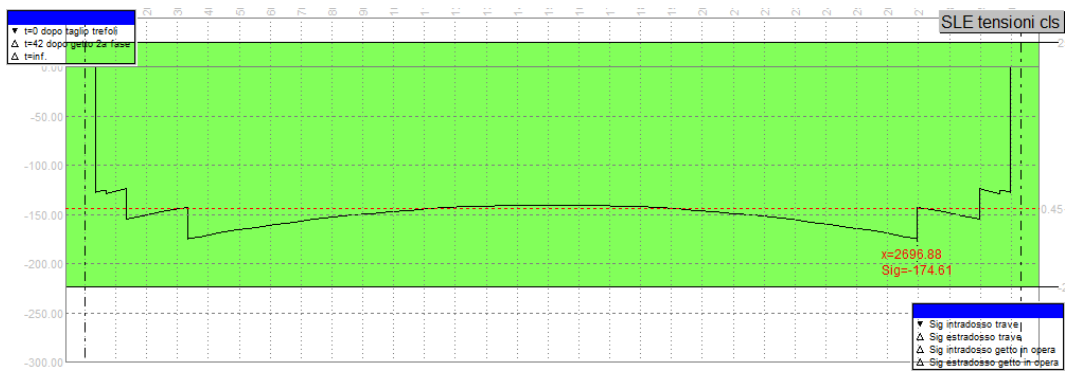
max valore di progetto scorrimento interfaccia	5.71	[daN/cm]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-103.20	[daN/cm]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±167.61	[daN/cm]
staffe di collegamento	0.1257	[cm ² /cm]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±462.64	[daN/cm]

7.20.6.3 RIEPILOGO VERIFICHE - GRAFICI

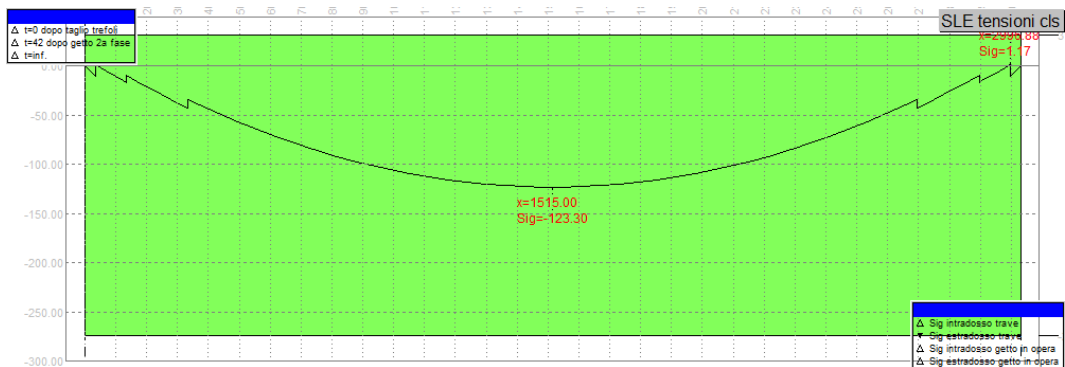
7.20.6.3.1 Prima fase: sola trave



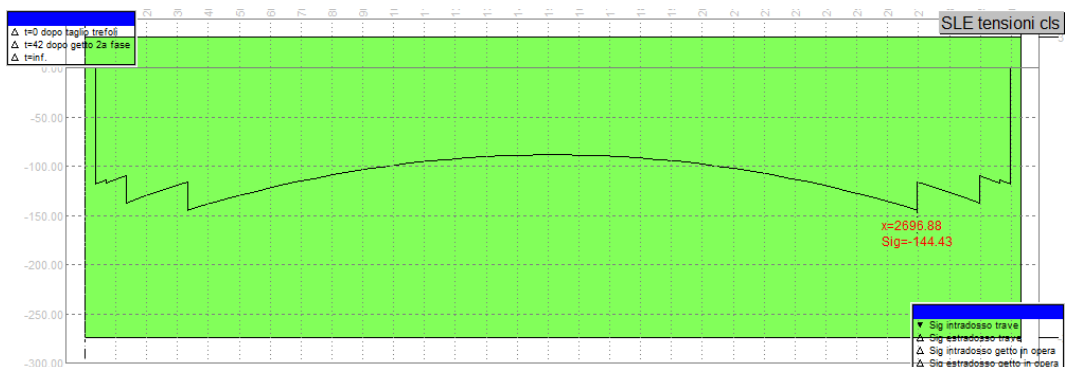
tensioni a t=0 - lembo superiore travi



tensioni a $t=0$ - lembo inferiore travi

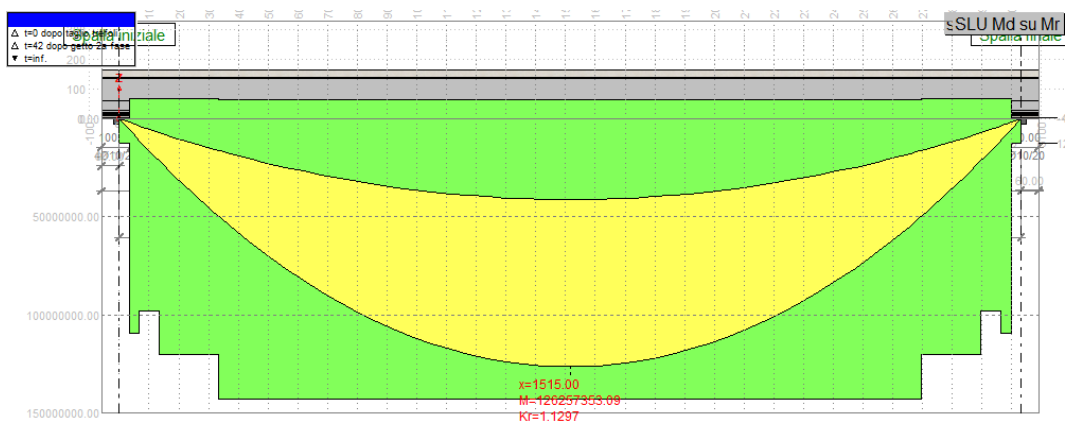


tensioni a 70 gg - estradosso trave

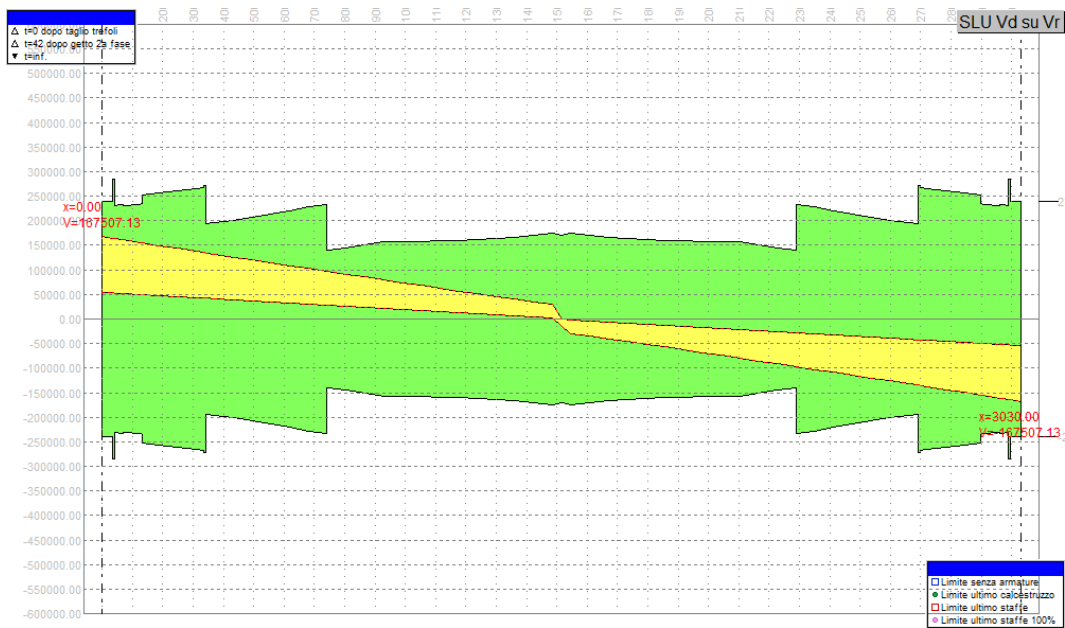


tensioni a 70 gg - intradosso trave

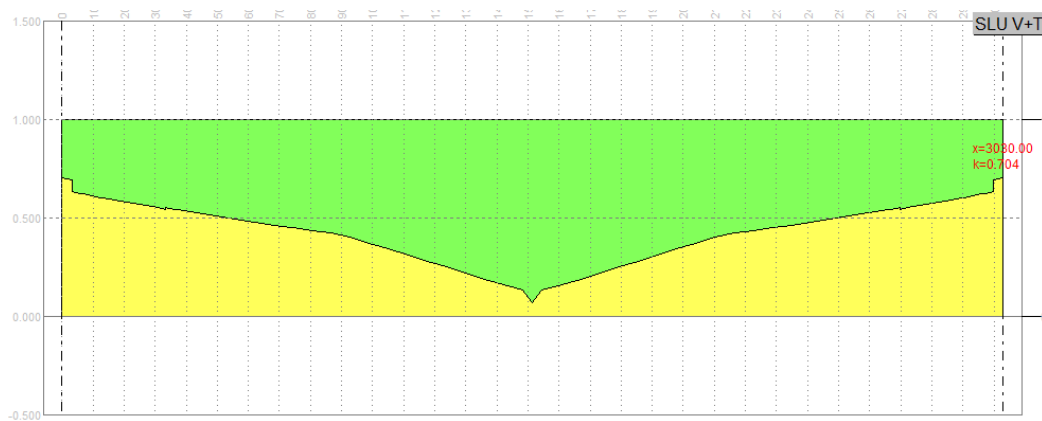
7.20.6.4 SECONDA FASE: TRAVE + GETTO IN OPERA



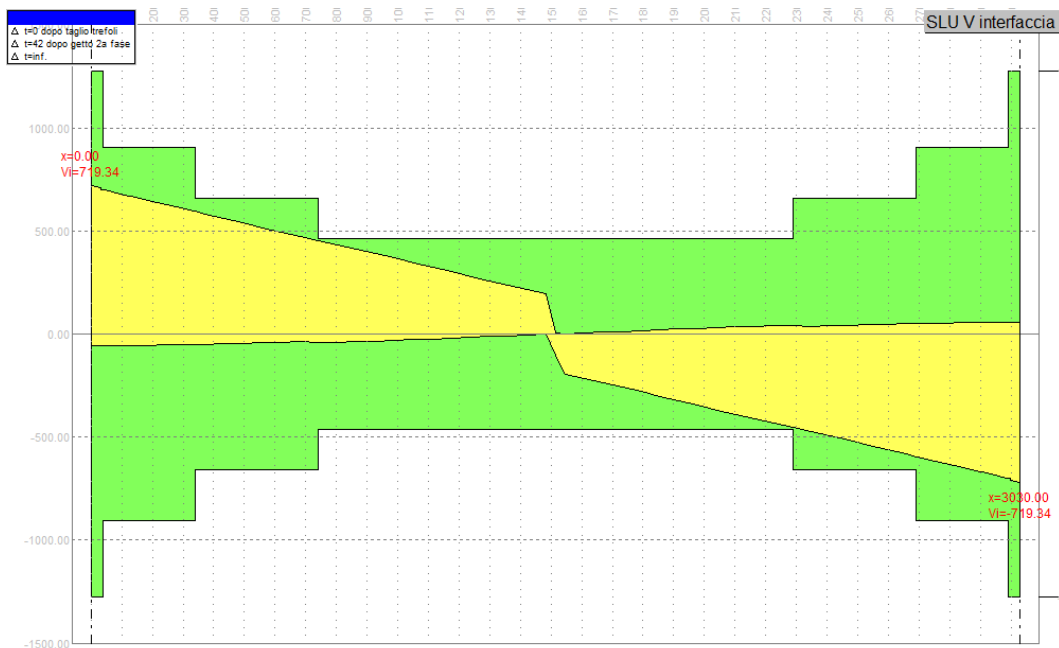
Md/Mr situazioni SLU



Vd/Vr situazioni SLU



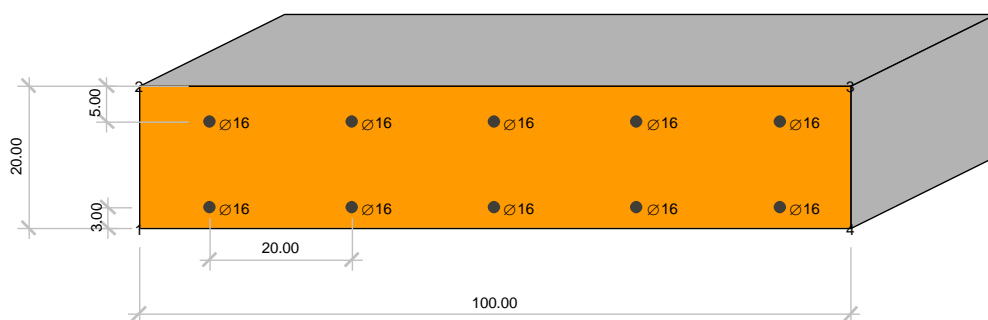
V + T situazioni SLU



Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti

7.21 VERIFICA SOLETTA

La soletta viene armata trasversalmente con barre $\varnothing 16$ a passo 20 cm superiormente e inferiormente.



7.21.1 DATI SEZIONE

7.21.1.1 GEOMETRIA

7.21.1.1.1 Sezione C32/40

vertice	Coordinata X	Coordinata Y
1	-50.00	5.00
2	-50.00	25.00
3	50.00	25.00
4	50.00	5.00

7.21.1.1.2 Armature longitudinali - B450

armatura	Coordinata X	Coordinata Y	Area	Ø
1	-40.00	8.00	2.01	16
2	-20.00	8.00	2.01	16
3	0.00	8.00	2.01	16
4	20.00	8.00	2.01	16
5	40.00	8.00	2.01	16
6	-40.00	20.00	2.01	16
7	-20.00	20.00	2.01	16
8	0.00	20.00	2.01	16
9	20.00	20.00	2.01	16
10	40.00	20.00	2.01	16

7.21.1.2 PARAMETRI GEOMETRICI

7.21.1.2.1 Sezione di calcestruzzo

	Area	Xg	Yg	Jxx	Jyy	n
C32/40	2000.000	0.00	15.00	66666.6667	1666666.6667	1

7.21.1.2.2 Armature

		Area	Xg	Yg	n
A	B450	20.106	0.00	14.00	15

7.21.1.2.3 Sezione di c.a. (n=15)

Area= 2301.593

Coordinate baricentro: x= 0.00 y= 14.87

$J_{xx} = 77786.0841$

$J_{yy} = 1907940.9825$

7.21.1.3 DATI DEI MATERIALI

Sezione: C32/40

Caratteristiche meccaniche		
Resistenza caratteristica cubica	Rck	400.00
Resistenza caratteristica cilindrica	fck,cil	332.00
Coeff. carichi lunga durata	α_{cc}	0.85
Fattore di sicurezza parziale	γ	1.5
Resistenza di calcolo a compressione	fcd	188.13
Resistenza media a trazione assiale	fctm	30.99
Resist. a trazione per fessurazione	fct,eff	30.99
Tensione di formazione delle fessure	σ_t	25.82
Modulo elastico secante (fessur.)	Ecm	336427.78
Sezione reagente a trazione		NO

Valori limite di deformazione		
Compressione	ε_{inf}	-0.0035
Trazione	ε_{sup}	1

Limitazione tensioni		
Situazioni rare	$\sigma_c \leq$	199.20
Situazioni quasi permanenti	$\sigma_c \leq$	149.40

Parametri per fessurazione		
Fattore di durata del carico	k_t	0.60
Coeff. di aderenza delle armature	k_1	0.80

Armature: B450

Caratteristiche meccaniche		
Valore caratt. tensione snervamento	f_{yk}	4500.00
Fattore di sicurezza parziale	γ	1.15
Valore di calcolo tens. snervamento	f_{yd}	3913.04
Modulo elastico (fessurazione)	E_s	2000000.00

Valori limite di deformazione		
Compressione	$\varepsilon_{s,inf}$	-0.01
Trazione	$\varepsilon_{s,sup}$	0.01

Limitazione tensioni		
Situazioni rare	$\sigma_s \leq$	3600.00
Coefficiente di omogeneizzazione	$n =$	15.00

7.21.2 PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE

7.21.2.1 STATI LIMITE ULTIMI

Comb	Descrizione	N	ecc. X	ecc. Y	Mx	My
1	Mmax SLU P/T $y=19.2$	0	0.00	0.00	-496566	0
2	Mmin SLU P/T $y=120.0$	0	0.00	0.00	372932	0
3	Mmax SLU sismica $y=364.8$	0	0.00	0.00	-60509	0
4	Mmax SLU sismica $y=19.2$	0	0.00	0.00	32814	0

7.21.2.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.21.2.2.1 Combinazioni caratteristiche (rare)

Comb.	descrizione	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	Mmax y=38.4	0	0.00	0.00	-356972	0
2	Mmin y=120.0	0	0.00	0.00	274407	0

7.21.2.2.2 Combinazioni frequenti

Comb.	descrizione	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	Mmax y=192.0	0	0.00	0.00	-201345	0
2	Mmin y=96.0	0	0.00	0.00	206586	0

7.21.2.2.3 Combinazioni quasi permanenti

Comb.	descrizione	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	Mmax y=364.8	0	0.00	0.00	-63418	0
2	Mmin y=-38.4	0	0.00	0.00	63956	0

7.21.3 VERIFICHE

7.21.3.1 STATI LIMITE ULTIMI

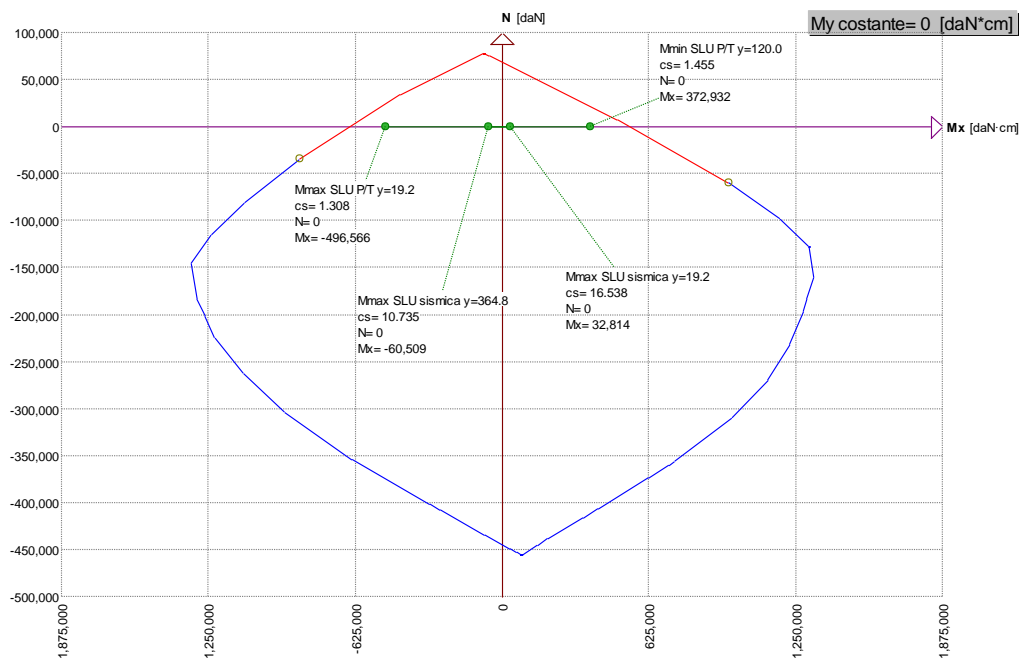
7.21.3.1.1 Rottura per flessione

Sollecitazioni Resistenti :

	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-444353	-0.0035 (sez)	68456	0.01 (arm)
Mx	-649561	-0.0035 (sez)	542668	0.01 (arm)
My	-3130039	-0.0035 (sez)	3130039	-0.0035 (sez)

7.21.3.1.1.1 Verifica a rottura per flessione

Comb	Descrizione	Coeff. di sicurezza	
1	Mmax SLU P/T y=19.2	1.3081	
2	Mmin SLU P/T y=120.0	1.4551	
3	Mmax SLU sismica y=364.8	10.7349	
4	Mmax SLU sismica y=19.2	16.5378	

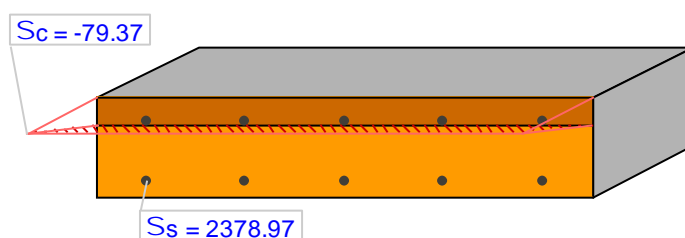


7.21.3.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

7.21.3.2.1 Limitazione delle tensioni in esercizio

Combinazioni caratteristiche (rare)

comb	Descrizione	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	Mmax y=38.4	-79.37	0.00	2378.97	-140.69
2	Mmin y=120.0	-68.37	0.00	2085.23	-403.45



Combinazioni quasi permanenti

comb	Descrizione	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	Mmax y=364.8	-14.10	0.00	422.64	-24.99
2	Mmin y=-38.4	-15.94	0.00	486.00	-94.03

7.21.3.2.2 Verifiche a fessurazione

Viene condotto il calcolo dell'ampiezza delle fessure per ogni combinazione di carico che lo richiede. A questo scopo si adotta l'espressione:

$$W_k = S_{r,max}(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

dove:

$$s_{r,max} = 3.4 \cdot c + K_1 \cdot K_2 \cdot 0.425 \cdot \sigma_{eq} / \rho_{eff}$$

$$\varepsilon_d = \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - K_t \cdot f_{ct,eff} / \rho_{eff} \cdot (1 + E_s / E_c \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \cdot \sigma_s / E_s$$

Combinazioni frequenti

comb	As,eff	Acls,eff	ρ_{eff}	σ_s	c	σ_{eq}	$\varepsilon_d \cdot 10^3$	K2	sr,max	Wk	
1	10.05	477.66	0.0210	1341.83	2.20	16.0	0.403	0.50	20.40	0.0082	(<0.03)
2	10.05	501.82	0.0200	1569.86	4.20	16.0	0.471	0.50	27.86	0.0131	(<0.03)

Combinazioni quasi permanenti

comb	As,eff	Acls,eff	ρ_{eff}	σ_s	c	σ_{eq}	$\varepsilon_d \cdot 10^3$	K2	sr,max	Wk	
1	10.05	477.66	0.0210	422.64	2.20	16.0	0.127	0.50	20.40	0.0026	(<0.02)
2	10.05	501.82	0.0200	486.00	4.20	16.0	0.146	0.50	27.86	0.0041	(<0.02)

7.22 VERIFICA CORDOLO

Si riporta di seguito la verifica del cordolo posto a lato di valle del ponte caratterizzato da una larghezza pari a 75 cm ed un'altezza rispetto alla soletta pari a 20 cm.

Si riporta nelle seguenti tabelle la verifica a torsione del cordolo:

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA

H =	43	cm	altezza sezione
b _w =	75	cm	larghezza sezione
h' =	5	cm	copriferro
d =	38	cm	altezza utile
A _c =	3225	cm ²	area sezione
A =	2145	cm ²	area racchiusa dalla fibra media
u =	236	cm	perimetro

$$t = A_c / u = 13.67 \text{ cm}$$

Caratteristiche dell'armatura longitudinale

ϕ =	16	mm	diametro armatura
n° =	10		numero barre
A ₁ =	20.1	cm ²	area dell'armatura longitudinale totale
u _m =	196.0	cm	perimetro medio del nucleo resistente

$$a_1 = \sum A_1 / u_m = 0.1 \text{ cm}$$

Caratteristiche della sezione armata a taglio

ARMATURA A TAGLIO

ϕ =	16	mm	diametro staffe
n° =	2		numero bracci
A _{sw} =	4.0	cm ²	area dell'armatura trasversale
s =	20	cm	passo delle staffe
α =	90	°	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

$$a_s = A_s / s = 0.20 \text{ cm}$$

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

$$\text{ctg } \theta = (a_l / a_s)^{1/2} = 0.71$$

$$\vartheta = 45^\circ$$

angolo di inclinazione del puntone compresso
rispetto all'asse della trave (22° ÷ 45°)

Resistenza lato calcestruzzo

$$T_{Rcd} = 255 \text{ kNm}$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f_{cd} \cdot \text{ctg } \theta / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

Resistenza con riferimento alle staffe trasversali

$$T_{Rsd} = 337 \text{ kNm}$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg } \theta$$

Resistenza con riferimento all'armatura longitudinale

$$T_{Rld} = 172 \text{ kNm}$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

$$T_{Rd} = 172 \text{ kN} \quad \text{resistenza di calcolo } \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Si riporta nelle seguenti tabelle la verifica a taglio del cordolo:

Caratteristiche della sezione

GEOMETRIA

H	=	43	cm	altezza sezione
b _w	=	75	cm	larghezza sezione
h'	=	5	cm	copriferro
d	=	38	cm	altezza utile

ARMATURA TESA

ϕ	=	16	m	diametro armatura
n°	=	2		numero barre
A _s	=	4.0	cm ²	area dell'armatura tesa
ρ _l	=	0.0012		rapporto geometrico d'armatura longitudinale (≤0,02)

AZIONI DI COMPRESSIONE

N _E _d	=	0	kN	valore di calcolo della compressione assiale (se presente)
-----------------------------	---	---	----	--

$$\sigma_{cp} = 0.00 \text{ a } \text{Mp} \text{ tensione media di compressione}$$

Resistenza senza armatura a taglio

$$V_{Rd} = 125 \text{ kN}$$

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza di progetto a taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\} \quad [4.1.23]$$

con

f_{ck} espresso in MPa

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

Caratteristiche della sezione armata a taglio

ARMATURA A TAGLIO

ϕ	=	16	m	diametro staffe
n°	=	2		numero bracci
A_s			cm ²	
w	=	4.0		area dell'armatura trasversale
s	=	20	cm	passo delle staffe
α	=	90	°	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
ϑ	=	45	°	angolo di inclinazione del puntone compresso rispetto all'asse della trave (22° ÷ 45°)
α_c	=	1.00		coefficiente maggiorativo pari a:
				per membrature non compresse
				1 + σ_{cp}/f_{cd} per $0 \leq \sigma_{cp} \leq 0,25 f_{cd}$
				1.25 per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
				2,5(1 - σ_{cp}/f_{cd}) per $0,5 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd}$
νf_c			MPa	
d	=	8.70	a	resistenza a compressione ridotta ($\nu f_{cd} = 0,5 f_{cd}$)

Resistenza con armature trasversali resistenti al taglio

$$V_{Rd} = 269 \text{ kN}$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha \quad [4.1.27]$$

RES. DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"

$$V_{Rd} = 1116 \text{ kN}$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot \nu \cdot f_{cd} (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

$$V_{Rd} = 269 \text{ kN} \quad \text{resistenza di calcolo } \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$$

Si riporta di seguito la verifica a taglio e torsione del cordolo:

Resistenza Sollecitazioni composte Torsione e taglio

Ted	100 KNm	Trd	172 KNm
Ved	100 KN	Vrd	269 KN

$$\frac{T_{ed}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{ed}}{V_{Rcd}} \leq 1 \quad 0.95$$

La seguente scheda riporta la verifica a presso-flessione del cordolo considerando una sezione resistente di larghezza pari ad 1 m.

Titolo : _____

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	45

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	6
2	10.05	37

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**
N_{Ed} **kN**
M_{xEd} **kNm**
M_{yEd} **kNm**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} N/mm²
τ_{c1} N/mm²

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Risulta inoltre necessario considerare nelle verifiche della soletta una condizione di carico globale aggiuntiva. Si riporta di seguito lo schema tratto dal quaderno tecnico ANAS:

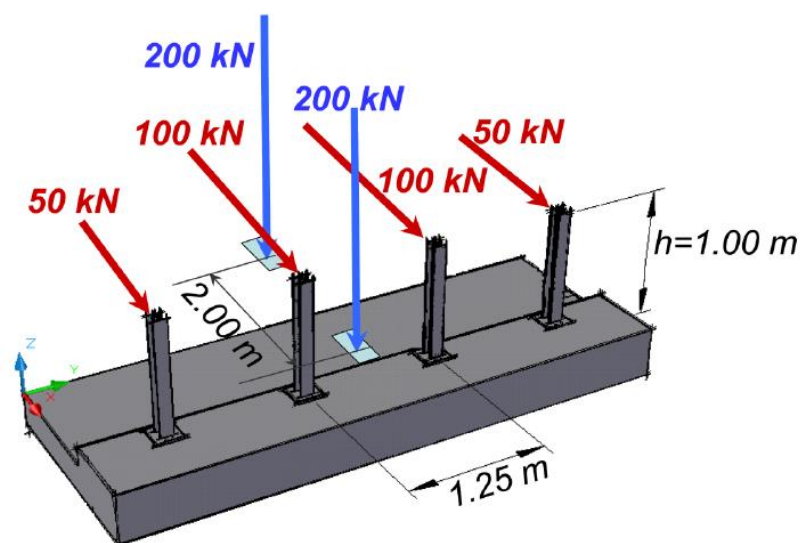


Figura 3 – Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie" (è omessa la rappresentazione dei carichi permanenti)

Si riporta di seguito il diagramma delle azioni sollecitanti nella soletta considerando una sezione resistente di larghezza pari a 1 m.

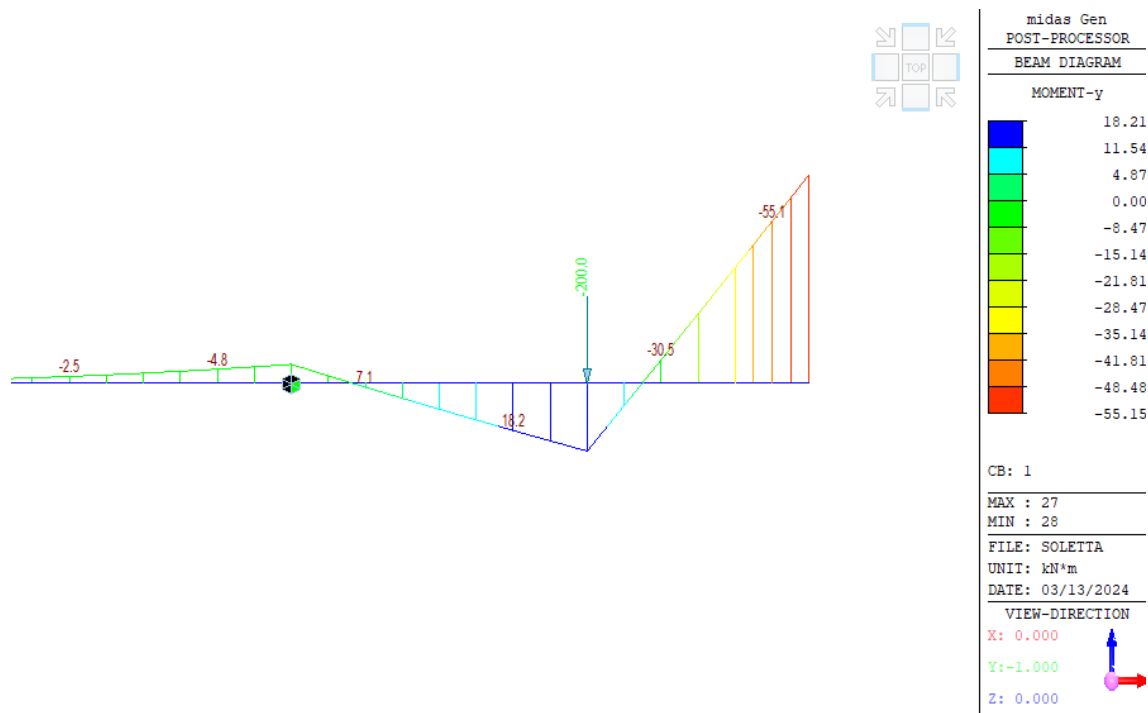


Diagramma momento flettente [kNm]

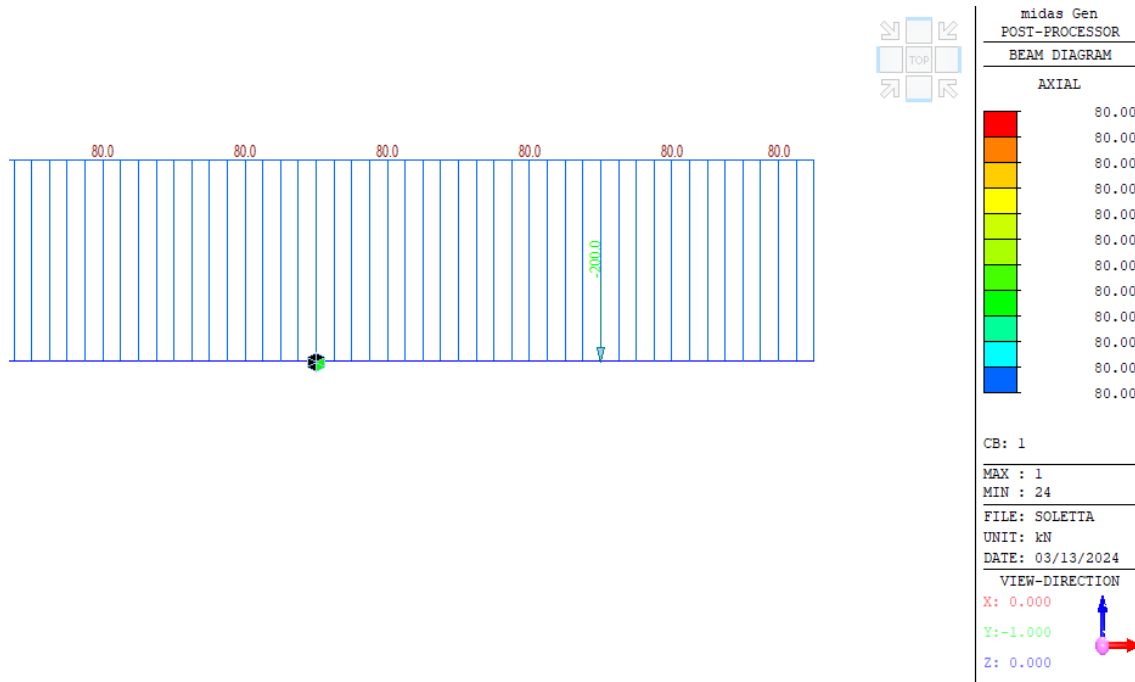


Diagramma momento flettente [kN]

Si riporta di seguito la verifica della sezione in condizione SLU.

Titolo : _____

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4
2	10,05	23

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**
N_{Ed} -80 **0** kN
M_{xEd} 80 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0
Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11,5
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
 τ_{c1} 2,029

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
M-curvatura
☐ Precompresso

M_{xRd} 79,88 kN m
 σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 20,75 ‰
 d 23 cm
 x 3,32 x/d 0,1443
 δ 0,7

7.23 VERIFICA TRAVERSO

Si riporta di seguito la verifica del traverso di testa eseguita per la condizione di carico peggiore.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	135

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,21	6
2	15,21	128

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 325 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 735,9 kN m

σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 54,44 ‰
d 128 cm
x 7,733 x/d 0,06041
 δ 0,7

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

☐ Precompresso

La verifica risulta soddisfatta.

7.24 VERIFICA VELETTA

È prevista l'installazione a bordo ponte di una veletta prefabbricata in c.a. di altezza pari a 1,2 m. Nel presente capitolo viene riportato un dimensionamento di massima che dovrà comunque essere rivisto in fase costruttiva in funzione del prefabbricatore selezionato dall'Impresa costruttrice.

7.24.1 CARICHI

7.24.1.1 PESO PROPRIO VELETTA (G1_VELETTA)

Il peso proprio della veletta è stato determinato considerando un peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a 2500 daN/m^3 e un'area pari a $0,12 \text{ m}^2$:

$$G1_VELETTA = 2500 \text{ daN/m}^3 \times 0,107 \text{ m}^2 = 270 \text{ daN/m}$$

7.24.1.2 AZIONI DEL VENTO (QVENTO)

La pressione associata al vento viene calcolata a partire dalla seguente formulazione:

$$q_v = q_b \times C_E \times C_d \times C_p$$

Dove:

q_b = pressione cinetica di riferimento

C_d = coeff. dinamico

C_E = coeff. di esposizione

C_p = coeff. di pressione

Parametri

Le azioni del vento sono state determinate sulla base dei seguenti parametri:

– Zona	1
– Velocità base di riferimento	$V_{b,0}$ 25 m/s
– a_0	1000 m
– k_s	0,40
– Altezza s.l.m.	a_s 45,0 m
– Coefficiente di altitudine	$c_a (a_s < a_0)$ 1,0
– Tempo di ritorno	T_r 50 anni
– Coefficiente di ritorno	C_r 1.0
– Velocità di riferimento	$V_r = V_b \times c_r$ 25,00 m/s
– Altezza massima sul suolo (da fondo alveo)	Z_{max} 8,0 m
– Classi di rugosità del terreno	D
– Categoria di esposizione	II
– K_r	0,17
– z_0	0,01 m
– z_{min}	2 m

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento è stata definita utilizzando la seguente formulazione:

$$q_b = 0.5 \times \rho \times v_r^2 = 390 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente dinamico

Si assume un coefficiente dinamico unitario.

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione è stato determinato sulla base di quanto definito dalle norme vigenti:

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

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

$$C_e = 2.64$$

Coefficiente di pressione

Il coefficiente di pressione viene definito sulla base delle formulazioni riportate nella normativa EN-1991-4 e risulta pari a $C_p = 1,4$.

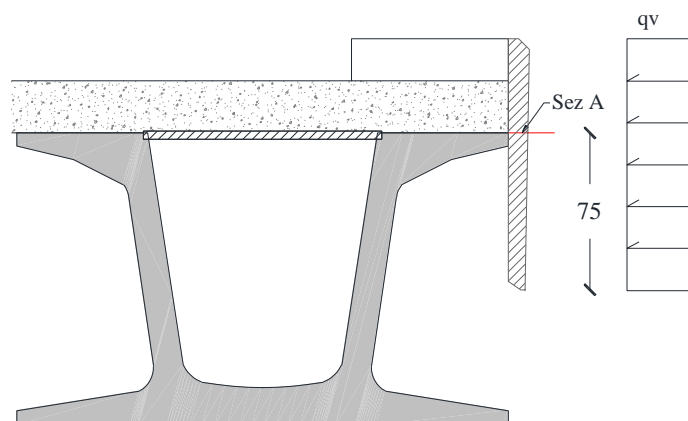
Risulta una pressione del vento pari a:

$$q_v = 1,44 \text{ kN/m}^2$$

7.24.2 VERIFICA VELETTA IN C.A.

Per la veletta è stata prevista la presenza di una maglia di barre d'armatura verticale ed orizzontale $\phi 8/20$.

La seguente immagine identifica la sezione di verifica della veletta.



Sezione di verifica veletta

Considerando una lunghezza del tratto a sbalzo della veletta di circa 75 cm risultano nella sezione di verifica le seguenti sollecitazioni di progetto (SLU):

$$M_{ed} = 1,5 \times 1,44 \text{ kN/m}^2 \times 0,75 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} / 2 = 0,60 \text{ kNm/m}$$

$$V_{ed} = 1,5 \times 1,44 \text{ kN/m}^2 \times 0,75 \text{ m} = 1,62 \text{ kNm/m}$$

$$N_{ed} = 1,5 \times 2,7 \text{ kN/m} = 4,05 \text{ kN/m}$$

Si riporta di seguito la scheda di verifica in condizioni SLU

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO : **velatta**

N° strati barre **1** Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	8

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,51	4

Tipo Sezione
☒ Rettang. ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} **4,05** kN
 M_{xEd} **0** kNm
 M_{yEd} **0** kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN **0** yN **0**

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. **100**

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ **0** cm Col. modello

M-curvatura

☐ Precompresso

Materiali

B450C **C32/40**

E_{su} **67,5** % E_{c2} **2** %
 f_{yd} **391,3** N/mm² E_{cu} **3,5** %
 E_s **200 000** N/mm² f_{cd} **17,9** %
 E_s/E_c **15** f_{cc}/f_{cd} **0,8** ?
 E_{syd} **1,957** % σ_{c,adm} **11,5**
 σ_{s,adm} **255** N/mm² τ_{co} **0,6933**
 τ_{c1} **2,029**

M_{xRd} **3,79** kN m

σ_c **-17,9** N/mm²
 σ_s **391,3** N/mm²
 ε_c **3,5** %
 ε_s **16,38** %
 d **4** cm
 x **0,704** x/d **0,1761**
 δ **0,7**

La verifica a pressoflessione risulta rispettata.

Si osserva inoltre che gli sforzi associati alle condizioni di esercizio risultano contenuti.

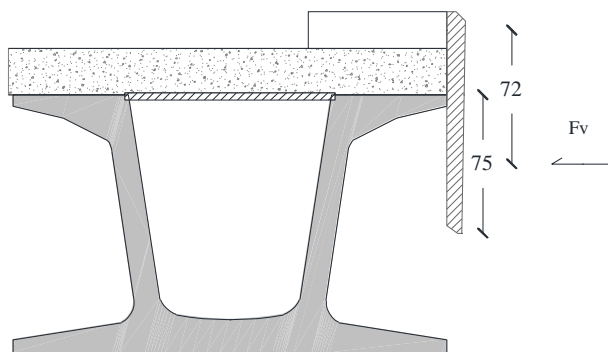
7.24.3 VERIFICA ANCORAGGIO VELETTA

Per l'installazione della veletta (prima dell'esecuzione del getto del cordolo) è prevista la presenza di un profilo in carpenteria metallica. A getto eseguito la veletta risulta ancorata per mezzo di staffe $\phi 8/20$.

Con riferimento alla seguente schematizzazione, il momento sollecitante in corrispondenza dell'ancoraggio risulta così determinato:

$$F_v = q_v \times 0,75 \text{ m} \times 1,5 = 1,62 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = F_v \times 0,72 \text{ m} = 1,17 \text{ kNm/m}$$



Sezione di verifica veletta

Considerando staffe con braccio 0.14 m, risulta una forza di trazione per singola barra pari a:

$$F_{ed} = 1,17 \text{ kNm/m} / 0,14 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 1,68 \text{ kN}$$

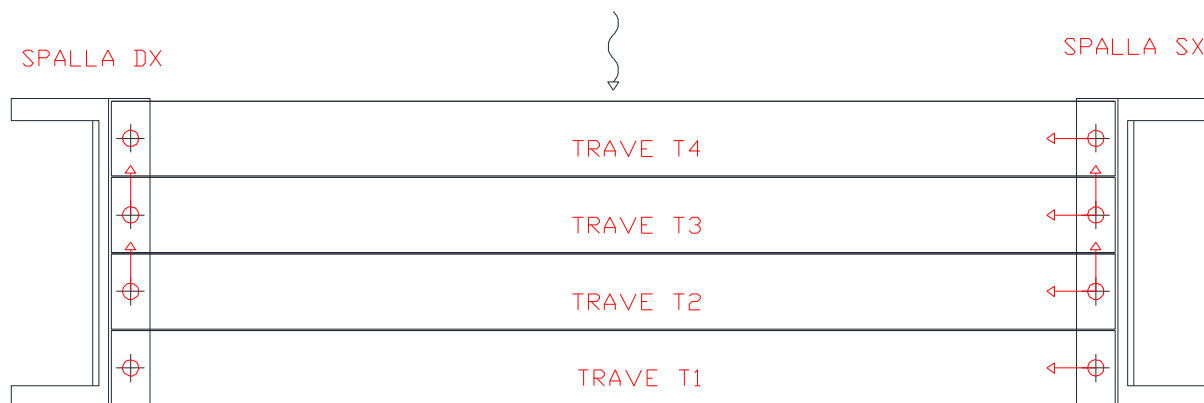
La resistenza a trazione della singola barra risulta pari a:

$$F_{rd} = 391 \text{ MPa} \times 50 \text{ mm}^2 = 19,5 \text{ kN}$$

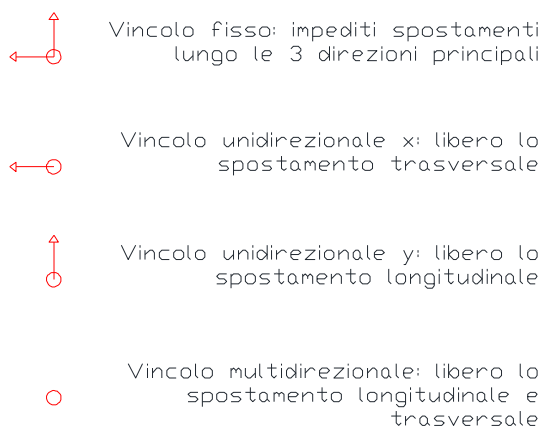
La verifica risulta pertanto rispettata.

8. VERIFICA SOTTOSTRUTTURA

Nel presente capitolo viene analizzata la spalla sinistra del manufatto. Tale spalla risulta caratterizzata da appoggi atti a trasferire i carichi dell'impalcato agenti in direzione verticale, longitudinale e trasversale. Si riporta di seguito lo schema di vincolo della struttura.



LEGENDA VINCOLI



Schema di vincolo impalcato

Le verifiche della spalla sono state effettuate secondo l'Approccio 2 (coefficienti A1+M1+R3) definito nelle NTC'18, che prevede sia per la verifica strutturale che per la verifica geotecnica i medesimi coefficienti di sicurezza amplificativi per le azioni (A) e riduttivi per i materiali (M).

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

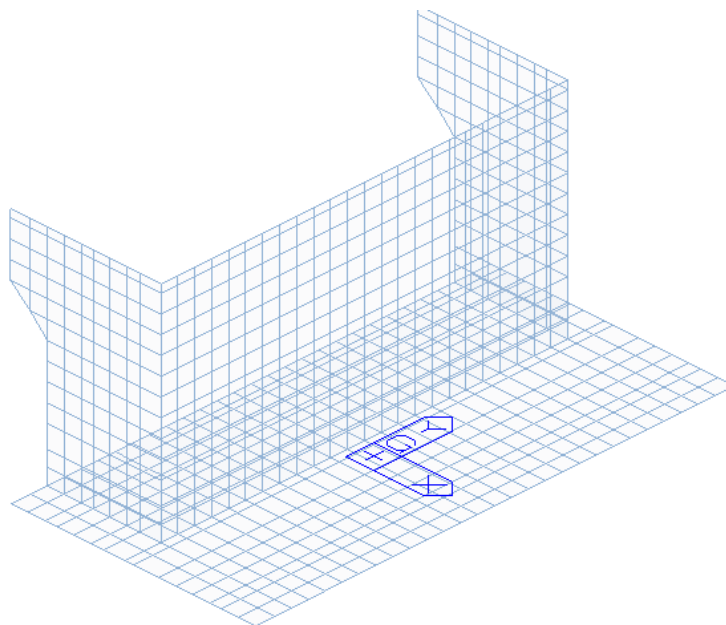
Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_γ	1,0	1,0

La spalla destra è stata assunta uguale alla spalla sinistra.

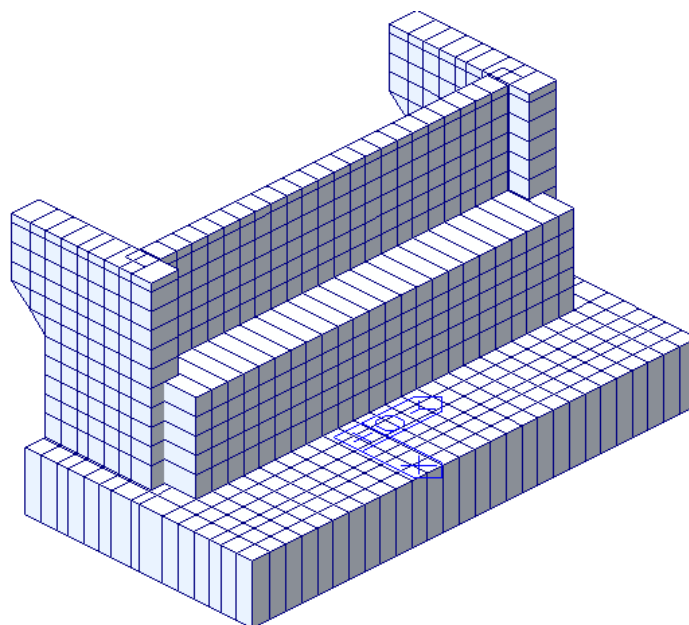
8.1 MODELLO DI CALCOLO

Le sollecitazioni di progetto agenti sulle spalle sono state determinate mediante lo sviluppo di un modello tridimensionale agli elementi finiti elaborato con il codice di calcolo Midas GEN, Midas Information Technology Co. Ltd, tale da rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

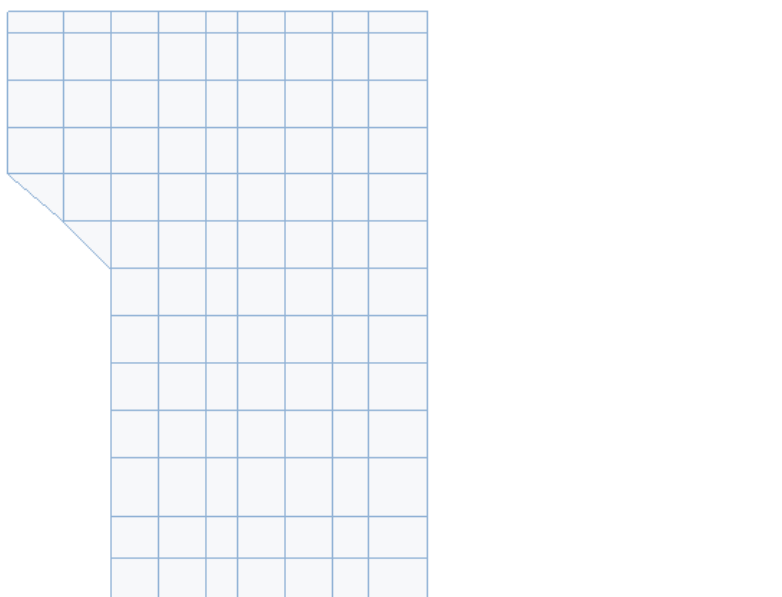
Nel modello sono stati utilizzati elementi bidimensionali “shell” per la modellazione delle pareti e delle platee in c.a. delle spalle.



Vista prospettica modello FEM sottostruttura

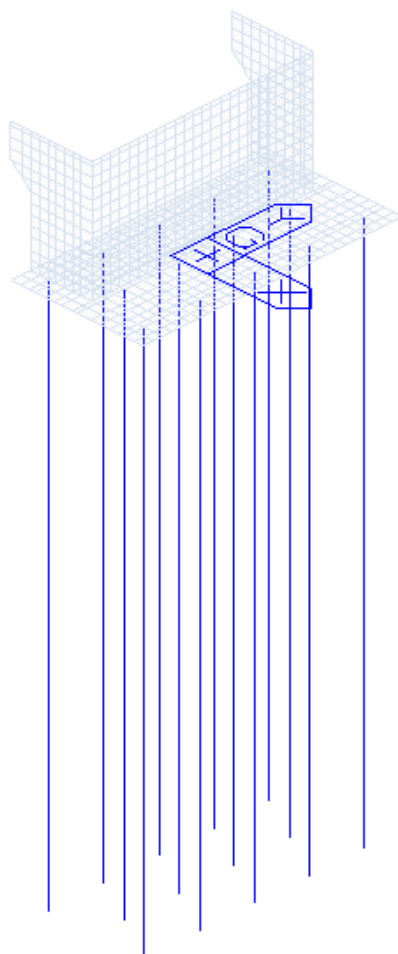


Vista prospettica modello FEM estruso



Vista 2D modello FEM

Sono stati utilizzati elementi tipo monodimensionali ("beam") per rappresentare i pali di fondazione previsti per le spalle.



Vista prospettica modello FEM sottostruttura

Nel dettaglio il modello è costituito da 1626 "nodi", 630 elementi "beam" e 936 elementi "plate".

La presenza del terreno è stata considerata inserendo delle molle con comportamento elastico lineare per simulare l'interazione verticale e orizzontale tra fondazione/pali e terreno.

Per la definizione della rigidità delle molle da applicare ai micropali di fondazione si deve considerare un adeguato valore del "modulo di reazione orizzontale" K_h opportunamente calibrato in base ai dati contenuti nella relazione geologica-geotecnica.

In generale il modulo di reazione per la risoluzione FEM di pali si può esprimere con la seguente formulazione:

$$K = A_s + B_s Z^n$$

dove:

A_s , B_s , n : sono parametri da calibrare in funzione dei dati disponibili sul terreno attraversato dal palo e della profondità raggiunta dal palo;

Z : è la profondità dal livello da cui il palo inizia ad essere immerso nel terreno.

Nel caso specifico si è fatto riferimento alla formulazione proposta da J.E. Bowles che fornisce il modulo di reazione orizzontale per pali caricati lateralmente con la seguente espressione:

$$K_h = C(cN_c + 0.5\gamma B N_\gamma) + C(\gamma N_q) z^n$$

dove:

C : coefficiente pari a 80 nel Sistema Internazionale (nell'ipotesi che la capacità portante ultima si abbia per spostamenti pari a 1/2 pollici, ossia 12,7 mm)

N_q , N_γ , N_c : coefficienti di portanza di Brinch Hansen

B : diametro del palo

z : profondità

n : esponente di profondità posto pari a 1

La lunghezza dei pali è stata discretizzata in segmenti di lunghezza Δl (pari a 50 cm) ed il terreno viene modellato con un numero "n" di molle orizzontali ciascuna con rigidità pari a:

$$k_{h,i} = \frac{\Delta l_i + \Delta l_{i-1}}{2} B K_h$$

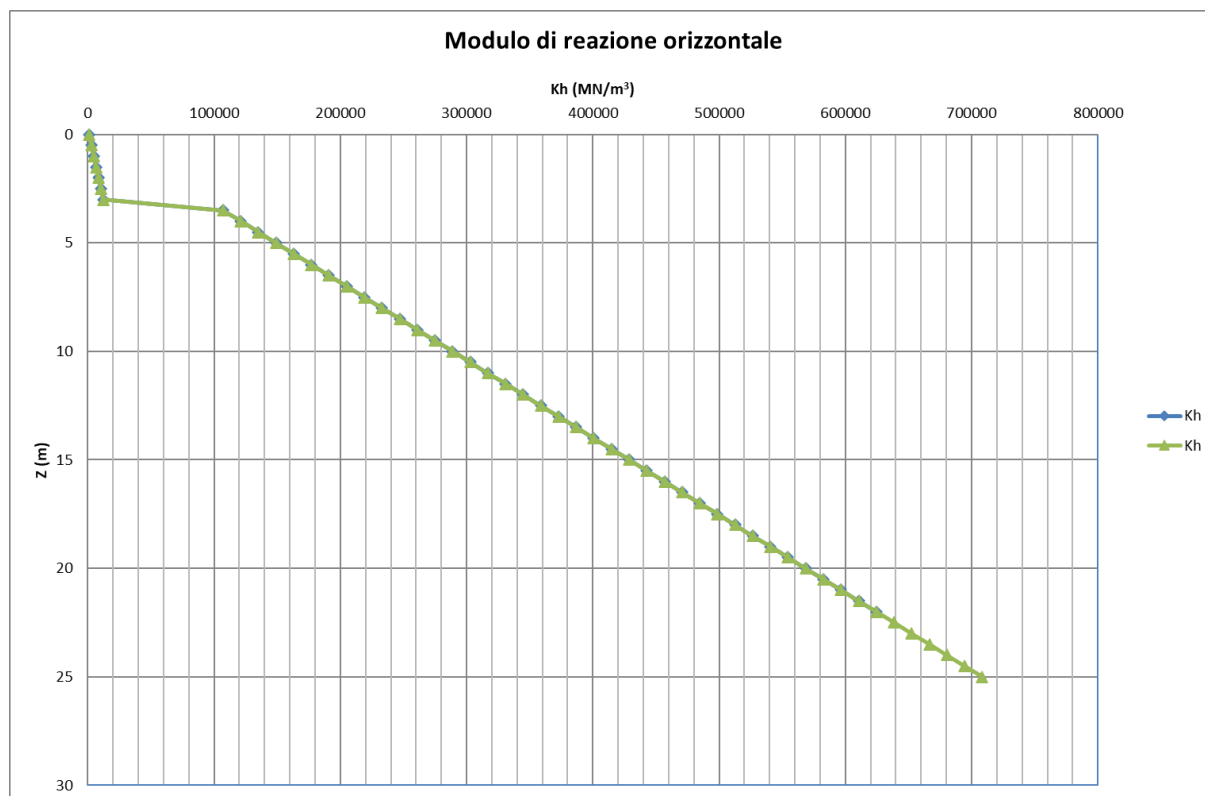
La rigidità verticale delle molle si calcola a partire dalla rigidità orizzontale come indicato in seguito:

$$k_{v,i} = k_{h,i} / K_0$$

con:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo (pari a $1 - \sin(\phi)$, con ϕ angolo di attrito interno del terreno attraversato dal palo)

I valori del modulo di reazione orizzontale calcolati per i terreni attraversati dai pali sono riportati nel seguente grafico.

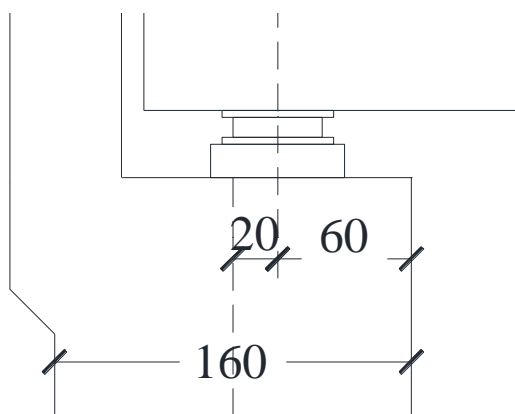


I valori ottenuti risultano in linea con i valori di riferimento per le varie tipologie di terreno forniti da Bowles (Foundation Analysis and Design):

Representative range of values of lateral modulus of subgrade reaction (value of A_s in the equation $k_s = A_s + Bz^n$)		
Soil†	k_s , kef	k_s , MN/m³
Dense sandy gravel	1400–2500	220–400
Medium dense coarse sand	1000–2000	157–300
Medium sand	700–1800	110–280
Fine or silty, fine sand	500–1200	80–200
Stiff clay (wet)	350–1400	60–220
Stiff clay (saturated)	175–700	30–110
Medium clay (wet)	250–900	39–140
Medium clay (saturated)	75–500	10–80
Soft clay	10–250	2–40

† Either wet or dry unless otherwise indicated.

Si osserva che i carichi trasmessi dall'impalcato sono stati applicati alla struttura tramite carichi nodali. L'eccentricità degli appoggi rispetto alla mezzzeria della spalla (pari a 0.2 m) è stata considerata tramite momenti fittizi.



Schema eccentricità appoggi rispetto alla spalla

8.2 AZIONI DI CALCOLO

Nei successivi paragrafi sono descritte le sollecitazioni considerate nel modello ad elementi finiti sviluppato.

8.2.1 PESO PROPRIO SPALLA (G1_spalla)

Il peso proprio della spalla è stato determinato dal software di calcolo considerando un peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a 2500 daN/m^3 .

8.2.2 PESO PROPRIO IMPALCATO (G1_impalcato)

Le azioni trasmesse alla spalla dalla sovrastruttura sono state determinate dall'analisi dell'impalcato come reazioni vincolari. Per quanto riguarda il peso proprio dell'impalcato i carichi trasmessi sono stati determinati considerando solamente la 2° fase, ovvero una volta realizzata la soletta collaborante.

	Risultati analisi impalcato		Carichi applicati alla spalla	
trave	peso trave	peso soletta+traversi	G1 z	Momento fittizio MG1
	[daN]	[daN]	[KN]	[KNm]
T1	33474	24569	580.4	116.1
T2	33474	24811	582.9	116.6
T3	33474	24811	582.9	116.6
T4	33474	24569	580.4	116.1

8.2.3 PERMANENTI PORTATI IMPALCATO (G2_impalcato)

Le azioni trasmesse alla spalla dalla sovrastruttura sono state determinate dall'analisi dell'impalcato come reazioni vincolari.

	Risultati analisi impalcato		Carichi applicati alla spalla	
trave	peso cordoli	permanenti portati+extra2	G2z	Momento fittizio MG2
	[daN]	[daN]	[KN]	[KNm]
T1	4905	14465	193.7	38.7

T2	4671	12625	173.0	34.6
T3	6493	11612	181.1	36.2
T4	9767	11525	212.9	42.6

8.2.4 CARICHI DA TRAFFICO ($Q_{mob_k_impalcatoT1/2/3}$; $Q_{mob_freq_impalcatoT1/2/3}$)

Le azioni trasmesse alla spalla dalla sovrastruttura sono state determinate dall'analisi dell'impalcato come reazioni vincolari.

Nel dettaglio sono state considerate le reazioni vincolari associate alle configurazioni di carico che massimizzano le reazioni in corrispondenza degli appoggi delle n.3 travi sottostanti l'impalcato stradale (la trave T4 risulta posizionata al di sotto del marciapiede e pertanto risulta essere meno sollecitata).

Nelle seguenti tabelle le reazioni alla base associate ai carichi tandem ed ai carichi distribuiti sono state combinate al fine di ottenere per ogni appoggio un unico valore da utilizzare per le combinazioni come carico caratteristico e frequente).

caso di carico max T1						
trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Q_{mob_k} impalcato T1 z	Momento fittizio Q_{mob_k} impalcato T1 z	Q_{mob_freq} impalcato T1 z	Momento fittizio Q_{mob_freq} impalcato T1 z
	[daN]	[daN]	[KN]	[KNm]	[KN]	[KNm]
T1	31076	19209	502.9	100.6	268.4	53.7
T2	29712	16986	467.0	93.4	246.2	49.2
T3	23403	12093	355.0	71.0	184.3	36.9
T4	15976	8099	240.8	48.2	124.6	24.9

caso di carico max T2						
trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Q_{mob_k} impalcato T2 z	Momento fittizio Q_{mob_k} impalcato T2 z	Q_{mob_freq} impalcato T2 z	Momento fittizio Q_{mob_freq} impalcato T2 z
	[daN]	[daN]	[KN]	[KNm]	[KN]	[KNm]
T1	29697	18690	483.9	96.8	259.0	51.8
T2	29597	17122	467.2	93.4	246.8	49.4
T3	24097	12332	364.3	72.9	188.9	37.8
T4	16832	8267	251.0	50.2	129.3	25.9

caso di carico max T3

trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Qmob_k impalcato T2 z	Momento fittizio Qmob_k impalcato T2 z	Qmob_freq impalcato T2 z	Momento fittizio Qmob_freq impalcato T2 z
	[daN]	[daN]	[KN]	[KNm]	[KN]	[KNm]
T1	23803	11976	357.8	71.6	185.0	37.0
T2	27799	14894	426.9	85.4	222.9	44.6
T3	27559	16493	440.5	88.1	233.9	46.8
T4	21242	13213	344.6	68.9	184.1	36.8

8.2.5 CARICO DA FOLLA SU MARCIAPIEDE (Qfolla_impalcato)

Le azioni trasmesse alla spalla dalla sovrastruttura sono state determinate dall'analisi dell'impalcato come reazioni vincolari.

trave	Folla marciapiedi	Qfolla_impalcato z	Momento fittizio MQfolla_impalcato z
	[daN]	[KN]	[KNm]
T1	955	9.6	1.9
T2	1748	17.5	3.5
T3	3387	33.9	6.8
T4	5706	57.1	11.4

8.2.6 AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO (Fren_impalcato)

L'azione longitudinale di frenamento determinata per l'impalcato è stata redistribuita sui 4 appoggi della spalla sinistra in grado di trasmettere carichi orizzontali.

Fren/Avv TOT 44181 daN

trave	Fren_impalcato x	Fren_impalcato y	Fren_impalcato z
	[KN]	[KN]	[KN]
T1	110.5	0	0
T2	110.5	0	0
T3	110.5	0	0
T4	110.5	0	0

8.2.7 AZIONE CENTRIFUGA (Fcentrifuga_impalcato)

Vista la conformazione dell'opera tale azione non è presente.

8.2.8 AZIONI DEL VENTO (Qvento)

L'azione trasversale (y) associata al vento determinata nell'analisi dell'impalcato è stata redistribuita sui 4 appoggi in grado di trasmettere carichi trasversali (2 sulla spalla destra e 2 sulla spalla sinistra)

Vento y	TOT	38351	daN
Vento y	spalla sx	19176	daN

trave	Vento x	Vento y	Vento z
	[KN]	[KN]	[KN]
T1	0	0.0	0
T2	0	95.9	0
T3	0	95.9	0
T4	0	0.0	0

8.2.9 AZIONI DELLA NEVE

Come specificato dalle norme al punto 5.1.3.7 per i ponti non coperti l'azione della neve non è da considerarsi concomitante con i carichi da traffico, e per questo motivo non è presente in combinazione con i carichi da traffico.

La combinazione che vede la neve come carico dominante, senza i carichi da traffico per il motivo suddetto, porta a valori di sollecitazione di 2 ordini di grandezza più piccoli, e non viene qui considerata.

8.2.10 AZIONI IDRODINAMICHE

L'opera risulta caratterizzata da un'unica campata senza elementi in alveo.

8.2.11 AZIONI TERMICHE

Essendo l'impalcato nel suo insieme isostatico non si considerano sollecitazioni trasmesse alle sottostrutture associate alle azioni termiche agenti su di esso. Per quanto riguarda le spalle esse risultano quasi completamente ricoperte dal terreno.

8.2.12 AZIONI DOVUTE AL TERRENO SULLE SPALLE

8.2.12.1 PESO DEL TERRENO SULLE ZATTERE DI FONDAZIONE (PP_TERRENO)

Per la determinazione del peso del terrapieno agente sulla zattera di fondazione delle spalle, nell'analisi è stata considerata la presenza di misto di cava al fine con le seguenti caratteristiche:

Parametri geotecnici terreno A		
yt_peso dell'unità di volume	19	kN/m ³
c' coesione efficace	0	kN/m ³
φ	35	°

Il peso del terrapieno agente sulla zattera di fondazione risulta essere pari a:

PP (posteriore spalla): $\gamma_t \times h_p = 19 \text{ kN/m}^3 \times 4,28 \text{ m} = 81,32 \text{ kN/m}^2$

PP (anteriore spalla): $\gamma_t \times h_a = 19 \text{ kN/m}^3 \times 0,20 \text{ m} = 3,8 \text{ kN/m}^2$

8.2.12.2 CALCOLO DELLE SPINTE DEL TERRENO (SPINTA STATICA_TERRENO; SPINTA SOVRACCARICO_TERRENO)

Nel caso in esame, poiché la fondazione della spalla è su pali, si considera che a monte dell'opera gli spostamenti del muro non siano tali da poter mobilitare lo stato limite del terreno. Si assume quindi come valore di k per il calcolo della spinta orizzontale il coefficiente di spinta a riposo k_0 .

$$k_0 = 1 - \sin \varphi'$$

L'angolo di attrito muro-terreno viene assunto con il valore suggerito normalmente in letteratura:

$$\delta = 2 \cdot \varphi' / 3$$

La seguente tabella riassume i parametri di calcolo delle spinte statiche.

TERRENO DEL RILEVATO STRADALE			
φ'	angolo di attrito del terreno di monte	35	°
$\tan \varphi'$	tang. Dell'angolo di resistenza al taglio del terreno di monte	0,70	
$\gamma \varphi'$	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M1	1,00	
φ'	angolo di attrito per la cond. M1	35	°
γ_t	peso per unità di volume del terreno	19,0	kN/mq
δ	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33	°
H terreno	altezza terreno da intradosso fondazione	5,68	m
H' terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	4,28	m
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0.00	°
i	inclinazione rispetto all'orizzontale della sup. del terrapieno	-4.00	°
k_0	coefficiente di spinta a riposo $k_0=(1-\sin \varphi)$	0.43	

Le spinte del terreno e del sovraccarico possono essere calcolate, in assenza di falda, come:

$$F_t = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot k \cdot H^2 \cdot L$$

$$F_q = \Delta q \cdot k \cdot H \cdot L$$

γ_t = peso specifico del terreno;

L = larghezza della spalla;

Δq = sovraccarico a tergo della spalla= 20 KN/m²

k = coefficiente di spinta.

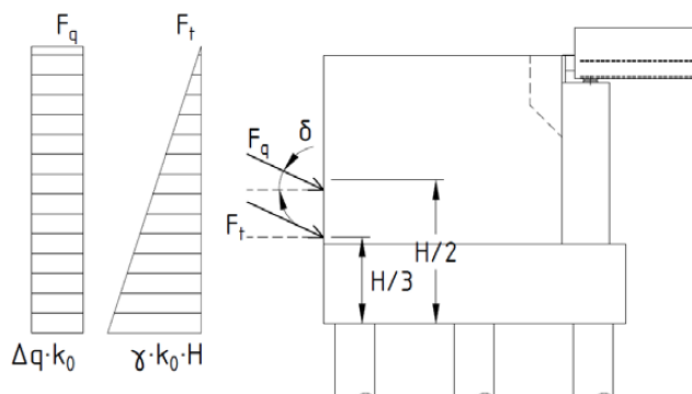
La spinta del terreno può essere scomposta quindi nella direzione verticale z e nella direzione orizzontale y come segue:

$$F_{t,y} = F_t \cdot \cos(\delta)$$

$$F_{t,z} = F_t \cdot \sin(\delta)$$

$$F_{q,y} = F_q \cdot \cos(\delta)$$

$$F_{q,z} = F_q \cdot \sin(\delta)$$



Le seguenti tabelle riassumono l'andamento degli sforzi:

M1	σ orizzontali parete		σ verticale parete	
	F _{qy} [kN/m ²]	F _{ty} [kN/m ²]	F _{qz} [kN/m ²]	F _{tz} [kN/m ²]
Abbassamento rispetto a sommità spalla [m]				
0,00	7,83	0,00	-3,38	0,00
2,18	7,83	16,22	-3,38	-7,00
4,28	7,83	31,84	-3,38	-13,73
4,98	7,83	37,05	-3,38	-15,98
5,68	7,83	42,26	-3,38	-18,23

8.2.13 AZIONI SUL PARAGHIAIA (Q_{v_paraghiaia}; Q_{f_paraghiaia})

Il paraghiaie, oltre alle note azioni provocate dalla spinta orizzontale del terreno e del sovraccarico, può essere sollecitato localmente dai carichi concentrati verticali e orizzontali trasmessi dagli assi del convoglio.

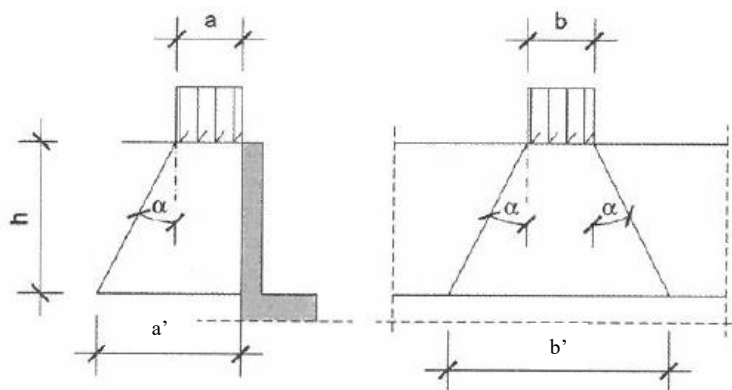
Per una verifica globale della struttura sono stati applicati al modello le seguenti sollecitazioni in differenti punti del paraghiaia per definire la condizione più gravosa (in corrispondenza degli appoggi delle travi 1,2 e3):

Q_{v_testa_spalla}= 300 kN

Frenatura_su_spalla= 0.6* Carico asse =180 kN

È inoltre stata eseguita una verifica locale dell'elemento utilizzando le seguenti sollecitazioni:

Si considera un carico verticale N (pari al carico di un asse), distribuito su un'impronta di dimensioni $a \times b$ applicata sul bordo del paraghiaia come da figura seguente.



La seguente tabella riassume il calcolo delle azioni sollecitanti alla base del paraghiaia associate al terreno a tergo:

γ	19 kN/mc
altezza muro	
paraghiaia	2.18 m
k_0	0.43

Spinta terreno

S_p	19.4 kN/m
M_n	14.1 kNm/m

Spinta sovraccarico dell'asse a tergo

Carico asse	300 kN
Area di impronta	
a	0.4 m
b	2 m
inclinazione	1/4
a1	0.9 m
b1	3.1 m
S_n	96.3 kN/m
M_n	105.0 kNm/m

L'azione di frenatura è considerata a favore di sicurezza trasmessa dal modello di carico in corrispondenza del muro come indicato:

Frenatura

Carico frenante	180 kN
b	2 m
inclinazione	1/2

b1	6.4 m
Sf	28.3 kN/m
Mf	61.7 kNm/m

8.2.14 URTO BARRIERA MURI D'ALA

Per il dimensionamento dei muri d'ala, essendo il cordolo di sommità utilizzato come elemento di ancoraggio della barriera bordo ponte, risulta necessario considerare una combinazione di carico volta a simulare l'urto veicolare con la barriera.

In particolare, occorre considerare un carico orizzontale Q_{urto} pari a 100 kN "in assenza di specifiche prescrizioni", ovvero quando non si conoscono in fase di progetto del cordolo le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata.

8.2.15 AZIONE SISMICA

8.2.15.1 AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO (SISMA X /Y/Z IMPALCATO)

L'azione sismica definita per l'impalcato è stata considerata agente sulle spalle in considerazione dei vincoli:

Sisma in direzione x: il sisma longitudinale è stato redistribuito sui 4 appoggi della spalla sinistra in grado di trasmettere carichi orizzontali.

Sisma in direzione y: il sisma longitudinale è stato redistribuito sui 4 appoggi in grado di trasmettere carichi trasversali (2 sulla spalla destra e 2 sulla spalla sinistra).

Sisma in direzione z: il sisma longitudinale è stato redistribuito su tutti gli appoggi.

Le seguenti tabelle riassumono le sollecitazioni considerate nell'analisi della spalla sinistra.

Sisma x impalcato		
W imp(20% Q)	6700	kN
Se	0.123	
Fx tot	824.1	kN

trave	Sisma x impalcato
	kN
T1	206.0
T2	206.0
T3	206.0
T4	206.0

Sisma y
impalcato

W imp(20% Q)	6700	kN
Se	0.123	
Fy	824.1	kN

trave	Sisma y impalcato
	kN
T1	0.0
T2	206.0
T3	206.0
T4	0.0

Sisma z impalcato

W imp(20% Q)	6700 kN
Se	0.032
Ftot	214.4 kN

trave	Sisma z impalcato	Momento fittizio Sisma z impalcato
	kN	kNm
T1	53.6	10.72
T2	53.6	10.72
T3	53.6	10.72
T4	53.6	10.72

8.2.15.1 FORZE DI INERZIA ASSOCIATE ALLA MASSA DELLA SPALLA (SISMA X /Y/Z_SPALLA)

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a:

$$F_h = k_h W \quad (\text{Sisma } x_{\text{spalla}}; \text{Sisma } y_{\text{spalla}})$$

$$F_v = k_v W \quad (\text{Sisma } z_{\text{spalla}})$$

Dove:

W = massa elemento strutturale

$$k_h = \beta_m * a_{\max}/g = 0.123$$

$$a_{\max}/g = S * a_g/g = 0.123$$

$$\beta_m = 1$$

$$k_v = 0,5 * k_h = 0.0615$$

oggetto	base (b)	altezza (h)	lunghezza (L)	Peso per unità di volume (y)	Peso elemento (W)	Forza d'inerzia orizzontale (Sisma x_spalla; Sisma y_spalla)	Forza d'inerzia verticale (Sisma z_spalla)
	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	[kN]	[kN]	[kN]
parete	1.6	2.1	9.71	25	815.6	100.3	50.2
basamento	5.76	1.4	11.31	25	2280.1	280.5	140.2
paraghiaia	0.5	2.2	9.71	25	267.0	32.8	16.4
pareti laterali	0.7	4.28	1.1	25			
	0.7	1.93	1.3	25	126.3	15.5	7.8

8.2.15.2 FORZE DI INERZIA ASSOCIATE TERRENO SUL BASAMENTO (SISMA X/Y/Z TERRAPIENO PLATEA)

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia del terrapieno compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a:

oggetto	base (b)	altezza (h)	lunghezza (L)	Peso per unità di volume (y)	Peso elemento (W)	Forza d'inerzia orizzontale (Fh)	Forza d'inerzia verticale (Fv)
	[m]	[m]	[m]	[kN/mq]	[kN]	[kN]	[kN]
terreno P	1.1	1.6	9.92	19			
	0.9	2.68	9.92	19	786.3	96.7	48.4
terreno A	1.5	0.2	11.32	19	129.0	15.9	7.9

8.2.15.3 SPINTA SISMICA TERRENO (SISMA SISMICA TERRENO)

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. Essendo la spalla rigida e completamente vincolata, nel terreno non si raggiungono le condizioni di equilibrio limite. Si applica quindi la teoria di Wood, secondo la quale la sovraspinta sismica è data da una distribuzione di sovrappressioni costante con la profondità.

La risultante è quindi applicata a metà altezza della spalla (H/2).

L'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato come:

$$\Delta Pd = \alpha \gamma H^2 = 0.123 * 19 \text{ kN/m}^3 * (5.68 \text{ m})^2 = 75.39 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = a_g / g * S_s * \beta_m * S_t = 0.082 * 1.5 * 1 * 1 = 0.123$$

H è l'altezza sulla quale agisce la spinta.

8.2.16 COMBINAZIONI DI CARICO

Come prescritto dal D.M. 17 gennaio 2018 sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Combinazioni di carico statiche:

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

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

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

$$G1 + G2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \times Q_{k2} + \psi_{03} \times Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \psi_{23} \times Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \psi_{23} \times Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni sismiche impiegate per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \dots$$

Viste le caratteristiche dell'opera, sono state considerate le azioni sismiche agenti nelle 3 direzioni principali X,Y,Z.

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

$$G1 + G2 + \sum \psi_{2j} \times Q_{kj}$$

Per i coefficienti ψ sono stati considerati i valori indicati nella tabella 5.1.VI dalle NTC2018 per ogni tipologia di azione agente.

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Per i coefficienti γ si è fatto riferimenti alle tabelle 5.1.V e 6.2.I delle NTC2018:

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽³⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti $\gamma_{\epsilon i}$

Per le opere di fondazione le verifiche sono state effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ⁽¹⁾	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

⁽¹⁾ da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni profonde

Le seguenti tabelle riportano le combinazioni considerate nelle analisi:

	01-SLU STR (T1)	02-SLU STR (T1)	03-SLU STR (T1)	04-SLU STR (T1)	05-SLU STR-vent (T1)	06-SLU- GEO (T1)	07-SLU- GEO (T1)	08-SLU- GEO (T1)	09-SLU- GEO (T1)	01-SLU- STR (T2)
G1_spalla	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35
PP_terreno	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35
Qv paraghiaia 1	1.35	1.01	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	0.29	
Qv paraghiaia 2										1.35
Qv paraghiaia 3										
Qf paraghiaia 1		1.35					1.5			
Qf paraghiaia 2										
Qf paraghiaia 3										
Urto barriera muri d'ala										
sisma x_terrapieno										
sisma y_terrapieno										
sisma z_terrapieno										
sisma x_spalla										
sisma y_spalla										
sisma z_spalla										
spinta statica terreno	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35
spinta sov_terreno	1.35	1.01	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	1.12	1.35
spinta sismica terreno										
G1_impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35
G2_impalcato	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Qmob_k_impalcato T1	1.35					1.5				
Qmob_k_impalcato T2										1.35
Qmob_k_impalcato T3										
Qmob_freq_imp T1		1.35	1.35		1.01		1.5	1.5		
Qmob_freq_imp T2										
Qmob_freq_imp T3										
Fren_impalcato		1.35					1.5			
Fcentrifuga_impalcato			1.35		1.01			1.5		
Qfolla_impalcato	0.68			1.35		0.75			1.5	0.68
Qvento	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Sisma x_impalcato										
Sisma y_impalcato										
Sisma z_impalcato										

	02-SLU- STR (T2)	03-SLU- STR (T2)	04-SLU- STR (T2)	05-SLU- STR- vent (T2)	06-SLU- GEO (T2)	07-SLU- GEO (T2)	08-SLU- GEO (T2)	09-SLU- GEO (T2)	01-SLU- STR (T3)	02-SLU- STR (T3)
G1_spalla	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35	1.35
PP_terreno	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35	1.35
Qv paraghiaia 1										
Qv paraghiaia 2	1.01	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	0.29		
Qv paraghiaia 3									1.35	1.01
Qf paraghiaia 1										
Qf paraghiaia 2	1.35	1.35				1.5				
Qf paraghiaia 3										1.35
Urto barriera muri d'ala										
sisma x_terrapieno										
sisma y_terrapieno										
sisma z_terrapieno										
sisma x_spalla										
sisma y_spalla										
sisma z_spalla										
spinta statica terreno	1.35		1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35	1.35
spinta sov_terreno	1.01	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	1.12	1.35	1.01
spinta sismica terreno										
G1_impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.35	1.35
G2_impalcato	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Qmob_k_impalcato T1										
Qmob_k_impalcato T2					1.5					
Qmob_k_impalcato T3									1.35	
Qmob_freq_imp T1										
Qmob_freq_imp T2	1.35	1.35		1.01		1.5	1.5			
Qmob_freq_imp T3										1.35
Fren_impalcato	1.35					1.5				1.35
Fcentrifuga_impalcato		1.35		1.01			1.5			
Qfolla_impalcato			1.35		0.75			1.5	0.68	

Qvento	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Sisma x_impalcato										
Sisma y_impalcato										
Sisma z_impalcato										

	03-SLU-STR (T3)	04-SLU-STR (T3)	05-SLU-STR-VENT (T3)	06-SLU-GEO (T3)	07-SLU-GEO (T3)	08-SLU-GEO (T3)	09-SLU-GEO (T3)	10-SLU-ecc urto	14 SLV-STR	15 SLV-STR	16 SLV-STR
G1_spalla	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1
PP_terreno	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1
Qv paraghiaia 1											
Qv paraghiaia 2											
Qv paraghiaia 3	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	0.29				
Qf paraghiaia 1											
Qf paraghiaia 2											
Qf paraghiaia 3					1.5						
Urto barr. muri d'ala								1			
sisma x_terrapieno									1	-1	0.3
sisma y_terrapieno									0.3	0.3	1
sisma z_terrapieno									0.3	0.3	0.3
sisma x_spalla									1	-1	0.3
sisma y_spalla									0.3	0.3	1
sisma z_spalla									0.3	0.3	0.3
spinta statica_terreno	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1
spinta sov_terreno	1.01	0.34	0.4	1.5	1.12	1.12	1.12	1			
spinta sismica_terreno									1	1	1
G1_impalcato	1.35	1.35	1.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1	1
G2_impalcato	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1
Qmob_k_impalcato T1											
Qmob_k_impalcato T2											
Qmob_k_impalcato T3				1.5							
Qmob_freq_imp T1											
Qmob_freq_imp T2											
Qmob_freq_imp T3	1.35		1.01		1.5	1.5					
Fren_impalcato					1.5						
Fcentrifuga_impalcato	1.35		1.01			1.5					
Qfolla_impalcato		1.35		0.75			1.5				
Qvento	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9				
Sisma x_impalcato									1	-1	0.3
Sisma y_impalcato									0.3	0.3	1
Sisma z_impalcato									0.3	0.3	0.3

	17 SLV-STR	18 SLV-STR	19 SLV-STR	32 SLE RARA (T1)	33 SLE RARA (T1)	34 SLE RARA (T1)	32 SLE RARA (T2)	33 SLE RARA (T2)	34 SLE RARA (T2)	32 SLE RARA (T3)
G1_spalla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PP_terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qv paraghiaia 1					1	0.75				
Qv paraghiaia 2							1	1	0.75	
Qv paraghiaia 3										1
Qf paraghiaia 1						1				
Qf paraghiaia 2									1	
Qf paraghiaia 3										
Urto barriera muri d'ala										
sisma x_terrapieno	0.3	0.3	0.3							
sisma y_terrapieno	-1	0.3	0.3							
sisma z_terrapieno	0.3	1	-1							
sisma x_spalla	0.3	0.3	0.3							
sisma y_spalla	-1	0.3	0.3							
sisma z_spalla	0.3	1	-1							
spinta statica_terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta sov_terreno				1	1	0.75	1	1	0.75	1
spinta sismica_terreno	1	1	1							
G1_impalcato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2_impalcato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Qmob_k_impalcato T1				1	1					
Qmob_k_impalcato T2							1	1		1
Qmob_k_impalcato T3										
Qmob_freq_imp T1						1				
Qmob_freq_imp T2									1	
Qmob_freq_imp T3										
Fren_impalcato						1			1	
Fcentrifuga_impalcato										
Qfolla_impalcato				0.5	0.5		0.5	0.5		0.5
Qvento				0.6	1		0.6	1		0.6
Sisma x_impalcato	0.3	0.3	0.3							
Sisma y_impalcato	1	0.3	0.3							
Sisma z_impalcato	0.3	1	-1							

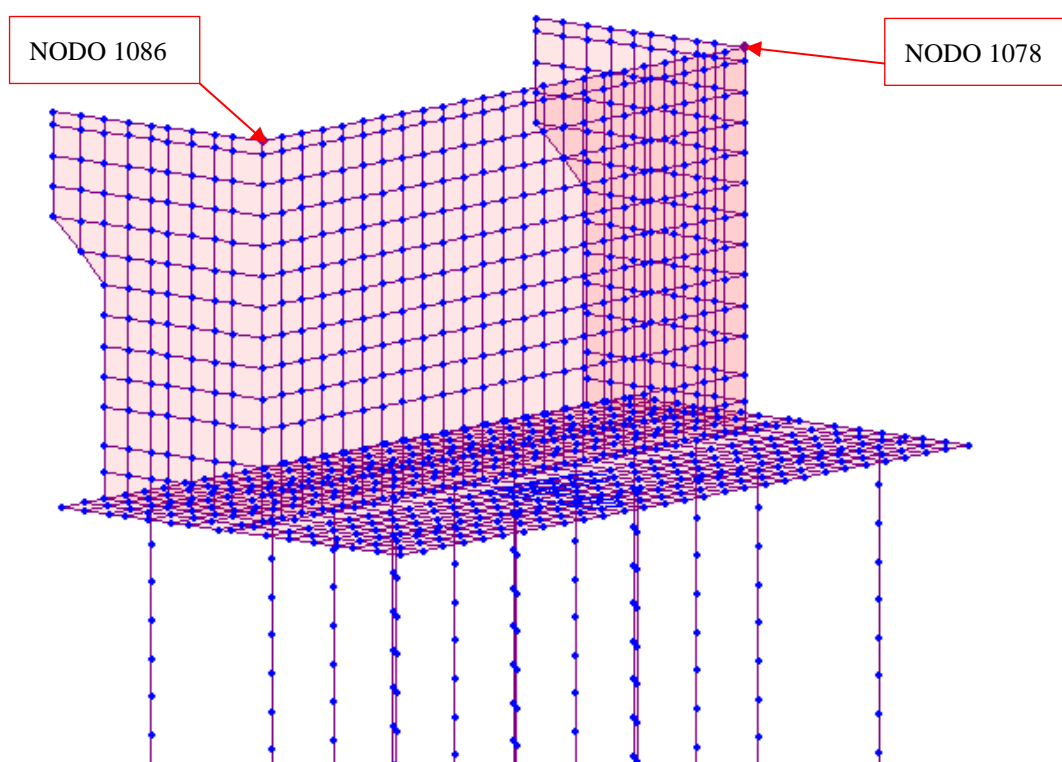
	33 SLE RARA (T3)	34 SLE RARA (T3)	35 SLE FREQ (T1)	36 SLE FREQ (T1)	37 SLE FREQ (T1)	35 SLE FREQ (T2)	36 SLE FREQ (T2)	37 SLE FREQ (T2)	35 SLE FREQ (T3)	36 SLE FREQ (T3)
G1_spalla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PP_terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qv paraghiaia 1			0.4	0.4	0.4					
Qv paraghiaia 2						0.4	0.4	0.4		
Qv paraghiaia 3	1	0.75							0.4	0.4
Qf paraghiaia 1					1					
Qf paraghiaia 2								1		
Qf paraghiaia 3		1								
Urto barriera muri d'ala										
sisma x_terrapieno										
sisma y_terrapieno										
sisma z_terrapieno										
sisma x_spalla										
sisma y_spalla										
sisma z_spalla										
spinta statica terreno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta sov_terreno	1	0.75	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
spinta sismica terreno										
G1_impalcato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2_impalcato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Qmob_k_impalcato T1										
Qmob_k_impalcato T2	1									
Qmob_k_impalcato T3										
Qmob_freq_imp T1			1	1	1					
Qmob_freq_imp T2						1	1	1	1	1
Qmob_freq_imp T3		1								
Fren_impalcato		1			1			1		
Fcentrifuga_impalcato										
Qfolla_impalcato	0.5		0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Qvento	1									
Sisma x_impalcato										
Sisma y_impalcato										
Sisma z_impalcato										

	37 SLE FREQ (T3)	38 SLE QPERM (T1)	38 SLE QPERM (T2)	38 SLE QPERM (T3)
G1_spalla	1	1	1	1
PP_terreno	1	1	1	1
Qv paraghiaia 1	0.4			
Qv paraghiaia 2				
Qv paraghiaia 3				
Qf paraghiaia 1				
Qf paraghiaia 2				
Qf paraghiaia 3	1			
Urto barriera muri d'ala				
sisma x_terrapieno				
sisma y_terrapieno				
sisma z_terrapieno				
sisma x_spalla				

sisma y_spalla				
sisma z_spalla				
spinta statica_terreno	1	1	1	1
spinta sov_terreno	0.4			
spinta sismica_terreno				
G1_impalcato	1	1	1	1
G2_impalcato	1	1	1	1
Qmob_k_impalcato T1				
Qmob_k_impalcato T2				
Qmob_k_impalcato T3				
Qmob_freq_imp T1				
Qmob_freq_imp T2				
Qmob_freq_imp T3	1			
Fren_impalcato	1			
Fcentrifuga_impalcato				
Qfolla_impalcato	0.38			
Qvento				
Sisma x_impalcato				
Sisma y_impalcato				
Sisma z_impalcato				

8.3 SPOSTAMENTI MASSIMI

Si riportano di seguito gli spostamenti massimi riscontrati per i nodi in sommità alla spalla presi come riferimento.



Modello FEM spalla

Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)
1078	01-SLU-STR (T1)	4.80	0.44	-0.89
1086	01-SLU-STR (T1)	4.80	0.46	-0.94
1078	02-SLU-STR (T1)	6.15	0.47	-0.79
1086	02-SLU-STR (T1)	6.15	0.42	-0.87
1078	03-SLU-STR (T1)	4.42	0.41	-0.84
1086	03-SLU-STR (T1)	4.42	0.43	-0.88

1078	04-SLU-STR (T1)	3.72	0.35	-0.80
1086	04-SLU-STR (T1)	3.72	0.37	-0.83
1078	05-SLU-STR-vent (T1)	3.77	0.63	-0.80
1086	05-SLU-STR-vent (T1)	3.77	0.65	-0.83
1078	06-SLU-GEO (T1)	4.83	0.45	-0.88
1086	06-SLU-GEO (T1)	4.83	0.47	-0.92
1078	07-SLU-GEO (T1)	6.33	0.48	-0.77
1086	07-SLU-GEO (T1)	6.34	0.43	-0.85
1078	08-SLU-GEO (T1)	4.41	0.41	-0.82
1086	08-SLU-GEO (T1)	4.41	0.44	-0.86
1078	09-SLU-GEO (T1)	4.39	0.33	-0.80
1086	09-SLU-GEO (T1)	4.39	0.36	-0.83
1078	01-SLU-STR (T2)	4.81	0.40	-0.91
1086	01-SLU-STR (T2)	4.81	0.43	-0.96
1078	02-SLU-STR (T2)	6.46	0.40	-0.81
1086	02-SLU-STR (T2)	6.46	0.38	-0.89
1078	03-SLU-STR (T2)	1.08	0.42	-0.83
1086	03-SLU-STR (T2)	1.08	0.40	-0.84
1078	04-SLU-STR (T2)	3.72	0.34	-0.81
1086	04-SLU-STR (T2)	3.72	0.36	-0.83
1078	05-SLU-STR-vent (T2)	3.78	0.62	-0.81
1086	05-SLU-STR-vent (T2)	3.78	0.64	-0.84
1078	06-SLU-GEO (T2)	4.84	0.41	-0.90
1086	06-SLU-GEO (T2)	4.84	0.44	-0.95
1078	07-SLU-GEO (T2)	6.68	0.40	-0.78
1086	07-SLU-GEO (T2)	6.68	0.38	-0.87
1078	08-SLU-GEO (T2)	4.42	0.39	-0.83
1086	08-SLU-GEO (T2)	4.42	0.41	-0.87
1078	09-SLU-GEO (T2)	4.39	0.33	-0.80
1086	09-SLU-GEO (T2)	4.39	0.35	-0.84
1078	01-SLU-STR (T3)	4.84	0.31	-0.97
1086	01-SLU-STR (T3)	4.84	0.32	-1.03
1078	02-SLU-STR (T3)	6.98	0.25	-0.85
1086	02-SLU-STR (T3)	6.98	0.26	-0.95
1078	03-SLU-STR (T3)	4.45	0.32	-0.89
1086	03-SLU-STR (T3)	4.45	0.34	-0.94
1078	04-SLU-STR (T3)	3.72	0.33	-0.81
1086	04-SLU-STR (T3)	3.72	0.35	-0.84
1078	05-SLU-STR-VENT (T3)	3.79	0.58	-0.83
1086	05-SLU-STR-VENT (T3)	3.79	0.60	-0.86
1078	06-SLU-GEO (T3)	4.88	0.30	-0.97
1086	06-SLU-GEO (T3)	4.88	0.32	-1.02
1078	07-SLU-GEO (T3)	7.25	0.24	-0.83

1086	07-SLU-GEO (T3)	7.26	0.24	-0.93
1078	08-SLU-GEO (T3)	4.44	0.32	-0.88
1086	08-SLU-GEO (T3)	4.44	0.33	-0.92
1078	09-SLU-GEO (T3)	4.40	0.32	-0.80
1086	09-SLU-GEO (T3)	4.40	0.34	-0.84
1078	10 STRU-ecc urto	3.53	0.29	-0.61
1086	10 STRU-ecc urto	3.53	0.39	-0.64
1078	14 SLV-STR	7.79	0.57	-0.47
1086	14 SLV-STR	7.79	0.54	-0.59
1078	15 SLV-STR	0.90	0.59	-0.60
1086	15 SLV-STR	0.90	0.60	-0.59
1078	16 SLV-STR	5.21	1.99	-0.45
1086	16 SLV-STR	5.21	1.96	-0.52
1078	17 SLV-STR	5.56	-0.30	-0.53
1086	17 SLV-STR	5.57	-0.29	-0.61
1078	18 SLV-STR	5.37	0.58	-0.54
1086	18 SLV-STR	5.38	0.56	-0.61
1078	19 SLV-STR	5.39	0.57	-0.48
1086	19 SLV-STR	5.39	0.56	-0.55
1078	32 SLE RARA (T1)	3.55	0.30	-0.66
1086	32 SLE RARA (T1)	3.55	0.32	-0.69
1078	33 SLE RARA (T1)	3.54	0.46	-0.65
1086	33 SLE RARA (T1)	3.54	0.48	-0.68
1078	34 SLE RARA (T1)	4.57	0.07	-0.60
1086	34 SLE RARA (T1)	4.58	0.05	-0.66
1078	32 SLE RARA (T2)	3.56	0.27	-0.67
1086	32 SLE RARA (T2)	3.56	0.29	-0.71
1078	33 SLE RARA (T2)	3.55	0.44	-0.66
1086	33 SLE RARA (T2)	3.55	0.45	-0.70
1078	34 SLE RARA (T2)	4.81	0.02	-0.61
1086	34 SLE RARA (T2)	4.81	0.01	-0.67
1078	32 SLE RARA (T3)	3.57	0.24	-0.69
1086	32 SLE RARA (T3)	3.58	0.25	-0.73
1078	33 SLE RARA (T3)	3.56	0.40	-0.68
1086	33 SLE RARA (T3)	3.56	0.41	-0.72
1078	34 SLE RARA (T3)	5.19	-0.08	-0.64
1086	34 SLE RARA (T3)	5.19	-0.08	-0.71
1078	35 SLE FREQ (T1)	2.94	0.02	-0.63
1086	35 SLE FREQ (T1)	2.94	0.04	-0.66
1078	36 SLE FREQ (T1)	2.94	0.02	-0.63
1086	36 SLE FREQ (T1)	2.94	0.04	-0.66
1078	37 SLE FREQ (T1)	4.22	0.06	-0.60
1086	37 SLE FREQ (T1)	4.22	0.03	-0.65
1078	35 SLE FREQ (T2)	2.94	0.01	-0.64

1086	35 SLE FREQ (T2)	2.94	0.03	-0.66
1078	36 SLE FREQ (T2)	2.94	0.01	-0.64
1086	36 SLE FREQ (T2)	2.94	0.03	-0.66
1078	37 SLE FREQ (T2)	4.45	0.02	-0.60
1086	37 SLE FREQ (T2)	4.45	0.01	-0.66
1078	35 SLE FREQ (T3)	2.95	0.00	-0.65
1086	35 SLE FREQ (T3)	2.95	0.01	-0.67
1078	36 SLE FREQ (T3)	2.95	0.00	-0.65
1086	36 SLE FREQ (T3)	2.95	0.01	-0.67
1078	37 SLE FREQ (T3)	4.82	-0.05	-0.61
1086	37 SLE FREQ (T3)	4.82	-0.05	-0.68
1078	38 SLE QPERM (T1)	2.51	-0.01	-0.59
1086	38 SLE QPERM (T1)	2.51	0.00	-0.61
1078	38 SLE QPERM (T2)	2.51	-0.01	-0.59
1086	38 SLE QPERM (T2)	2.51	0.00	-0.61
1078	38 SLE QPERM (T3)	2.51	-0.01	-0.59
1086	38 SLE QPERM (T3)	2.51	0.00	-0.61

Gli spostamenti massimi risultano pari a 8 mm in direzione longitudinale e pari a 2 mm in direzione trasversale.

8.4 VERIFICA ELEMENTI IN C.A.

8.4.1 PLATEA

8.4.1.1 UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

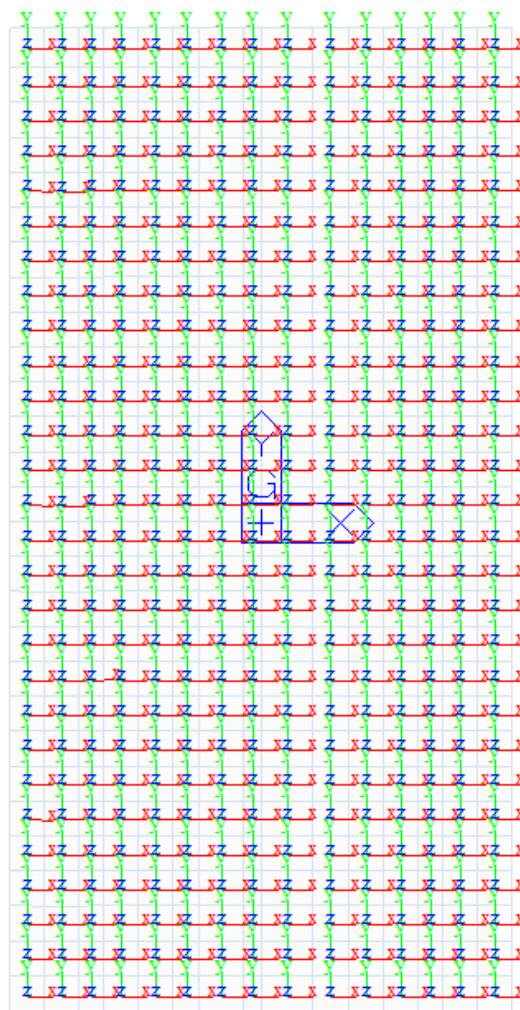
lunghezza : m

forza : KN

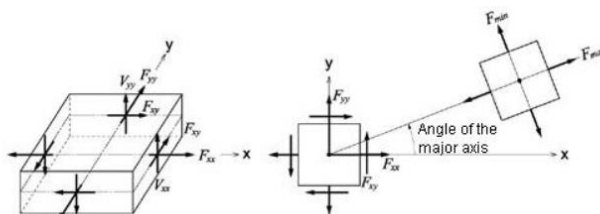
momenti : KNm

pressioni : MPa

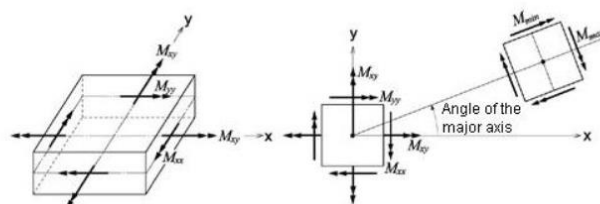
La seguente immagine identifica gli assi locali degli elementi “plate” utilizzati per simulare la platea di fondazione: si osserva che gli assi locali sono orientati come il sistema di riferimento globale.



Sistema di riferimento locale elementi “plate”



(a) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations

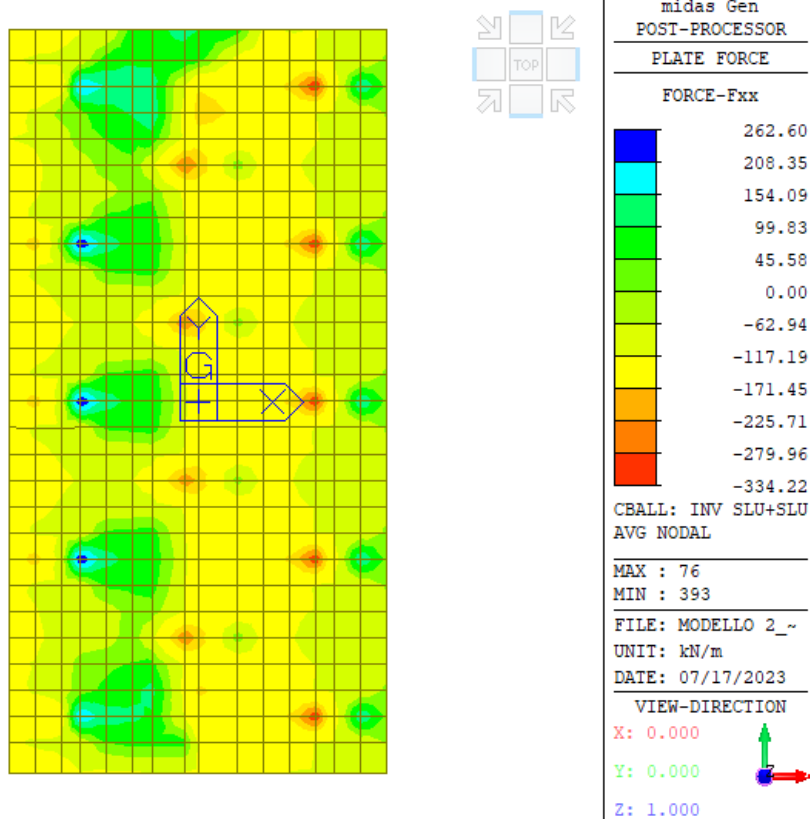


(b) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

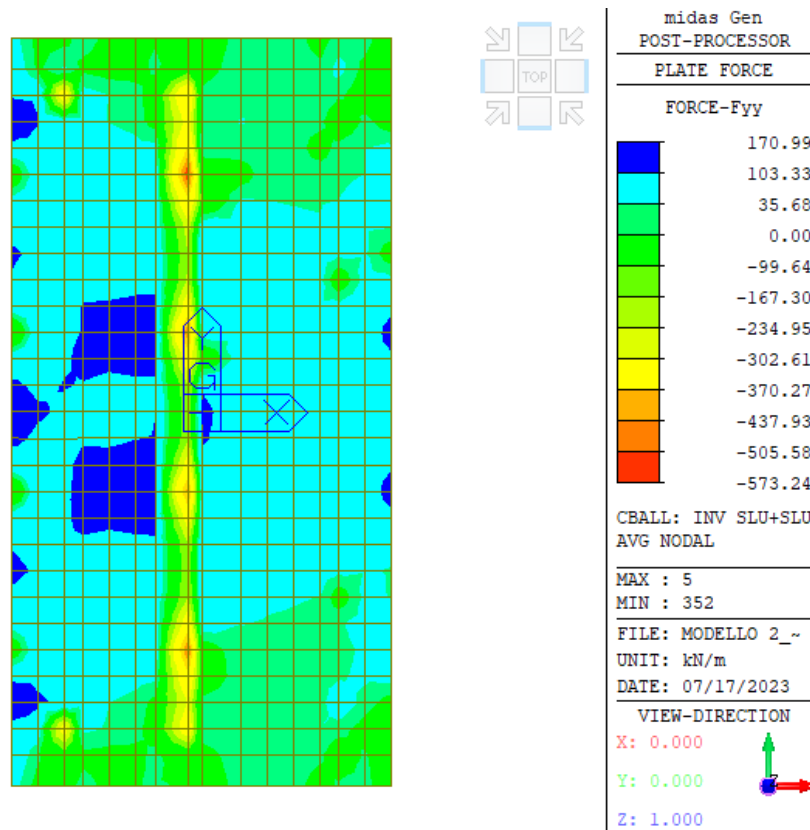
Output of plate elements forces per unit length

8.4.1.2 SOLLECITAZIONI

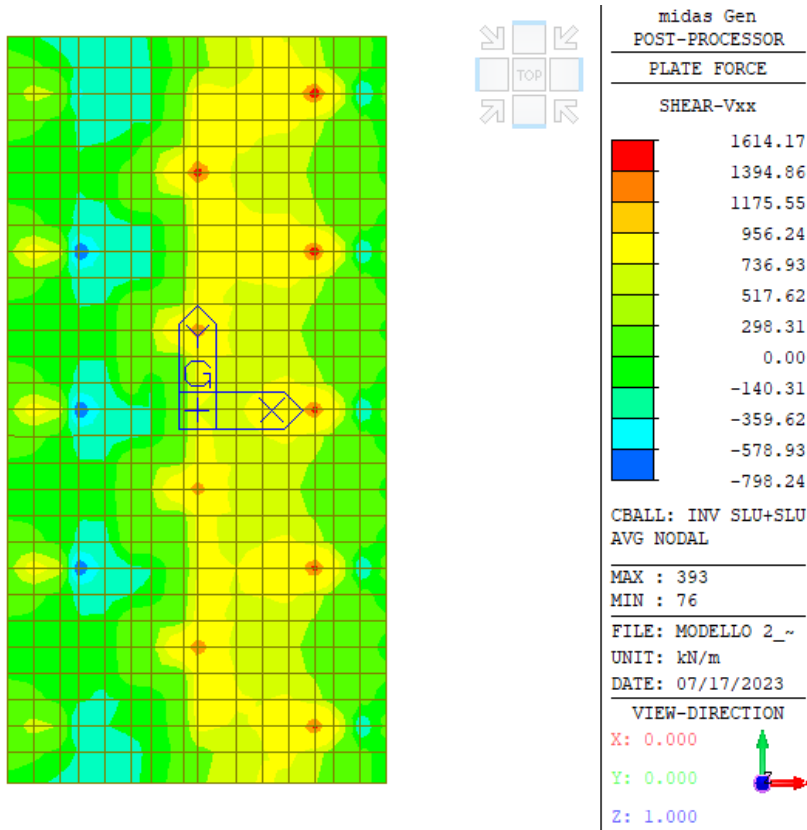
Le seguenti immagini riportano l'inviluppo delle sollecitazioni agli SLU e SLV agenti sulla platea.



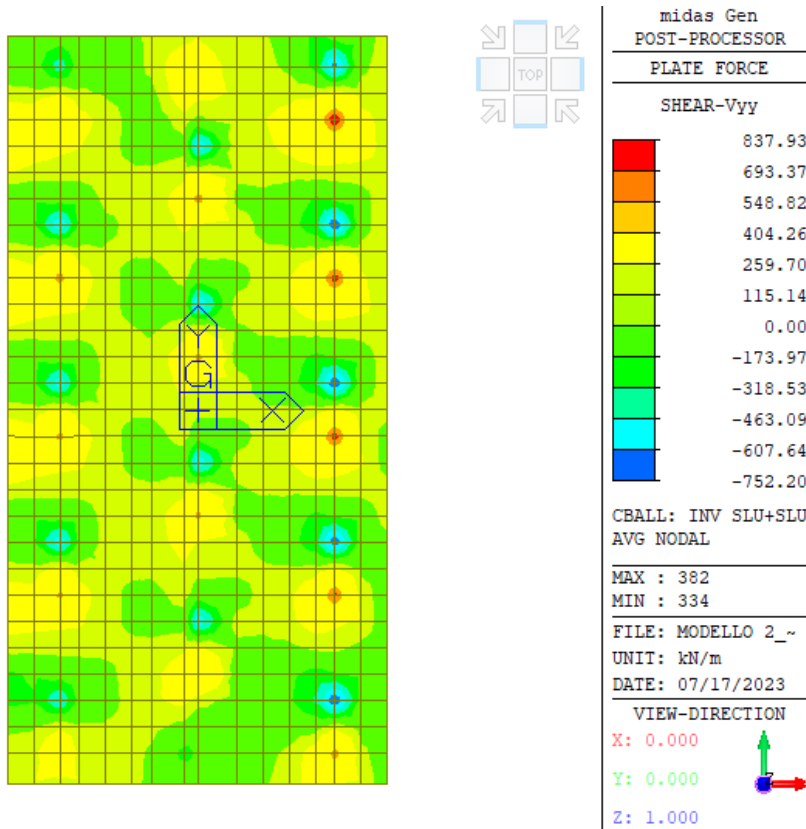
Inviluppo SLU-azione assiale Fxx [kN/m]



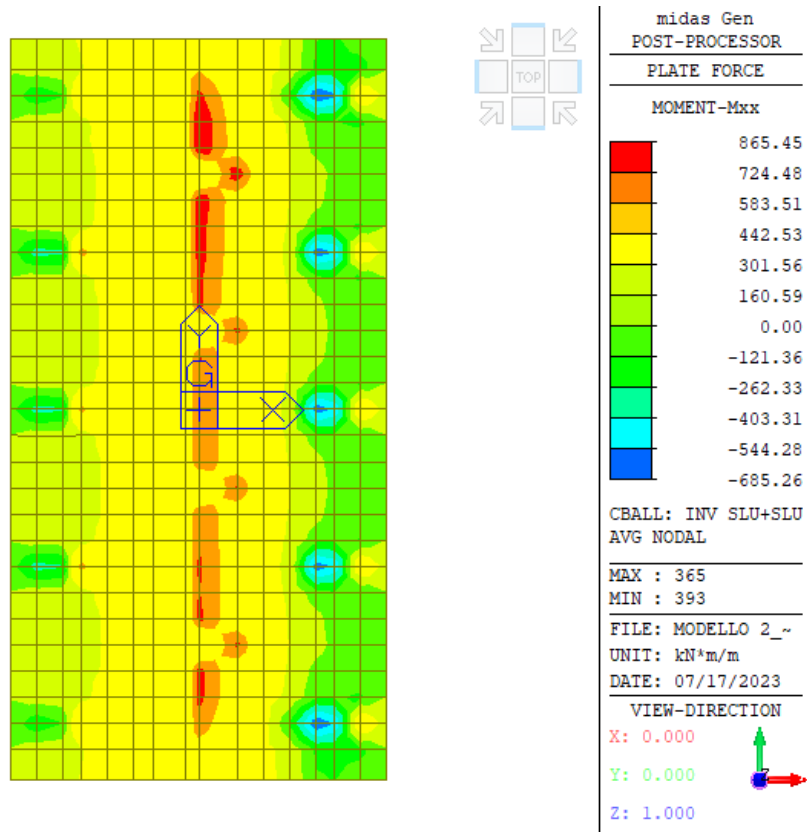
Inviluppo SLU-azione assiale Fyy [kN/m]



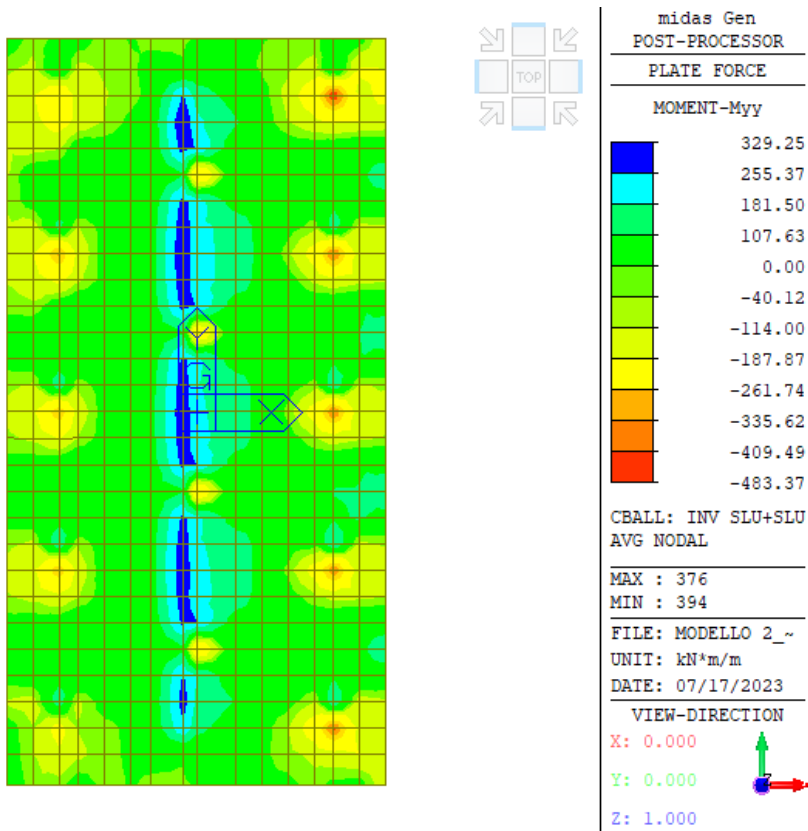
Inviluppo SLU-taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLU-taglio Vyy [kN/m]

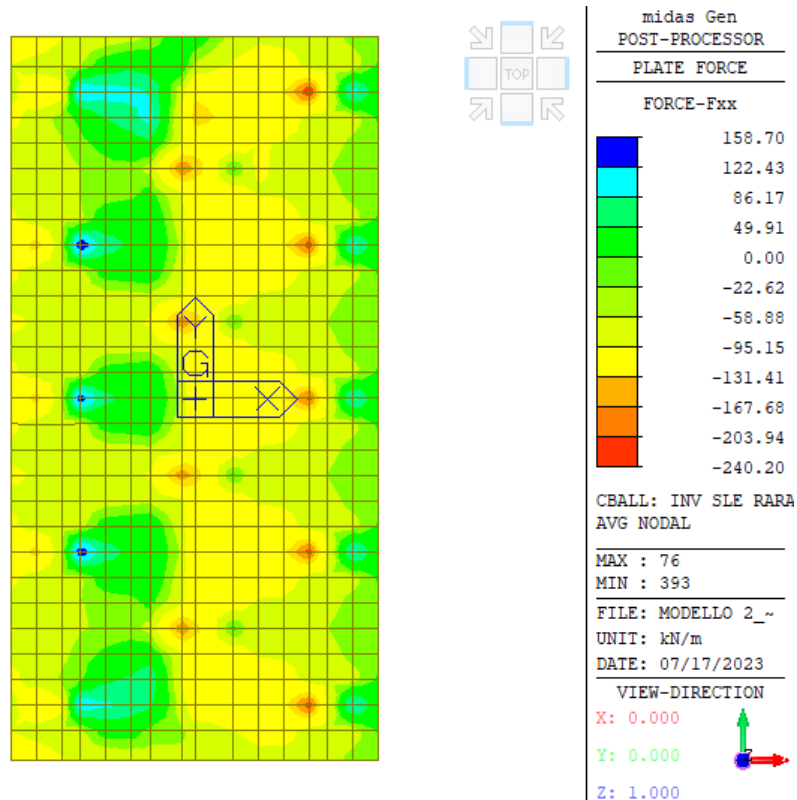


Inviluppo SLU Momento flettente Mxx [kNm/m]

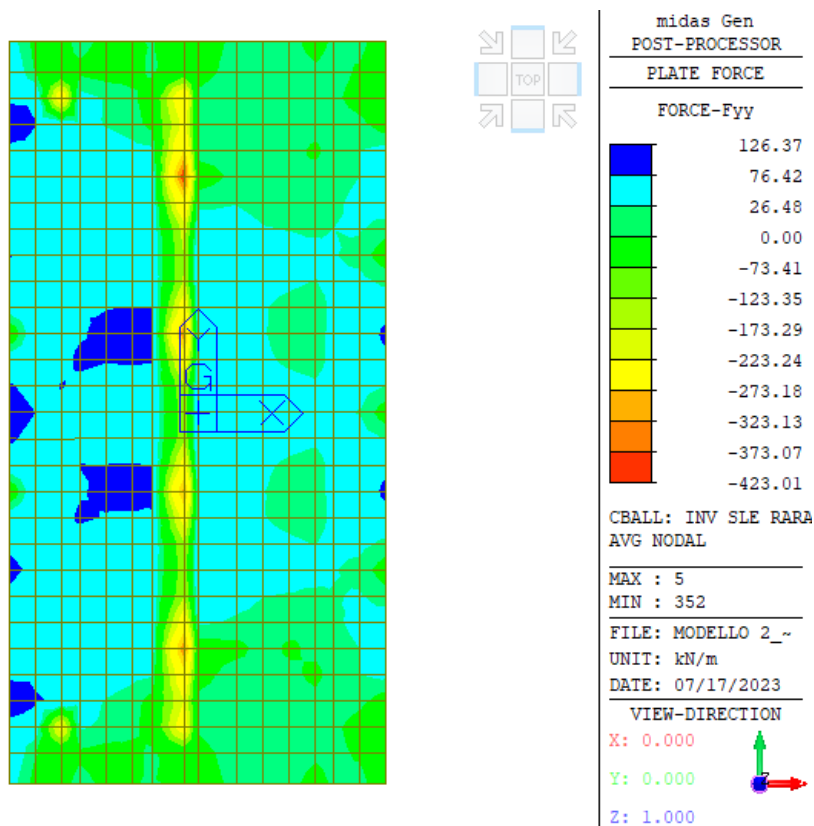


Inviluppo SLU Momento flettente Myy [kNm/m]

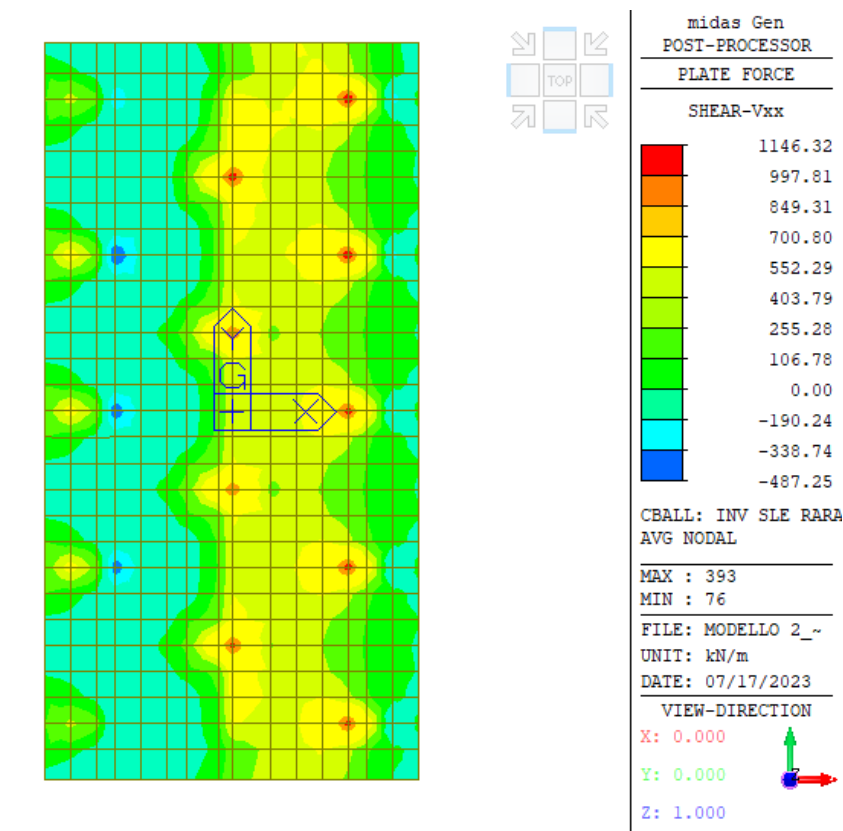
Le seguenti immagini riportano l'involuppo delle sollecitazioni agli SLE rara agenti sulla platea.



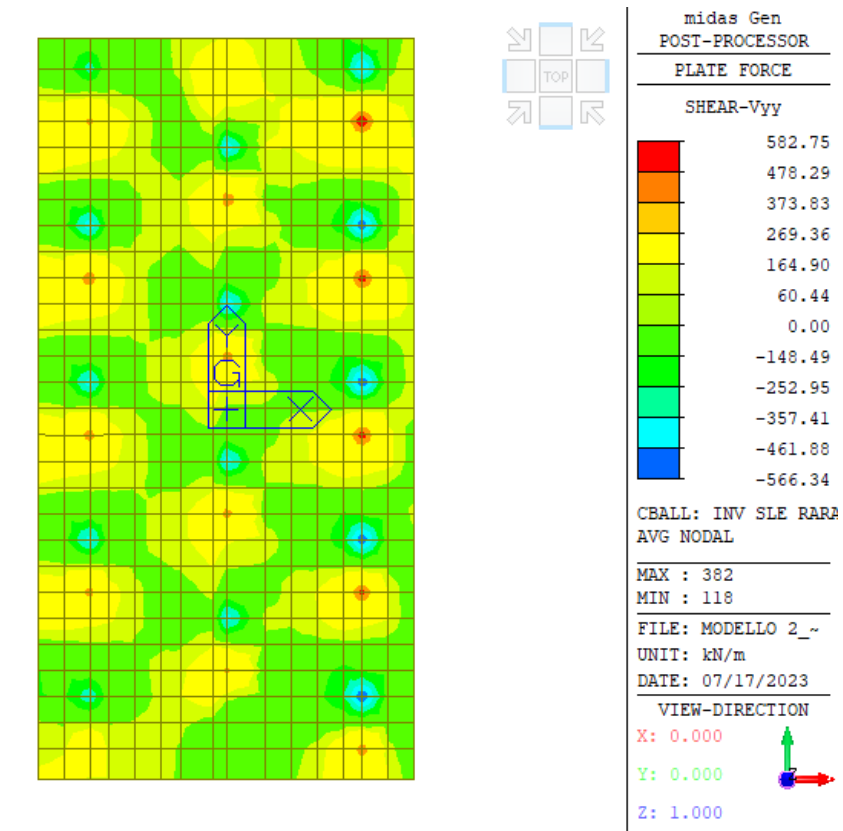
Inviluppo SLE_rara-azione assiale Fxx [kN/m]



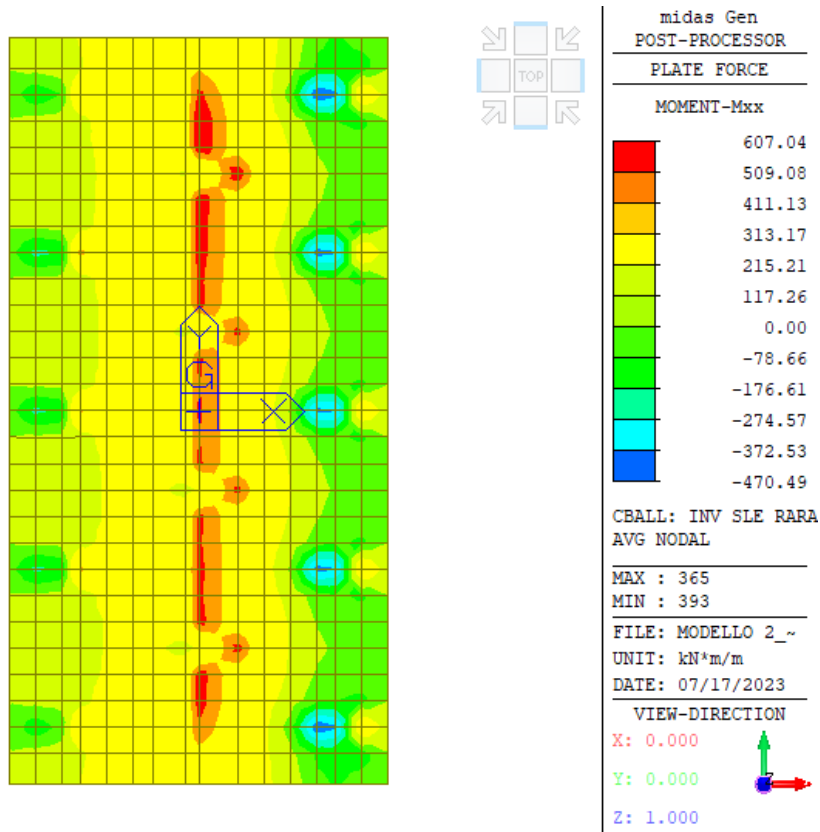
Inviluppo SLE_rara -azione assiale Fxx [kN/m]



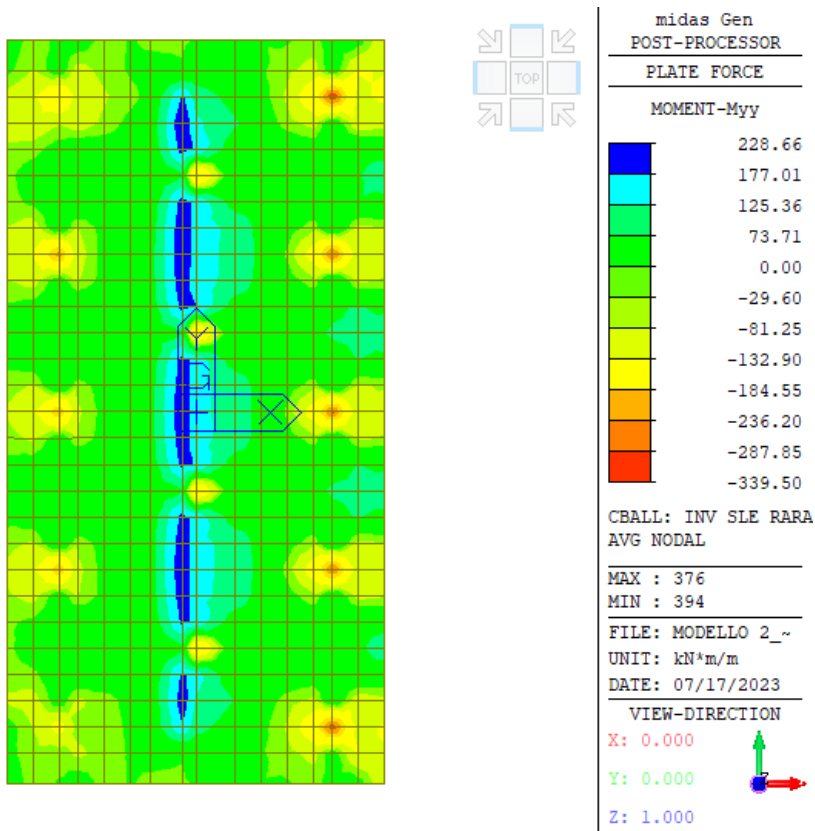
Inviluppo SLE_rara -taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLE_rara -taglio Vyy [kN/m]

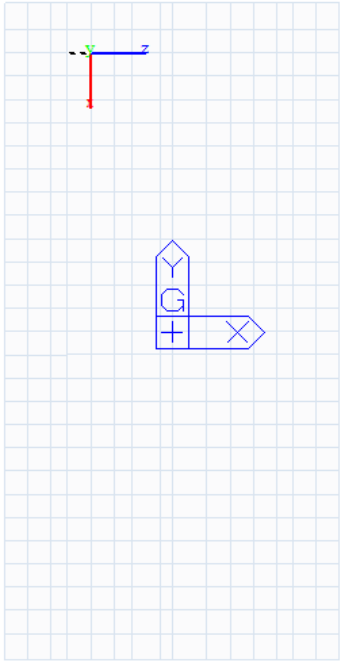
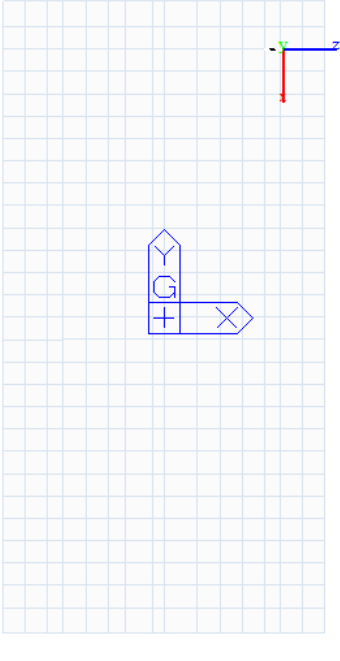
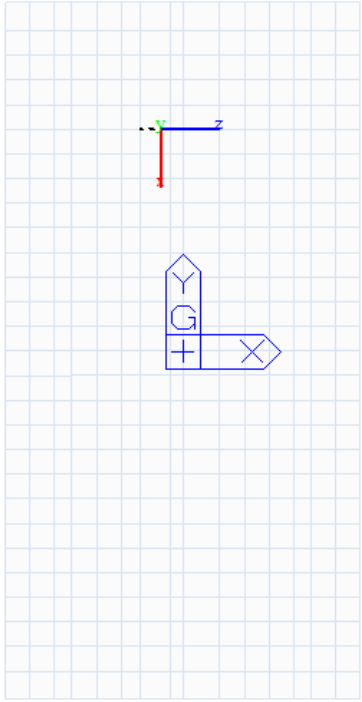
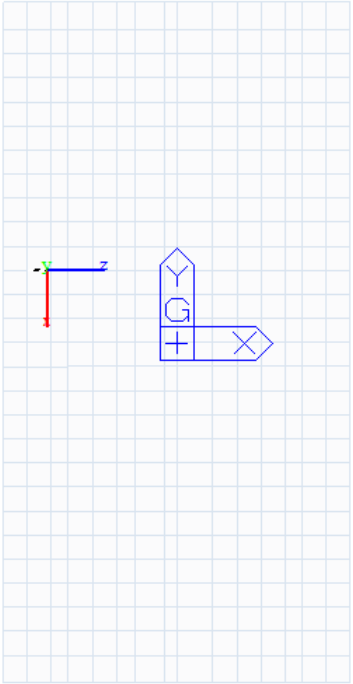
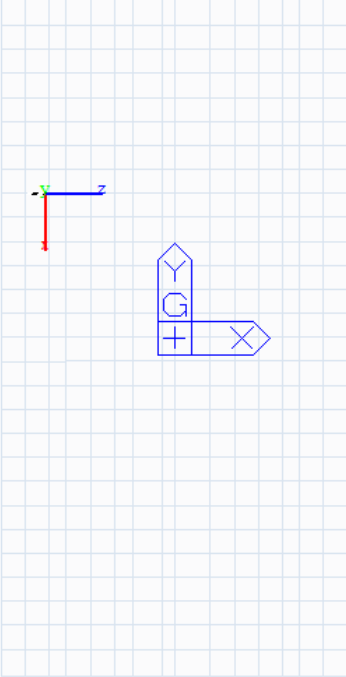
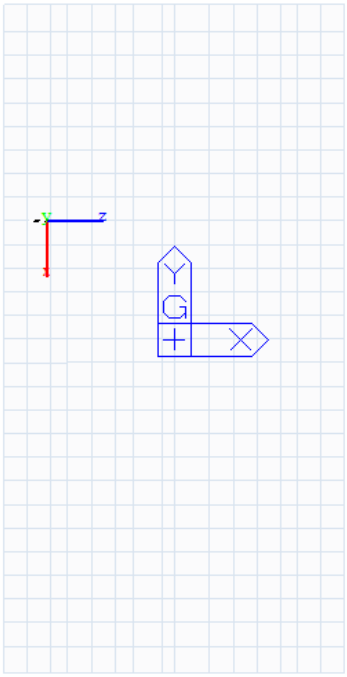


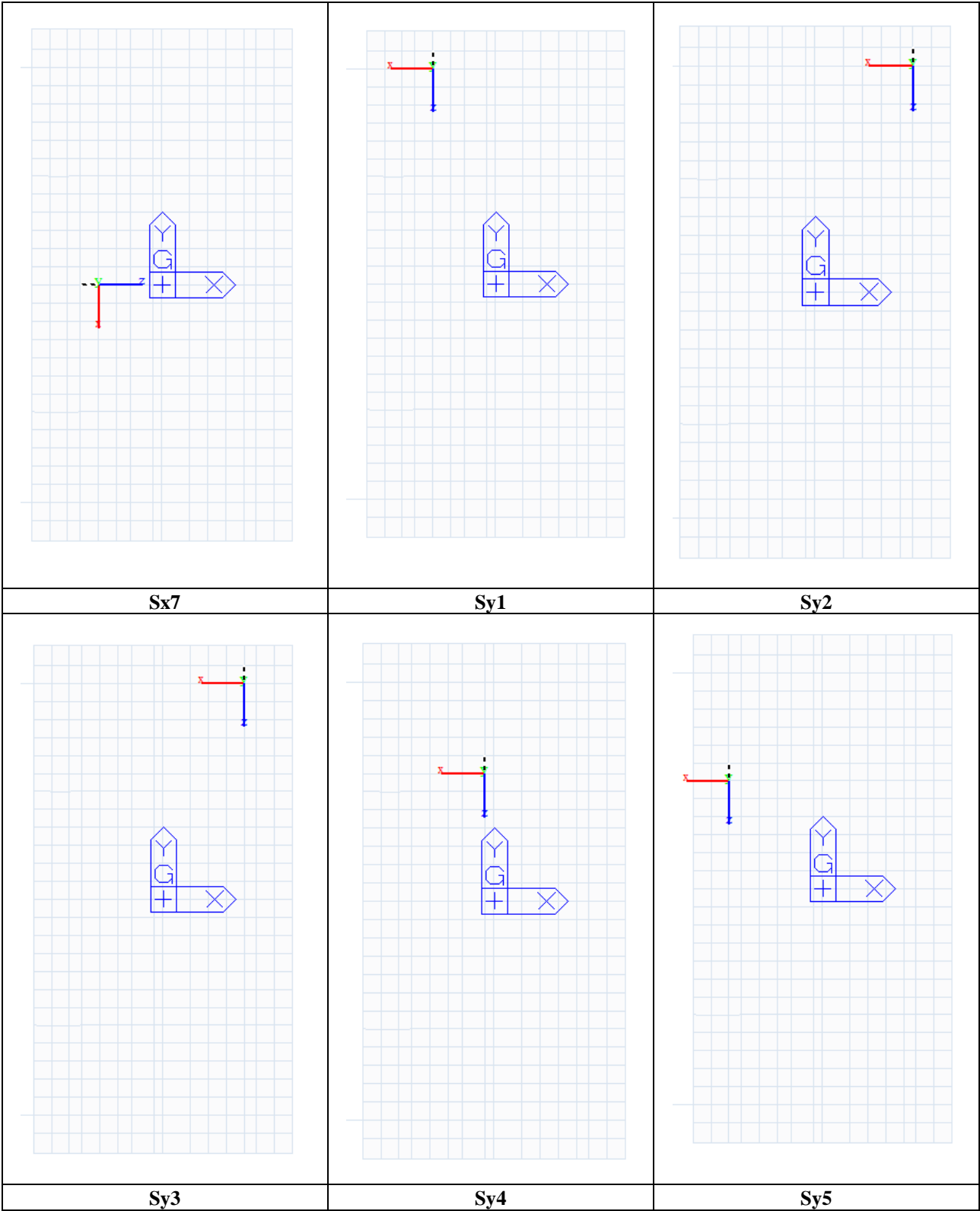
Inviluppo SLE_rara -Momento flettente Mxx [kNm/m]

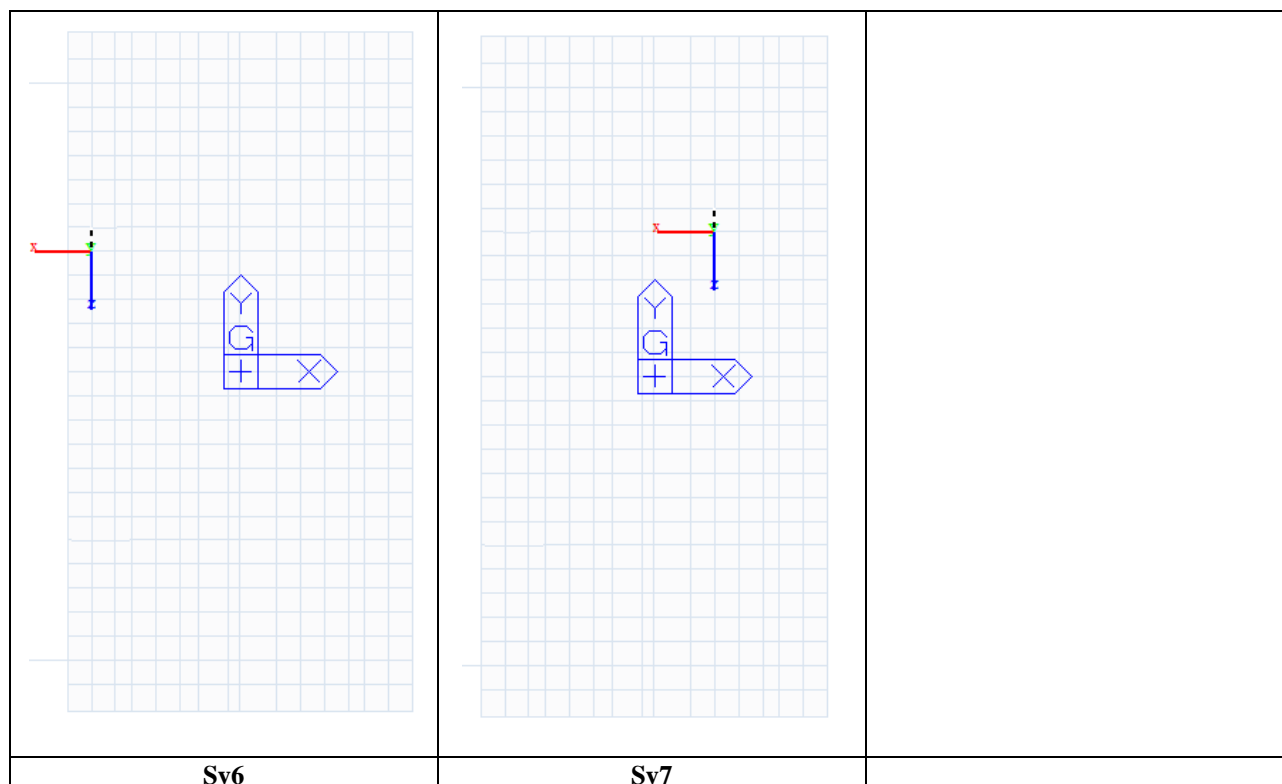


Inviluppo SLE_rara-Momento flettente Myy [kNm/m]

Per l'individuazione delle sollecitazioni di progetto sono state definite le seguenti "section cut"

		
Sx1	Sx2	Sx3
		
Sx4	Sx5	Sx6





Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute dall'analisi per le combinazioni SLU e SLV:

Fx: Axial force

Fy: Shear force in the element's local y-direction

Fz: Shear force in the element's local z-direction

Mx: Torsional moment about the element's local x-axis

My: Bending moment about the element's local y-axis

Mz: Bending moment about the element's local z-axis

Sezioni parallele all'asse globale x							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sx4	14 SLV-STR	-39.91	47.96	-9.49	47.60	34.69	-46.01
Sx4	06-SLU-GEO (T2)	190.68	125.90	-57.57	20.59	15.97	-158.87
Sx5	01-SLU-STR (T1)	163.60	-683.44	-153.06	-233.25	-26.47	280.18
Sx6	03-SLU-STR (T2)	9.91	686.01	-3.03	36.49	11.84	44.63
Sx5	07-SLU-GEO (T1)	87.72	-399.29	-178.41	-251.69	-33.81	114.12
Sx6	14 SLV-STR	-21.25	166.82	111.12	330.85	15.28	-3.59
Sx5	14 SLV-STR	11.81	-132.56	-151.25	-334.44	-36.66	-12.37
Sx6	07-SLU-GEO (T1)	61.57	503.68	64.76	345.66	12.85	-1.06
Sx5	14 SLV-STR	11.81	-132.56	-151.25	-334.44	-36.66	-12.37
Sx4	14 SLV-STR	-39.91	47.96	-9.49	47.60	34.69	-46.01
Sx4	06-SLU-GEO (T2)	190.68	125.90	-57.57	20.59	15.97	-158.87
Sx5	01-SLU-STR (T1)	163.60	-683.44	-153.06	-233.25	-26.47	280.18
Sezioni parallele all'asse globale y							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)

Sy3	07-SLU-GEO (T1)	-227.74	950.10	-22.34	14.04	-3.13	415.29
Sy5	14 SLV-STR	158.81	113.68	3.21	18.09	0.58	-464.58
Sy5	03-SLU-STR (T2)	35.56	-649.19	19.66	15.20	2.39	63.40
Sy3	07-SLU-GEO (T1)	-227.74	950.00	-22.34	14.04	-3.13	415.29
Sy4	07-SLU-GEO (T3)	-135.43	577.03	-75.94	42.43	-14.11	-834.99
Sy5	16 SLV-STR	104.66	-114.20	39.60	75.75	5.74	-284.68
Sy6	14 SLV-STR	-67.46	154.30	-71.08	-94.58	4.45	45.78
Sy5	16 SLV-STR	104.66	-114.20	39.60	75.75	5.74	-284.68
Sy4	07-SLU-GEO (T2)	-151.15	617.08	-74.53	31.18	-14.20	-900.89
Sy6	07-SLU-GEO (T1)	-89.25	229.49	-57.66	-69.81	5.78	54.91
Sy4	07-SLU-GEO (T1)	-155.09	635.20	-55.85	18.11	-11.98	-930.68
Sy3	14 SLV-STR	-223.74	930.34	-29.11	-11.83	-3.78	443.15

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute per le combinazioni SLE:

Sezioni parallele all'asse globale x							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sx5	34 SLE RARA (T3)	65.75	-381.59	-108.57	-238.54	-23.69	137.78
Sx6	34 SLE RARA (T1)	57.94	360.97	50.19	239.88	10.12	-12.29
Sx4	32 SLE RARA (T2)	135.01	90.43	-41.71	13.03	11.78	-114.53
Sx5	32 SLE RARA (T1)	120.34	-504.07	-112.59	-172.69	-19.68	207.19
Sx5	37 SLE FREQ (T3)	48.25	-387.78	-100.06	-222.13	-19.59	144.12
Sx6	37 SLE FREQ (T1)	49.12	354.07	45.74	218.46	9.88	-6.46
Sx4	35 SLE FREQ (T2)	100.13	63.51	-32.03	-0.50	10.72	-93.32
Sx5	35 SLE FREQ (T1)	92.78	-474.56	-90.75	-157.69	-16.72	208.72
Sx5	38 SLE QPERM (T1)	71.53	-431.87	-77.72	-148.24	-15.78	197.88
Sx6	38 SLE QPERM (T1)	72.82	381.01	15.41	73.25	3.03	29.84
Sx4	38 SLE QPERM (T1)	68.44	53.18	-27.21	-7.22	9.00	-72.84
Sx5	38 SLE QPERM (T1)	71.53	-431.87	-77.72	-148.24	-15.78	197.88
Sezioni parallele all'asse globale y							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sy6	34 SLE RARA (T1)	-67.33	170.39	-41.36	-39.44	4.03	40.89
Sy4	34 SLE RARA (T3)	-98.83	409.61	-46.85	30.60	-9.25	-592.59
Sy4	34 SLE RARA (T1)	-111.94	448.45	-33.45	14.40	-7.83	-656.45
Sy3	34 SLE RARA (T1)	-163.75	874.21	-10.38	19.95	-1.48	297.96
Sy6	37 SLE FREQ (T1)	-62.95	162.93	-38.28	-33.25	3.79	38.83
Sy4	37 SLE FREQ (T3)	-94.14	400.28	-44.18	31.40	-8.64	-580.04
Sy4	37 SLE FREQ (T1)	-105.31	427.55	-33.59	13.84	-7.59	-629.05
Sy3	37 SLE FREQ (T1)	-152.79	830.75	-10.08	19.21	-1.45	277.26
Sy2	38 SLE QPERM (T1)	30.23	-149.00	-4.85	7.51	-0.93	-11.65
Sy6	38 SLE QPERM (T1)	-55.84	154.58	-21.44	23.71	2.26	32.68
Sy3	38 SLE QPERM (T1)	-87.11	535.74	-5.88	13.11	-0.83	161.24
Sy4	38 SLE QPERM (T1)	-57.11	275.24	-24.20	18.66	-5.00	-379.11

8.4.1.3 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si riportano le verifiche allo stato limite ultimo effettuate sulle SECTION CUT della platea più sollecitate.

8.4.1.3.1 Verifica sezioni verticali (armatura parallela asse globale x)

SEZIONE: TRASVERSALE
IMPALCATO
ELEMENTO: SPALLA

Armature direzione x

Armatura tesa ϕ 20 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 20 passo 150 mm

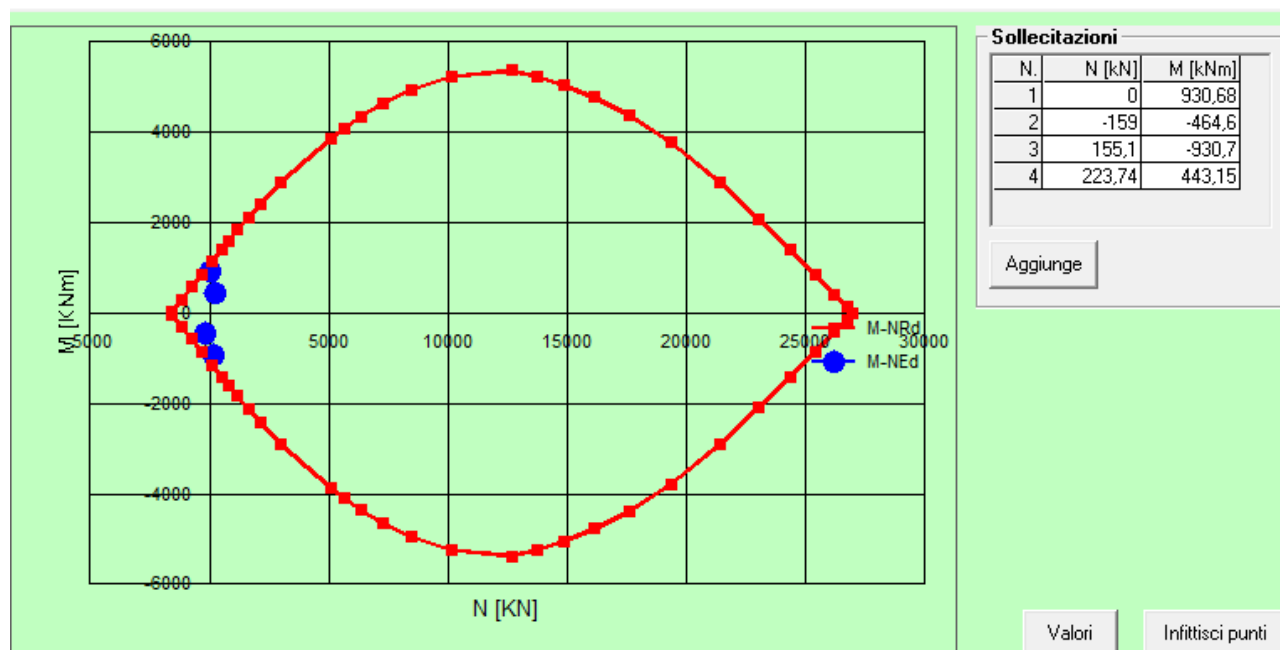
Geometria

B = 1000 mm
H = 1400 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro barre = 20 mm
d = 1350 mm

Verifica limitazioni armatura

ρ tesa 0.16%
 ρ_{min} 0.10% ok
 ρ_{max} 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa.

Verifica C.A. S.L.U. - File: verifica sez y platea CON FI 20 PASSO 15

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	100	0
3	100	140
4	0	140

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3,14	5	5
2	3,14	20	5
3	3,14	35	5
4	1,88	50	5
5	3,14	65	5
6	3,14	80	5

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{Ed} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord. [cm] xN yN

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

M_{Rd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

M-curvatura

☐ Precompresso

8.4.1.3.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura parallela asse globale y)

SEZIONE: LONG.
IMPALCATO
ELEMENTO: SPALLA

Armature direzione x

Armatura tesa ϕ 20 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 20 passo 150 mm

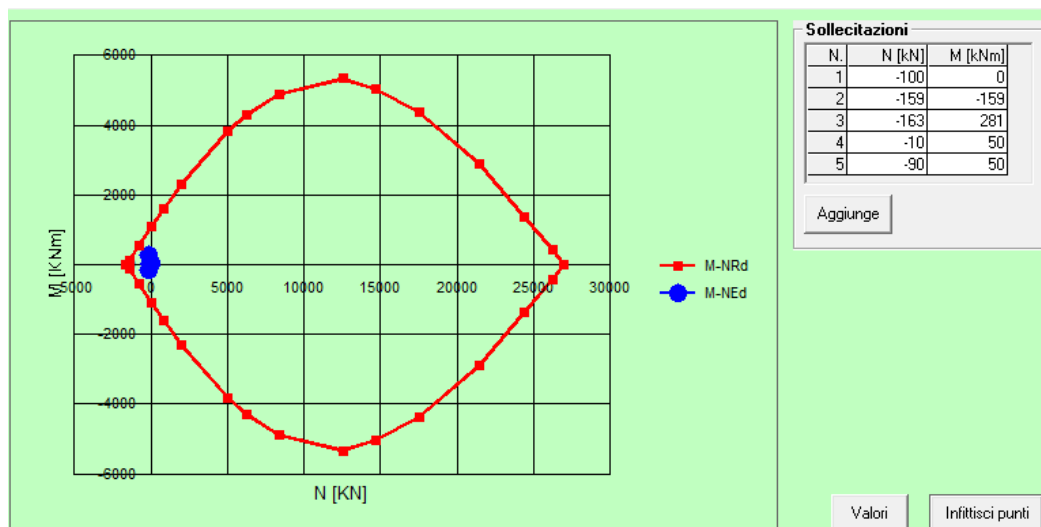
Geometria

B = 1000 mm
H = 1400 mm
ricoprimento = 60 mm
diametro = 20 mm
barre = 1330 mm
d = 1330 mm

Verifica limitazioni armatura

ρ tesa 0.16-%
 ρ_{min} 0.10% ok
 ρ_{max} 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa.

Verifica C.A. S.L.U. - File: verifica sez x platea

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo : _____

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	140

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20,73	7
2	20,73	133

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -190 -190 kN
M_{Ed} 160 159 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 941,1 kN m

σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,153 ‰
ε_s 67,5 ‰
d 133 cm
x 5,936 x/d 0,04463
δ 0,7

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

8.4.1.4 VERIFICA A TAGLIO

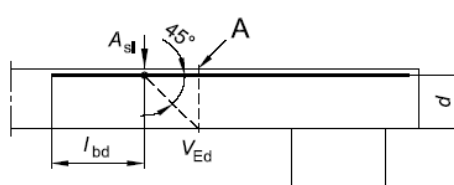
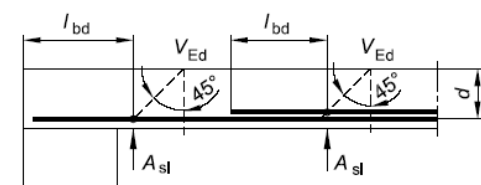
La seguente scheda riporta la verifica della platea considerando il solo cls resistente.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	950	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		Si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.38	[-]
		1.38	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0015246	[-]
		0.0015246	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	382.94	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	438.17	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	438.17	[kN]

Risulta necessaria armatura a taglio:

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{bw}	24	[mm]
Numero di braccia	n_b	2.2	[-]
Passo delle staffe	s	450	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	995	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	1224	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
		1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	1059.30	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	8.85	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	5418.24	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	6108.80	[mm ²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	1059.30	[kN]

8.4.1.5 VERIFICA A PUNZONAMENTO

Di seguito si riporta la verifica a punzonamento nella condizione più sfavorevole.

combinazione di carico		
elemento		
$V_{ed} =$	1439000	[N]
$M_y =$	655000	[Nm]
$M_z =$	195000	[Nm]
Diametro pilastro	0.8	[m]
spessore piastre= s =	1.4	[m]
copriferro medio =c=	0.052	[m]
d=s-c=	1.348	[m]

$e_y = M_z / V_{ed} =$	0.136	[m]
$e_z = M_y / V_{ed} =$	0.455	[m]
$f_{ck} =$	32	[N/mm ²]
[B450C] $f_{yk} =$	450.000	[N/mm ²]
$\gamma_c =$	1.5	
$\beta =$	1.5	

$u_0 = \pi \cdot d =$	2513.274	[mm]
$v_{0Ed} = \beta \cdot V_{ed} / (u_0 \cdot d) =$	0.637	[N/mm ²]
$f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	18.13	[N/mm ²]
$V_{rd,max} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot f_{cd} =$	4.533	[N/mm ²]
$v_{0Ed} / V_{rd,max} =$	0.14	verificato

$\emptyset l_y$	20	mm
i_y	0.15	m
$\emptyset l_z$	20	mm
i_z	0.15	m
u_1 (palo angolo)	4.23272	[m]
u_1 (palo bordo)	8.465	[m]
u_1 (palo centrale)	11.287	[m]
$v_{Ed} = \beta \cdot V_{ed} / (u_1 \cdot d) =$ (pali angolo)	0.378	[N/mm ²]
$v_{Ed} = \beta \cdot V_{ed} / (u_1 \cdot d) =$ (pali bordo)	0.189	[N/mm ²]
$v_{Ed} = \beta \cdot V_{ed} / (u_1 \cdot d) =$ (pali centrali)	0.142	[N/mm ²]
$\rho_{ly} = \emptyset l_y \cdot \pi / (4 \cdot i_y \cdot d) =$	0.001523	
$\rho_{lz} = \emptyset l_z \cdot \pi / (4 \cdot i_z \cdot d) =$	0.001523	
$\rho_l = \min\{0,02; (\rho_{ly} \cdot \rho_{lz})^{1/2}\} =$	0.00123	
$Cr_{d,c} = 0,18 / \gamma_c =$	0.12	
$k = \min\{2; 1 + (0,2/d)^{1/2}\} =$	1.38519	
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} =$	0.323	[N/mm ²]
$v_1 = Cr_{d,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} =$	0.283	[N/mm ²]
$v_{rd,c} = \max\{v_1; v_{min}\} =$	0.323	[N/mm ²]
$v_{Ed} / V_{rd,c} =$	1.17	NON verificato

Necessaria armatura a punzonamento:

Verifica Armatura punzonamento		
$\emptyset_w =$	20	[mm]
num Tot Fe = nFe	20	
$\alpha =$	90	
$s_r =$	2.01	
$A_{sw} = nFe \cdot \emptyset_w^2 / 4 =$	0.00628	[m ²]
$\sin \alpha =$	1.000	
$f_{ywd} = f_{yk} / 1,15 =$	391.304	
$f_{ywd,ef} = \min(250 + 250d ; f_{ywd}) =$	391.304	
$v_{rd,cs} = 1,5 \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \sin \alpha / (u_1 \cdot s_r) =$	0.386	[N/mm ²]
$v_{ed} / v_{rd,cs} =$	0.980	verificato

8.4.1.6 VERIFICA FESSURAZIONE

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di fessurazione. Le combinazioni in esame sono quelle di tipo frequente e quasi permanente. In condizioni ambientali aggressive e per armatura poco sensibile, per la combinazione frequente si verifica che sia soddisfatta la seguente condizione:

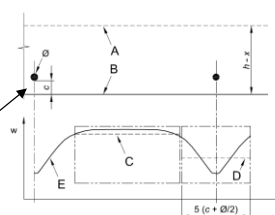
$$w_d < w_2 = 0.3\text{mm}$$

Si ripete la verifica per la combinazione quasi permanente:

$$w_d < w_1 = 0.2\text{mm}$$

8.4.1.6.1 Verifica sezioni verticali (armatura parallela asse globale x)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1355	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{rif,max}	245	[mm]



Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	629.1	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	240.43	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	234.72	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _f	0.6	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	112.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	112500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.01860	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	0.000569	[-]
		0.000640	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	20.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	312.01	[mm]
		312.01	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1997	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	379	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	240.43	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	141.41	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	112.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	112500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01860	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000311	[-]
		0.000386	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	312.01	[mm]
		312.01	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1203	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.1.6.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura parallela asse globale y)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	40	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1360	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	2073	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2073	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	60	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	s _{rif,max}	350	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	222	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	219.94	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	104.96	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	170	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	170000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00988	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000412	[-]
		0.000286	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	506.94	[mm]
		506.94	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1451	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	198	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	219.94	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	93.61	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	170	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	170000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00988	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000167	[-]
		0.000255	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	506.94	[mm]
		506.94	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1294	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,charatt.}	240	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	219.94	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	113.47	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	170	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	170000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00988	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000077	[-]
		0.000309	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	506.94	[mm]
		506.94	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1569	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.1.7 VERIFICA TENSIONALI

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica [4.1.15] } = 19.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente. [4.1.16] } = 14.4 \text{ MPa}$$

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} < 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

8.4.1.7.1 Verifica sezioni verticali (armatura parallela asse globale x)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	657.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1355	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2092	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2073	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	240.43	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	44808602443	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.53	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	245.13	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	629.1	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	45	[-]
Altezza utile della sezione	d'	1355	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2092	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2073	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	240.43	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	44808602443	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.38	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	234.72	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	379.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1400	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	45	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	1355	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2092	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2073	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	240.43	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	44808602443	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.03	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	141.41	[MPa]

8.4.1.7.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura parallela asse globale y)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	240.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	68	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1332	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	219.94	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	35282931911	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.50	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	113.47	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	222.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	68	[-]
Altezza utile della sezione	d'	1332	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	219.94	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	35282931911	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.38	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	104.96	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	198.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1400	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	68	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	1332	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	219.94	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	35282931911	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.23	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	93.61	[MPa]

8.4.2 PARETE PRINCIPALE

8.4.2.1 UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO

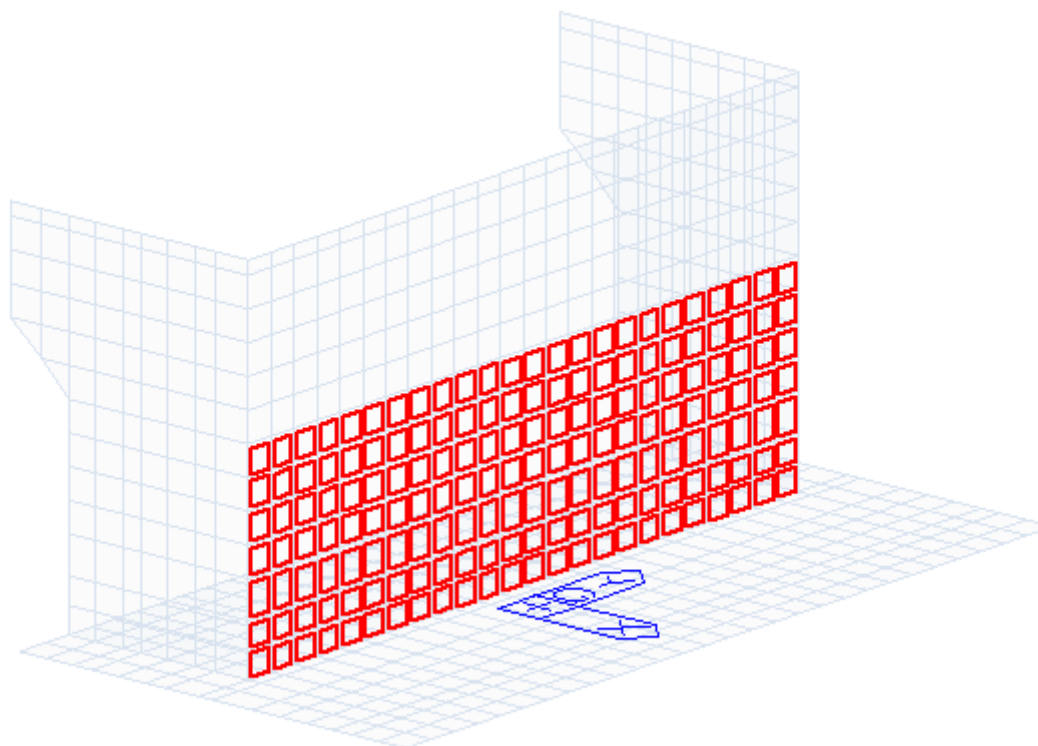
Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza : m

forza : KN

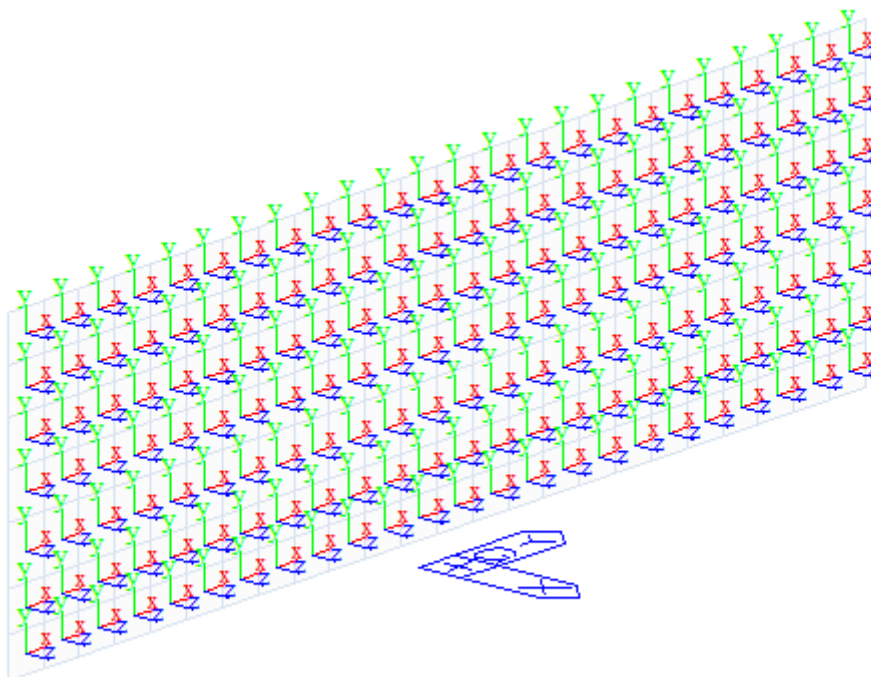
momenti : KNm

pressioni : MPa

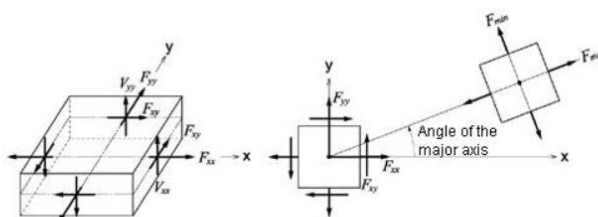


Parete principale spalla

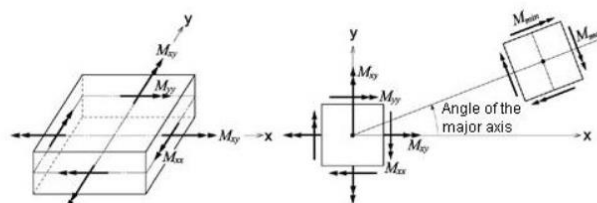
La seguente immagine identifica gli assi locali degli elementi “plate” utilizzati nel modello FEM.



Sistema di riferimento locale elementi “plate”



(a) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations

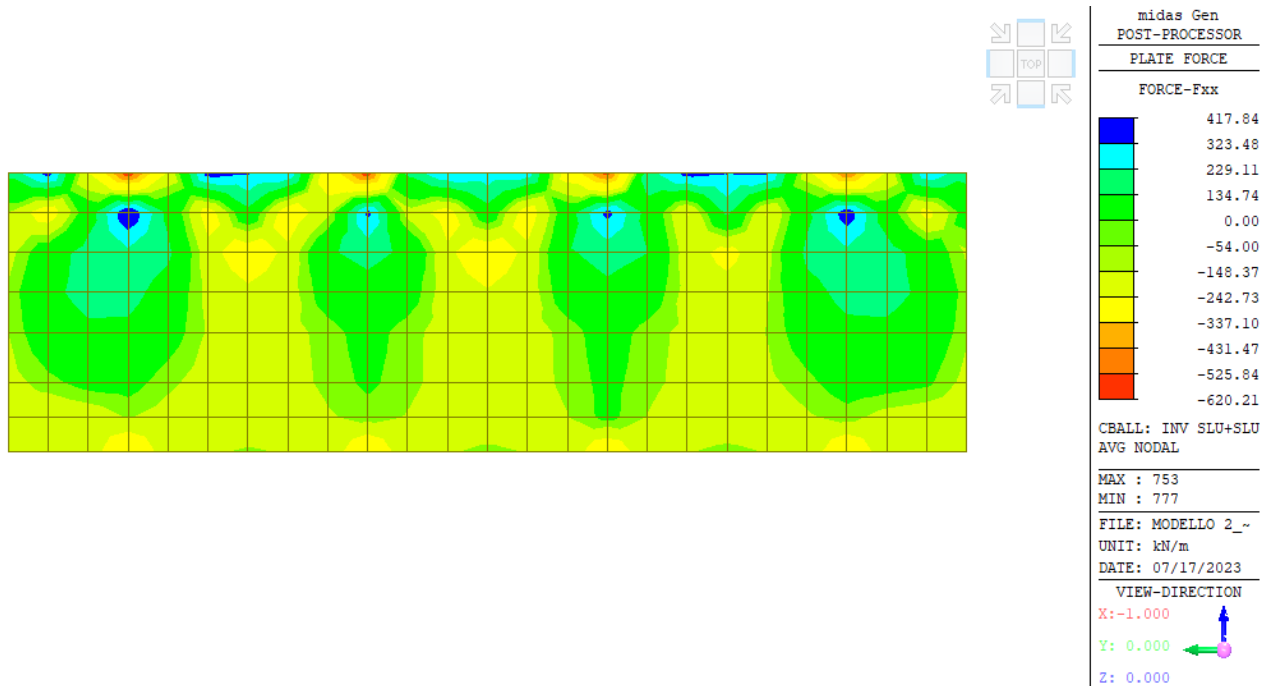


(b) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

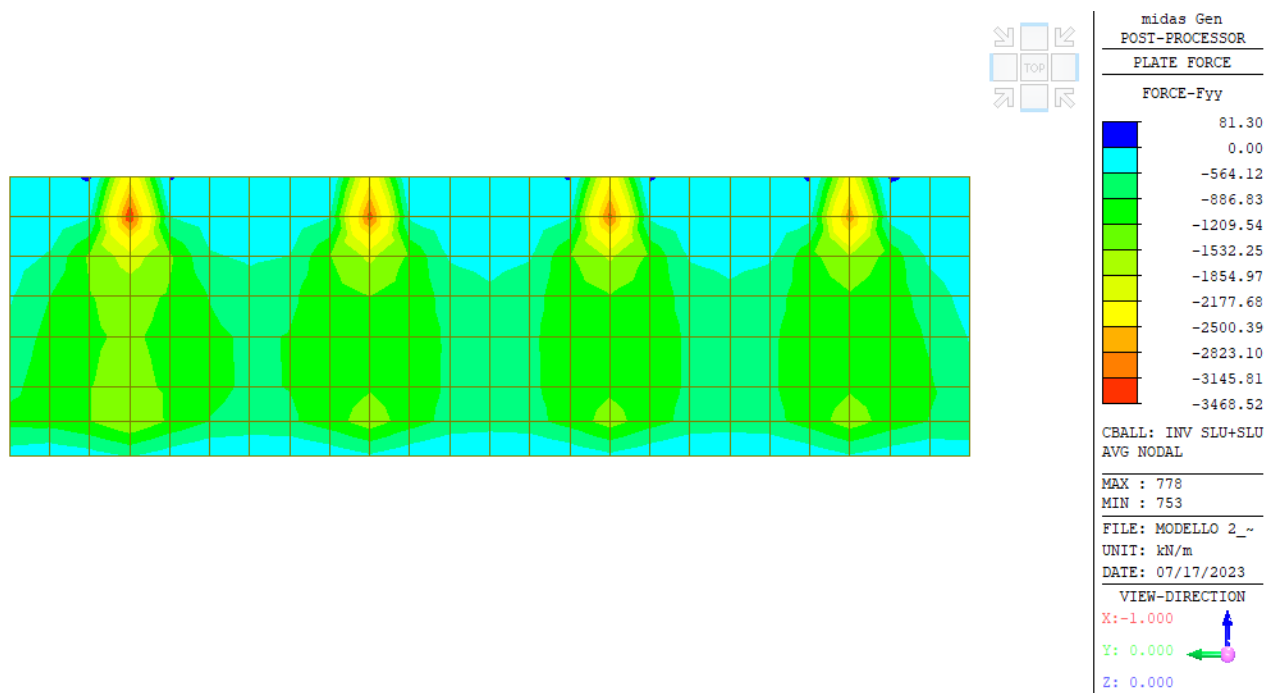
Output of **plate** elements forces per unit length

8.4.2.2 SOLLECITAZIONI

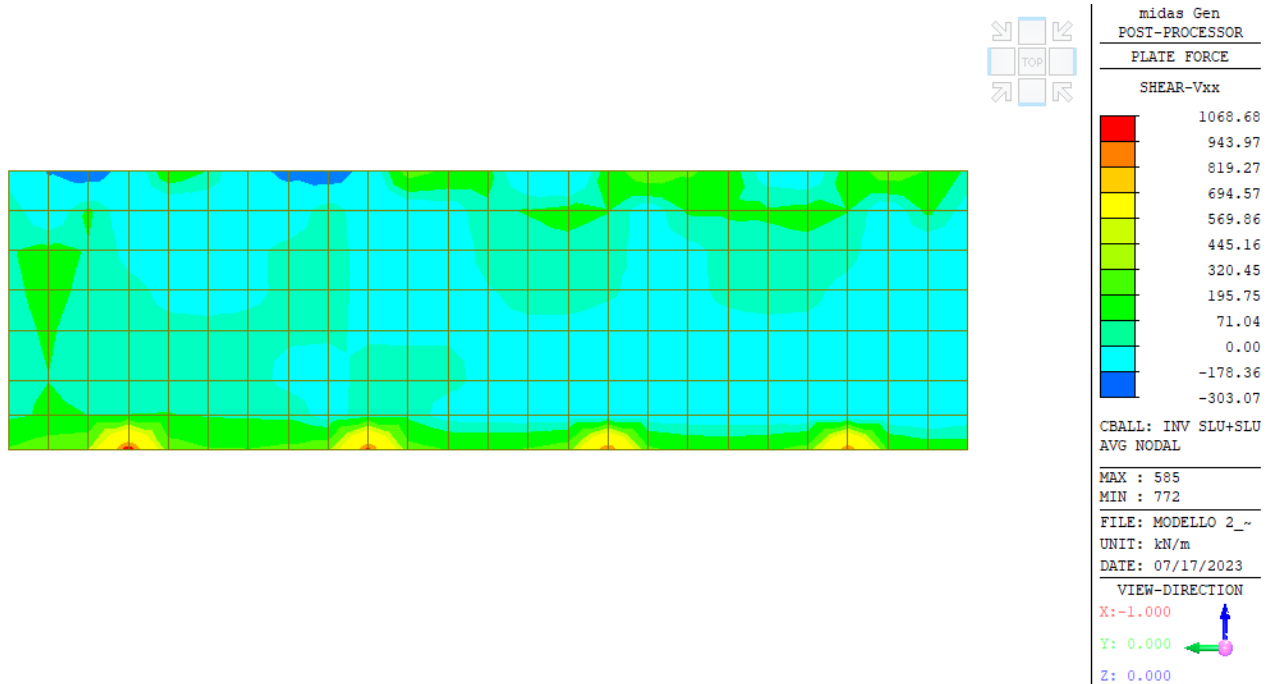
Le seguenti immagini riportano l'involuppo delle sollecitazioni agli SLU e SLV agenti sulla platea.



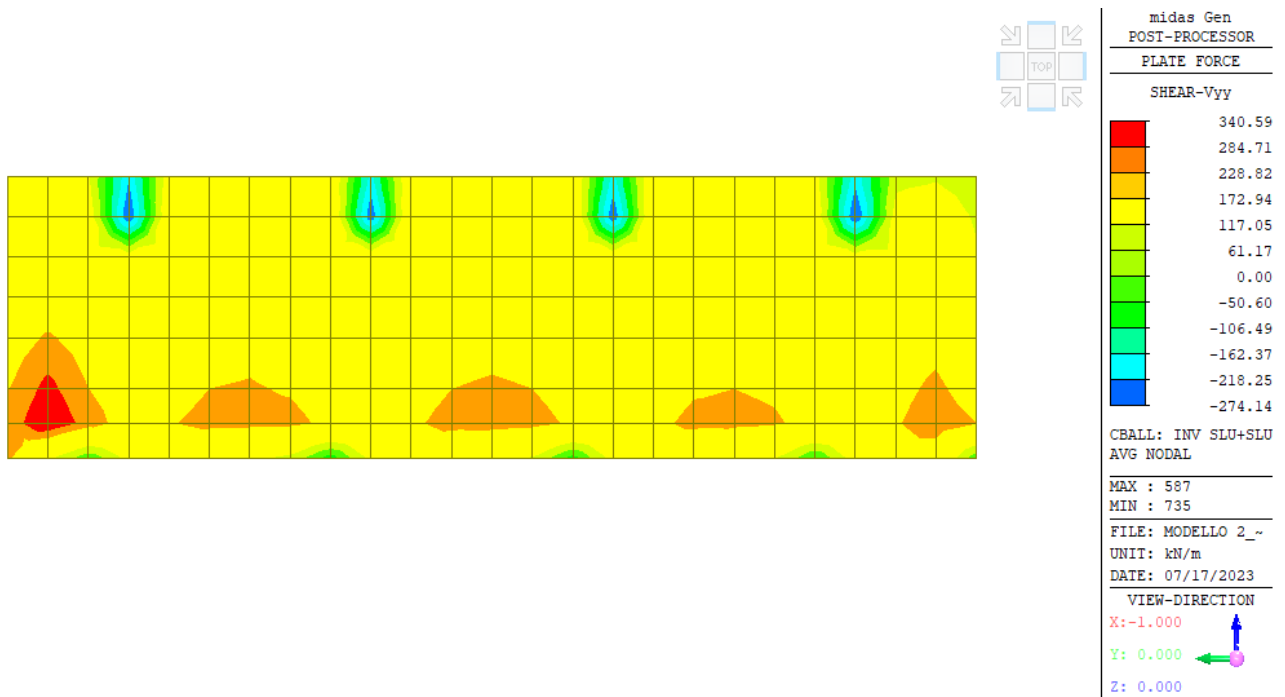
Inviluppo SLU-azione assiale Fxx [kN/m]



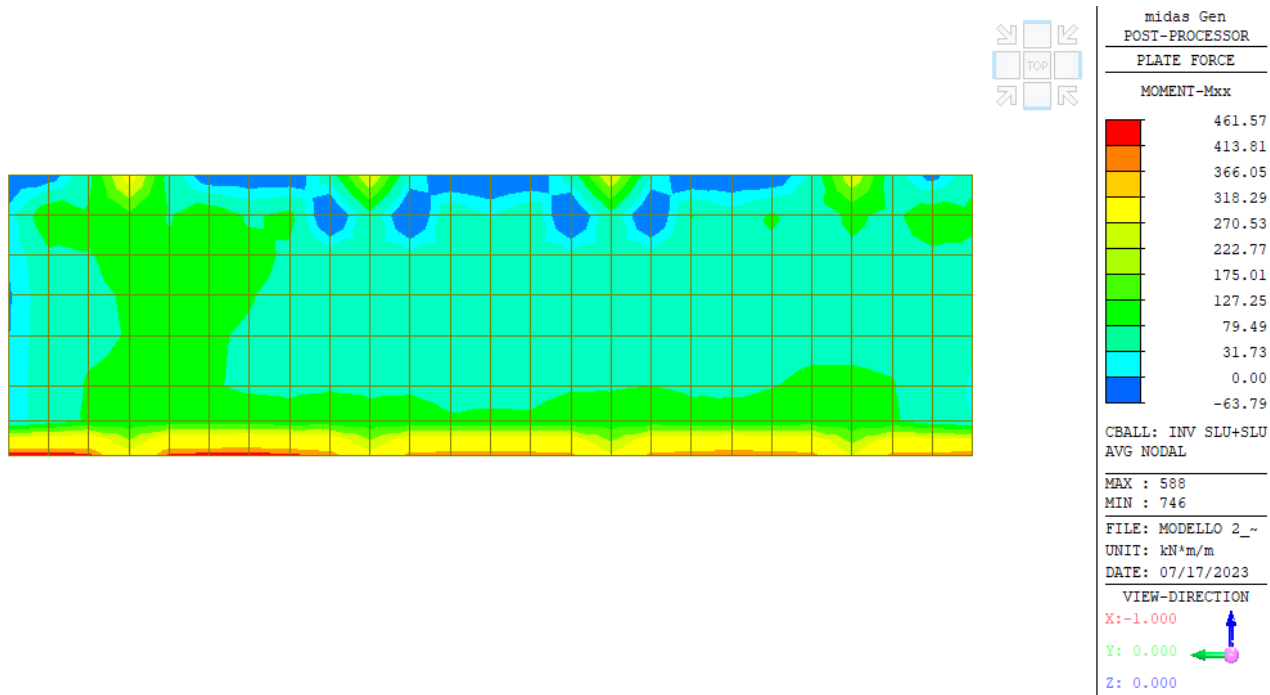
Inviluppo SLU-azione assiale Fyy [kN/m]



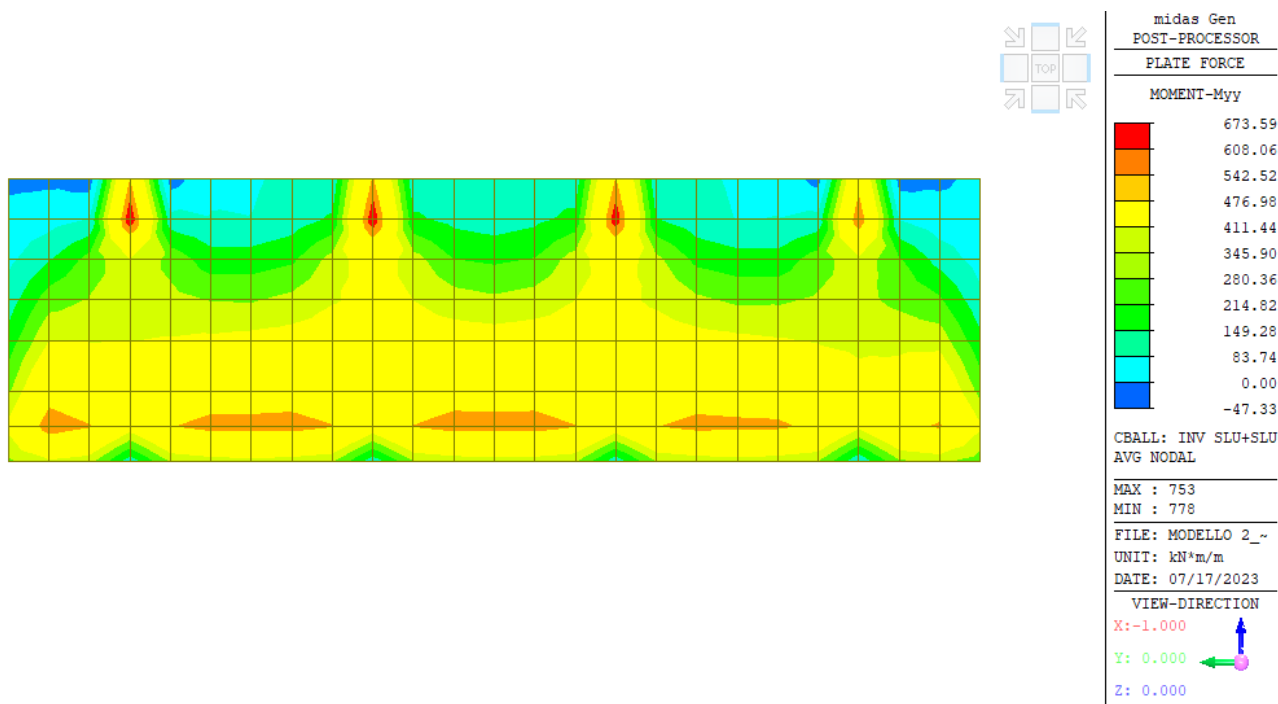
Inviluppo SLU-taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLU-taglio Vyy [kN/m]

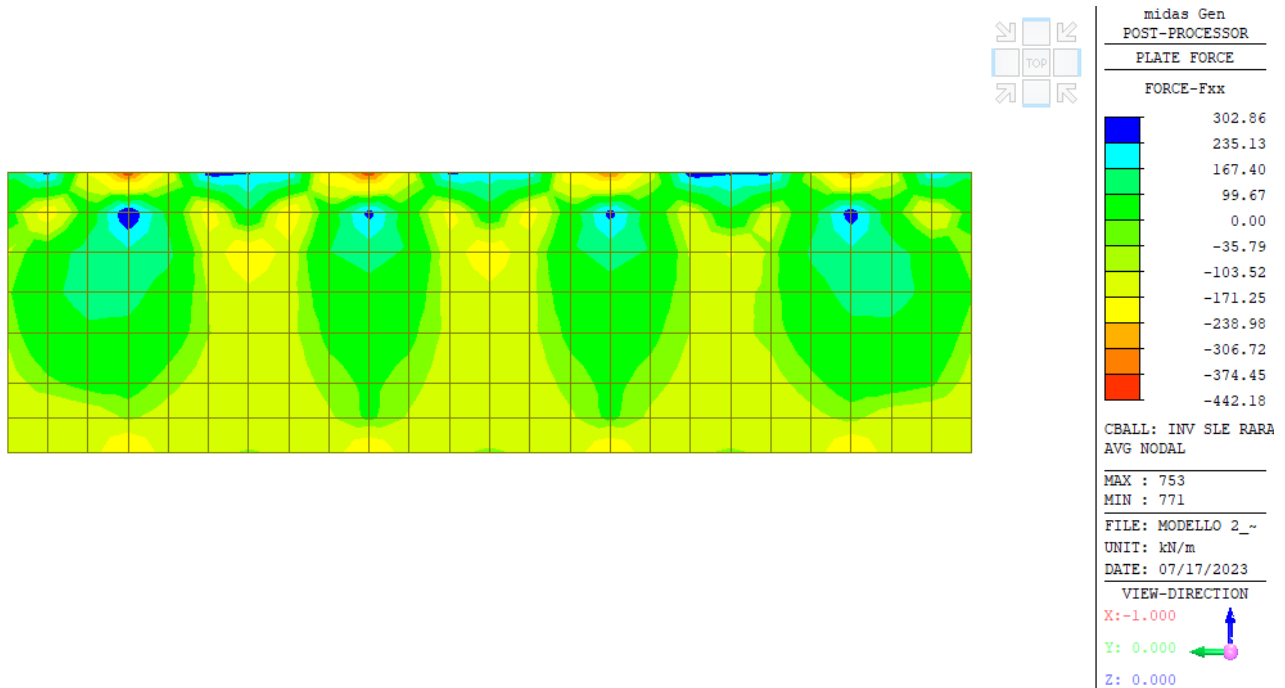


Inviluppo SLU Momento flettente Mxx [kNm/m]

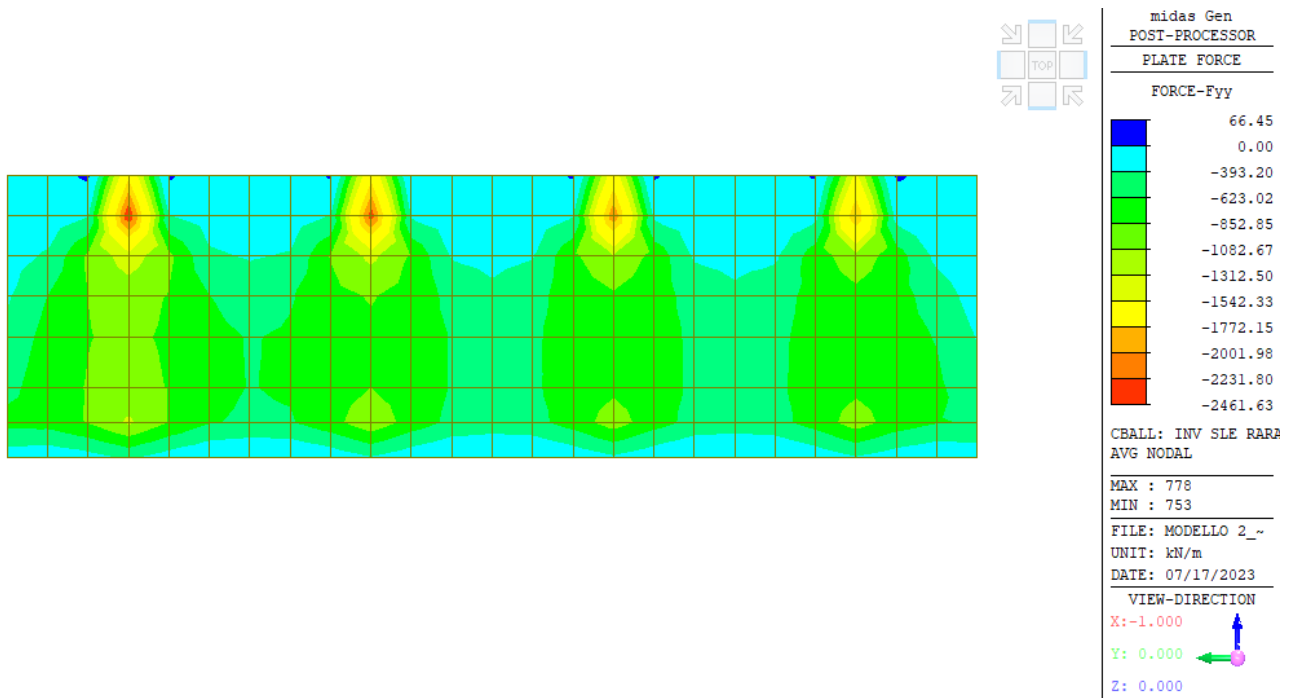


Inviluppo SLU Momento flettente Myy [kNm/m]

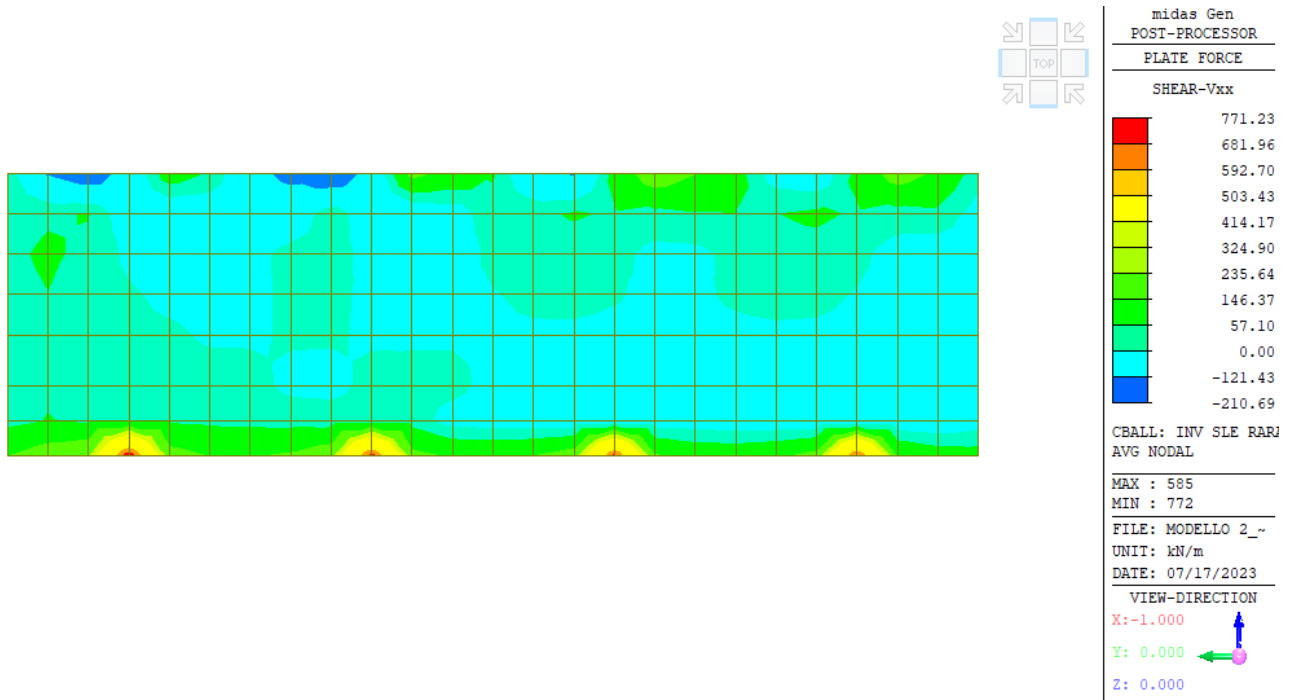
Le seguenti immagini riportano l'involuppo delle sollecitazioni agli SLE rara agenti sulla platea.



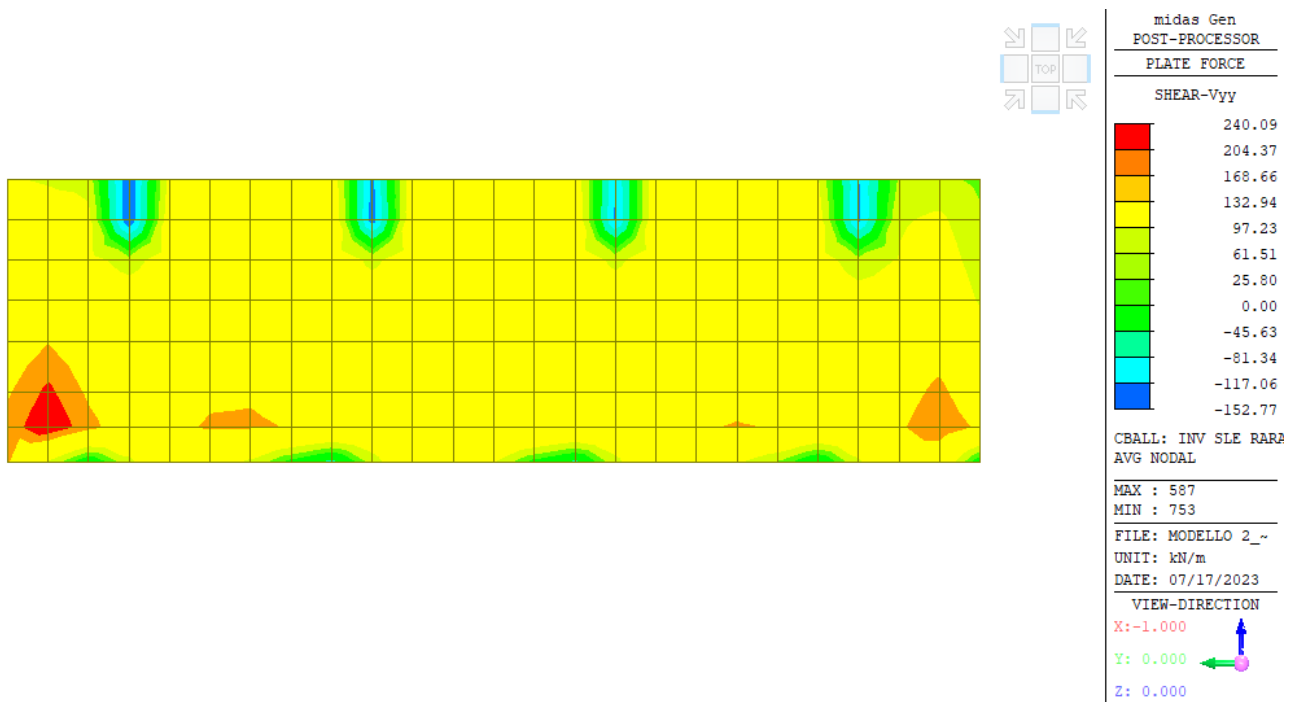
Inviluppo SLE_rara-azione assiale Fxx [kN/m]



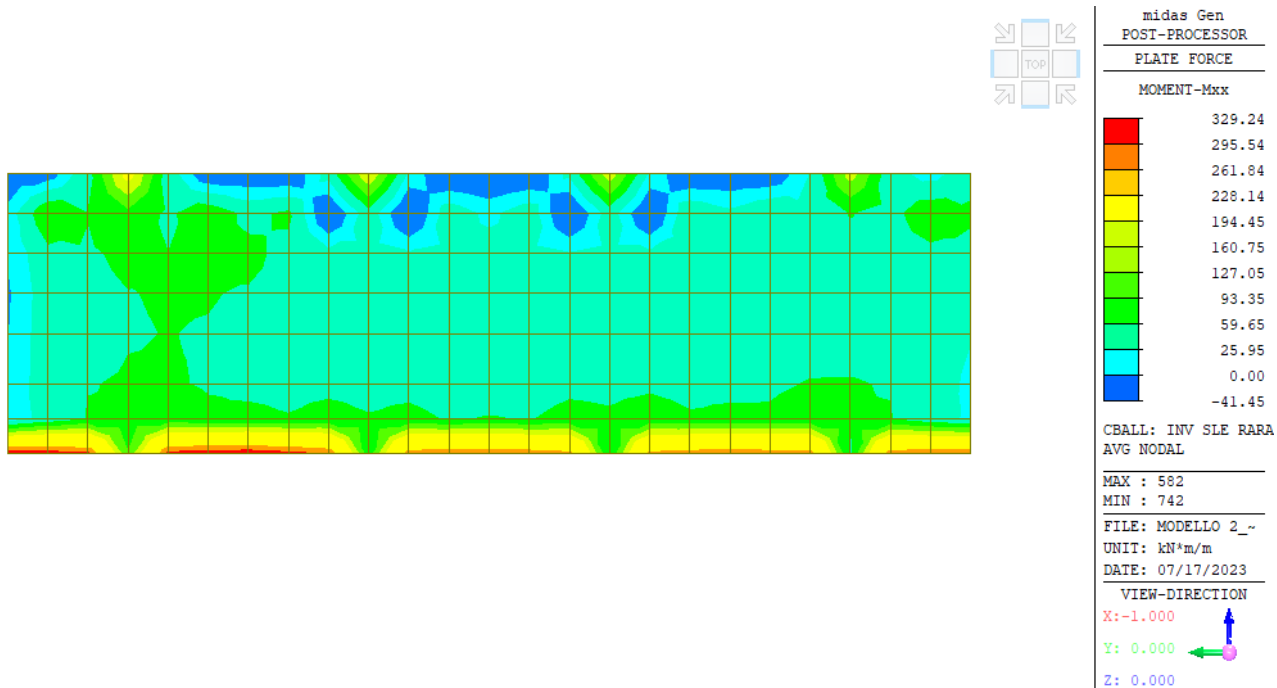
Inviluppo SLE_rara -azione assiale Fxx [kN/m]



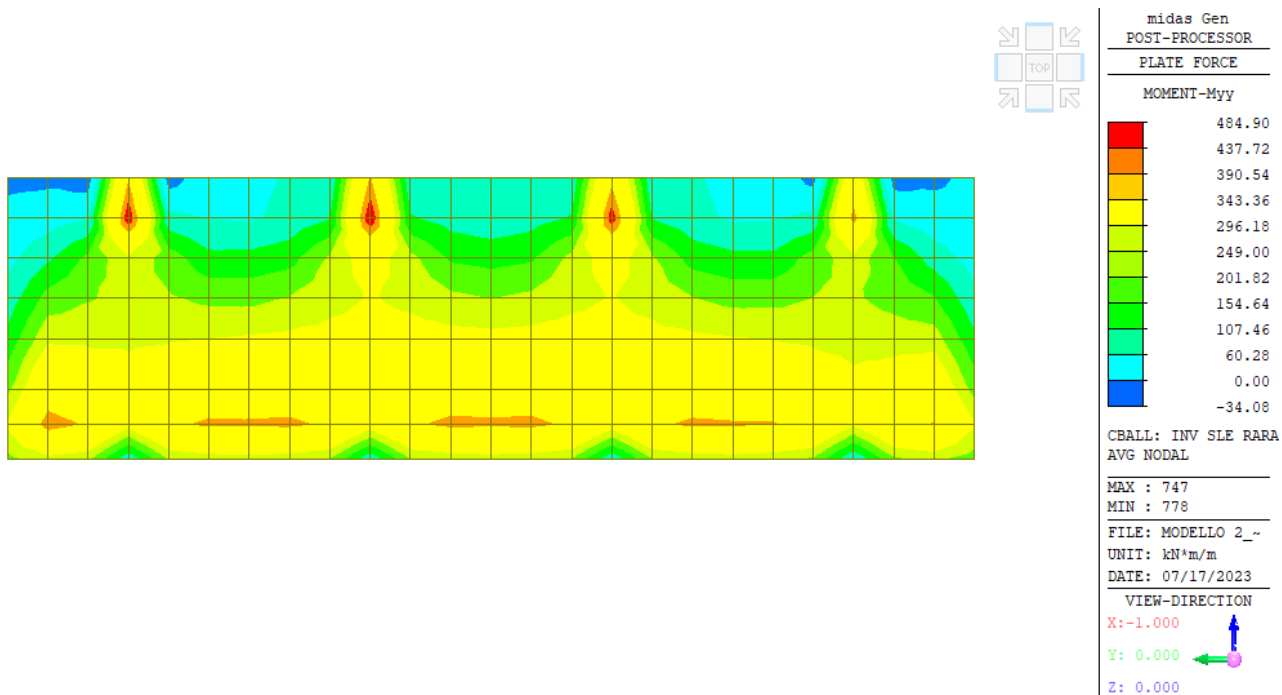
Inviluppo SLE_rara -taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLE_rara -taglio Vyy [kN/m]



Inviluppo SLE_rara -Momento flettente Mxx [kNm/m]



Inviluppo SLE_rara-Momento flettente Myy [kNm/m]

Per l'individuazione delle sollecitazioni di progetto sono state definite le seguenti "section cut"



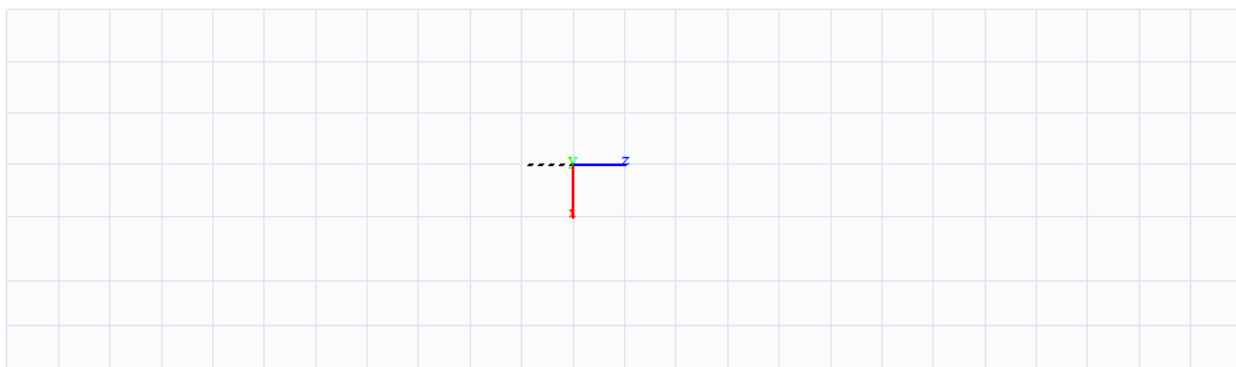
Spo1



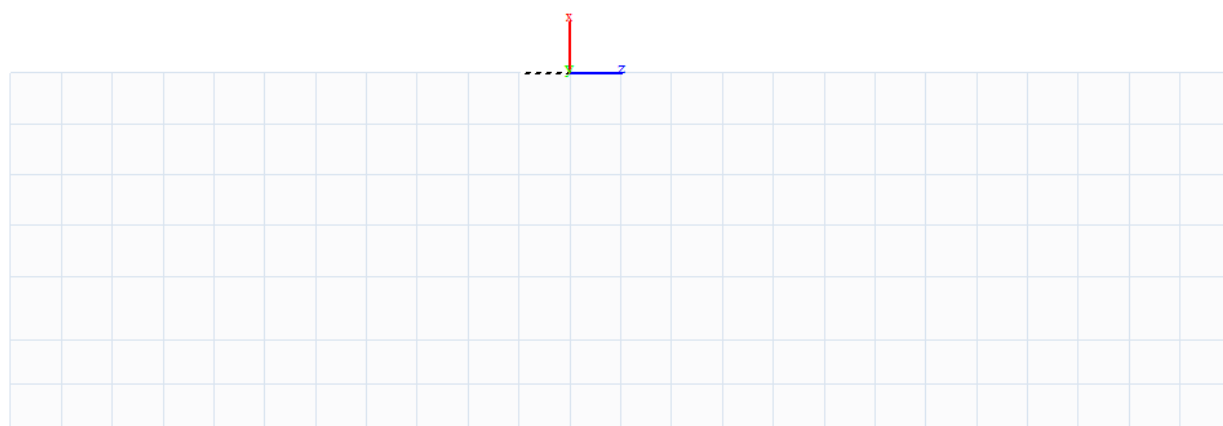
Spo2



Spo3



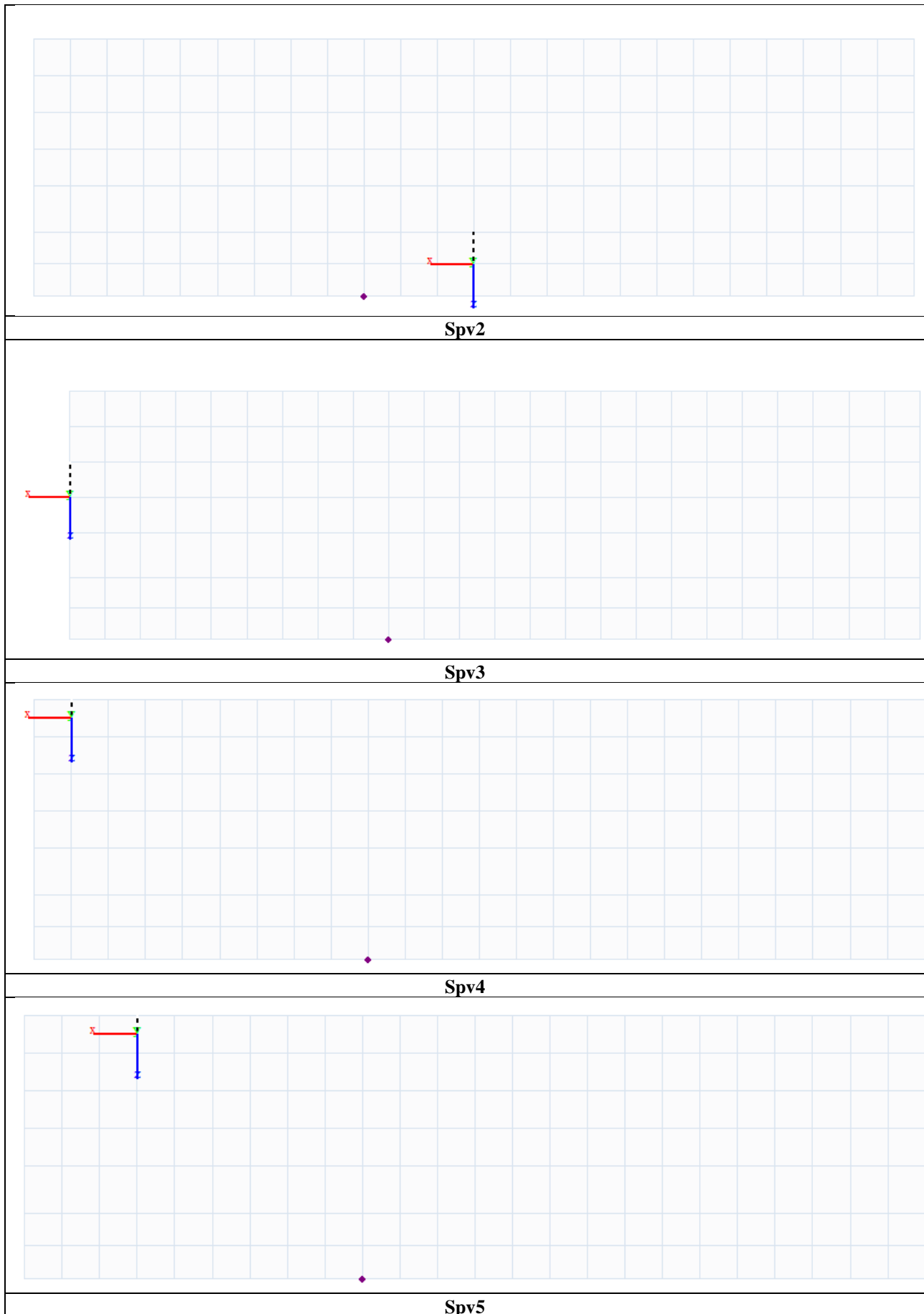
Spo4

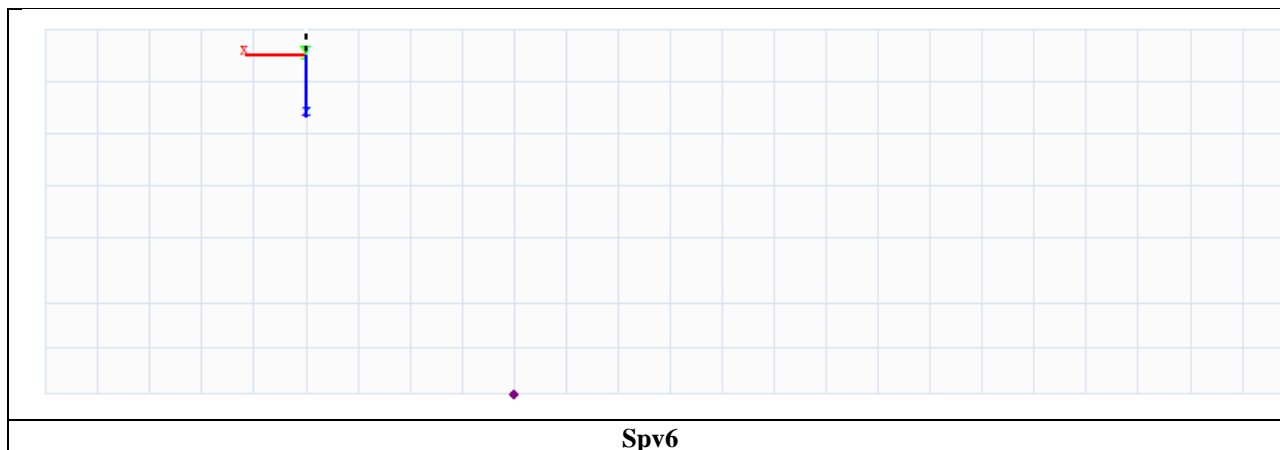


Spo5



Spv1





Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute dall'analisi per le combinazioni SLU e SLV:

Fx: Axial force

Fy: Shear force in the element's local y-direction

Fz: Shear force in the element's local z-direction

Mx: Torsional moment about the element's local x-axis

My: Bending moment about the element's local y-axis

Mz: Bending moment about the element's local z-axis

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Spo1	07-SLU-GEO (T1)	-1157.90	-381.35	16.85	-5.48	31.81	764.99
Spo5	17 SLV-STR	-44.56	-100.73	-11.50	4.58	-16.46	10.23
Spo1	07-SLU-GEO (T1)	-1157.90	-381.35	16.85	-5.48	31.81	764.99
Spo4	15 SLV-STR	-359.04	-5.29	-47.56	-6.64	7.40	43.36
Spo4	06-SLU-GEO (T1)	-742.31	-93.43	-168.01	-19.49	6.28	182.08
Spo2	06-SLU-GEO (T2)	-760.66	-138.10	183.45	-1.26	-15.85	176.04
Spo4	07-SLU-GEO (T1)	-621.08	-165.53	-123.50	-73.25	7.54	280.60
Spo2	14 SLV-STR	-441.51	-69.26	-14.60	69.16	-21.59	153.60
Spo5	06-SLU-GEO (T3)	-138.04	-123.53	1.79	-21.04	-31.28	49.61
Spo1	07-SLU-GEO (T1)	-1157.90	-381.35	16.85	-5.48	31.81	764.99
Spo5	07-SLU-GEO (T2)	-152.08	-177.98	43.34	-12.43	-13.39	-31.88
Spo1	07-SLU-GEO (T1)	-1157.90	-381.35	16.85	-5.48	31.81	764.99
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Spv5	06-SLU-GEO (T2)	-499.85	15.28	1118.35	292.33	277.80	202.20
Spv6	07-SLU-GEO (T1)	357.38	21.35	-2.78	-6.33	-14.20	-50.20
Spv4	07-SLU-GEO (T3)	159.35	-213.88	-35.03	-53.73	-28.63	71.25
Spv5	07-SLU-GEO (T1)	-232.43	110.60	912.30	226.60	224.13	83.23
Spv1	06-SLU-GEO (T3)	-98.23	-26.03	-215.77	43.51	-46.37	60.29

Spv5	06-SLU-GEO (T1)	-482.53	33.58	1142.08	298.55	283.00	229.20
Spv4	14 SLV-STR	169.80	-204.58	-12.03	-60.25	-17.43	21.35
Spv5	06-SLU-GEO (T1)	-482.53	33.58	1142.08	298.55	283.00	229.20
Spv4	07-SLU-GEO (T1)	269.68	-134.20	-83.98	-31.58	-47.20	17.88
Spv5	06-SLU-GEO (T1)	-482.53	33.58	1142.08	298.55	283.00	229.20
Spv6	07-SLU-GEO (T1)	357.38	21.35	-2.78	-6.33	-14.20	-50.20
Spv5	06-SLU-GEO (T1)	-482.53	33.58	1142.08	298.55	283.00	229.20

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute per le combinazioni SLE:

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Spo4	34 SLE RARA (T1)	-457.34	-115.08	-111.79	-49.43	1.13	194.26
Spo2	34 SLE RARA (T3)	-453.31	-65.78	46.80	47.00	-16.96	127.08
Spo5	34 SLE RARA (T2)	-109.70	-123.31	46.19	-7.49	-6.59	-18.40
Spo1	34 SLE RARA (T1)	-812.81	-268.95	2.10	-3.71	19.13	535.89
Spo4	37 SLE FREQ (T1)	-447.19	-108.33	-108.75	-51.71	1.49	185.14
Spo2	37 SLE FREQ (T2)	-488.94	-68.71	57.29	44.28	-14.95	147.41
Spo5	37 SLE FREQ (T2)	-84.36	-118.28	42.15	-11.21	-7.96	-19.66
Spo1	37 SLE FREQ (T1)	-763.08	-249.60	3.06	-2.88	16.74	508.31
Spo4	38 SLE QPERM (T1)	-354.24	-43.38	-76.88	-9.28	1.46	64.46
Spo2	38 SLE QPERM (T1)	-319.66	-49.30	56.96	6.31	-13.88	66.58
Spo5	38 SLE QPERM (T1)	-49.94	-51.44	25.33	0.34	-8.05	36.84
Spo1	38 SLE QPERM (T1)	-440.00	-149.08	-9.43	-5.59	-4.08	255.73
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Spv1	33 SLE RARA (T3)	-76.83	-23.80	-156.03	32.71	-33.63	44.29
Spv5	32 SLE RARA (T1)	-337.83	23.00	812.98	210.13	201.45	161.85
Spv6	34 SLE RARA (T1)	272.03	14.45	5.15	-6.10	-8.70	-36.08
Spv5	33 SLE RARA (T1)	-340.68	23.23	811.13	210.95	201.05	162.15
Spv4	37 SLE FREQ (T1)	166.85	-101.95	-48.53	-28.55	-30.15	12.85
Spv5	35 SLE FREQ (T1)	-277.15	18.05	678.25	163.68	167.95	123.38
Spv6	37 SLE FREQ (T1)	255.00	21.15	7.30	-4.53	-8.15	-45.50
Spv5	35 SLE FREQ (T1)	-277.15	18.05	678.25	163.68	167.95	123.38
Spv1	38 SLE QPERM (T1)	-71.89	-11.00	-94.86	22.97	-20.63	23.17
Spv5	38 SLE QPERM (T1)	-194.73	11.25	512.90	114.45	127.00	86.85
Spv6	38 SLE QPERM (T1)	166.83	7.60	11.88	-3.35	-4.05	-13.75
Spv5	38 SLE QPERM (T1)	-194.73	11.25	512.90	114.45	127.00	86.85

8.4.2.3 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si riportano le verifiche allo stato limite ultimo effettuate sulle SECTION CUT della platea più sollecitate.

8.4.2.3.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

SEZIONE: VERTICALE
ELEMENTO: SPALLA

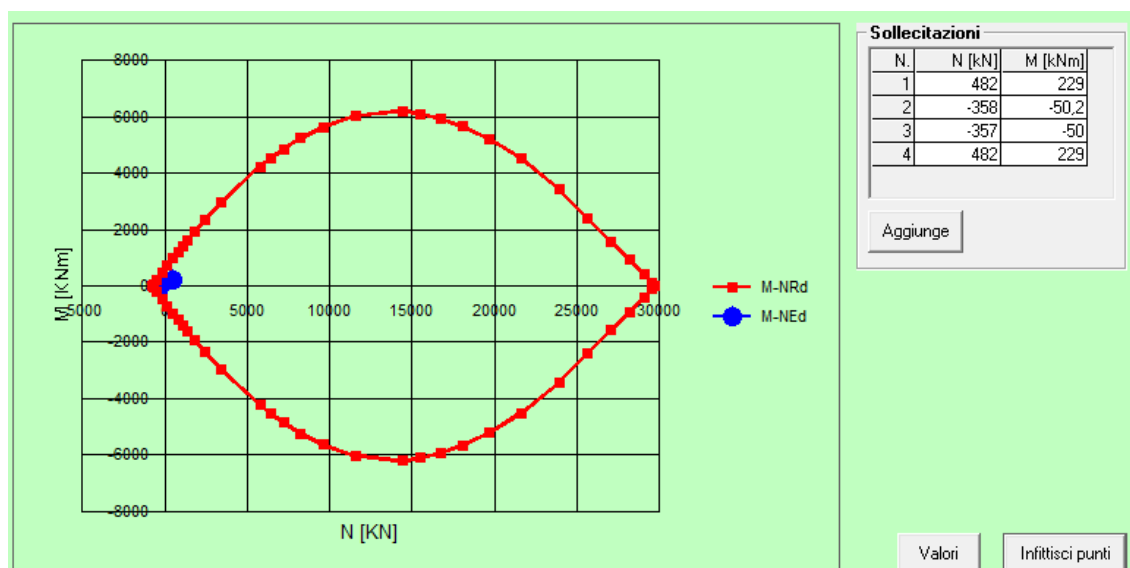
Armature orizzontale

Armatura tesa ϕ 14 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 14 passo 150 mm

Geometria

B = 1000 mm
H = 1600 mm
ricoprimento = 58 mm
diametro = 18 mm
barre
d = 1551 mm
 ρ 0.07%

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa (in condizione di flessione deviata).

Verifica C.A. S.L.U. - File: parete_armatura orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	100	0
3	100	160
4	0	160

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
10	1,54	35	153,5
11	0,77	50	153,5
12	1,54	65	153,5
13	1,54	80	153,5
14	1,54	95	153,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 0 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☐ Metodo n

Tipo flessione
☐ Retta ☒ Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

☐ Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} N/mm²
 τ_{c1} N/mm²

M_{xRd} kN m
M_{yRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

8.4.2.3.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

SEZIONE: ORIZZONTALE
ELEMENTO: SPALLA

Armature orizzontale

Armatura tesa ϕ 18 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 18 passo 150 mm

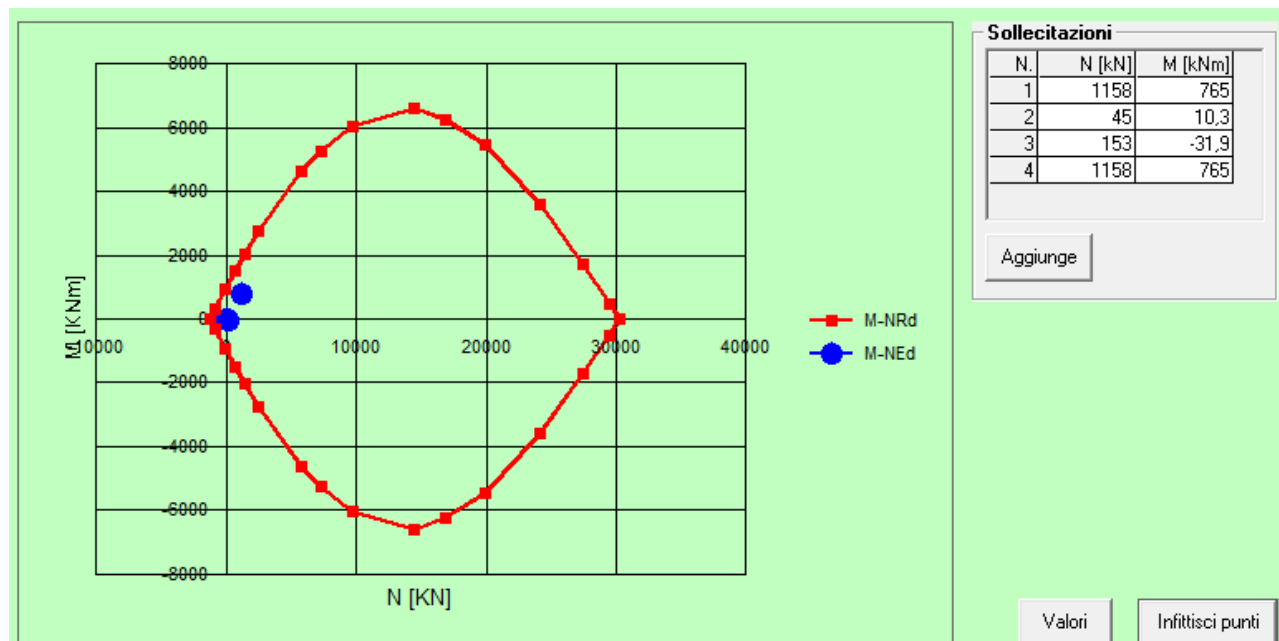
Geometria

B = 1000 mm
H = 1600 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro = 18 mm
barre = 18 mm
d = 1551 mm

Verifica limitazioni armatura

p tesa 0.11%
p_{min} tesa 0.10% ok
p_{max} tesa 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa.

Verifica C.A. S.L.U. - File: parete_armatura verticale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	160

N°	As [cm²]	d [cm]
1	16,79	6
2	16,79	154

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{Ed} kNm
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391,3 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200 000 N/mm²	f _{cd}	18,13 N/mm²
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,8
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	12,25 N/mm²
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,7333
		τ _{c1}	2,114

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

8.4.2.4 VERIFICA A TAGLIO

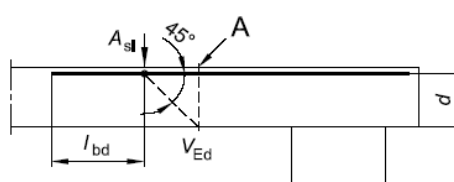
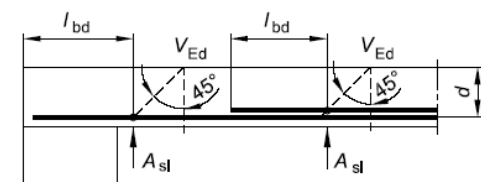
La seguente scheda riporta la verifica della platea considerando il solo cls resistente.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1142	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		SI	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.36	[-]
		1.36	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0006719	[-]
		0.0006719	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	323.56	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	482.53	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	482.53	[kN]

Considerando il contributo dell'armatura orizzontale posta a quota +1.17 m rispetto all'estradosso della suola di fondazione risulta:

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	18	[mm]
Numero di braccia	n_b	6.7	[-]
Passo delle staffe	s	730	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	1705	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	1381.5	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
		1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	1262.56	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	8.85	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	6115.44	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	9909.83	[mm ²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	1262.56	[kN]

8.4.2.5 VERIFICA FESSURAZIONE

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di fessurazione. Le combinazioni in esame sono quelle di tipo frequente e quasi permanente. In condizioni ambientali aggressive e per armatura poco sensibile, per la combinazione frequente si verifica che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$w_d < w_2 = 0.3mm$$

Si ripete la verifica per la combinazione quasi permanente:

$$w_d < w_1 = 0.2\text{mm}$$

8.4.2.5.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	65	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1535	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1031	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	60	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S _{ref,max}	335	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	86.85	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	193.70	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ _s	57.27	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.6	[-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	162.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	162500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ _{p,eff}	0.00635	[-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α _e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε _{sm} - ε _{cm}	-0.001093	[-]
		0.000156	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ _{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5	[-]
	k ₃	3.4	[-]
	k ₄	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	578.98	[mm]
		578.98	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0904	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente		M_{Ed,freq.}	123.4 [kNm]
Durata del carico			lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	193.70	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	81.37	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	162.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	162500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00635	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000533	[-]
		0.000222	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	578.98	[mm]
		578.98	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1285	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica		M_{Ed,charatt.}	162.5 [kNm]
Durata del carico			lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	193.70	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	107.15	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	162.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	162500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00635	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000415	[-]
		0.000292	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	578.98	[mm]
		578.98	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1692	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.2.5.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	49	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1551	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1679	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	49	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	s _{rif,max}	290	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	256	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	237.98	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	103.27	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000187	[-]
		0.000282	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	389.79	[mm]
		389.79	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1098	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	508.4	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	237.98	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	205.08	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000495	[-]
		0.000559	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	389.79	[mm]
		389.79	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.2180	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	536 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	237.98 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	216.22 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0.000546 [-] 0.000590 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	389.79 [mm] 389.79 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.2299 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3 [mm]

8.4.2.6 VERIFICA TENSIONALI

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica [4.1.15] } = 19.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente. [4.1.16] } = 14.4 \text{ MPa}$$

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} < 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

8.4.2.6.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	536.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1600 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	49 [mm]
Altezza utile della sezione	d	1551 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	237.98 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	48824631876 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.61 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	216.22 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	256.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[-]
Altezza utile della sezione	d'	1551	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	237.98	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	48824631876	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.25	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	103.27	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	508.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1600	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	1551	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	237.98	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	48824631876	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.48	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	205.08	[MPa]

8.4.2.6.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	536.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	68	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1532	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	281.39	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	68864353080	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.19	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	146.01	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	256.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	68	[-]
Altezza utile della sezione	d'	1532	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	281.39	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	68864353080	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.05	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	69.74	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	508.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	1600	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	68	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	1532	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	281.39	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	68864353080	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.08	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	138.49	[MPa]

8.4.3 PARETI D'ALA

8.4.3.1 UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO

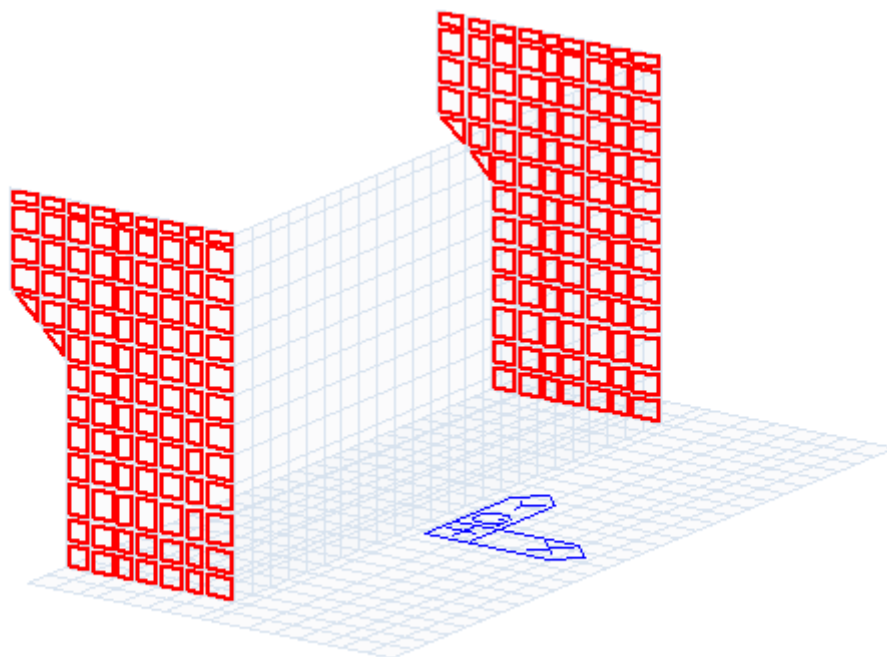
Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza : m

forza : KN

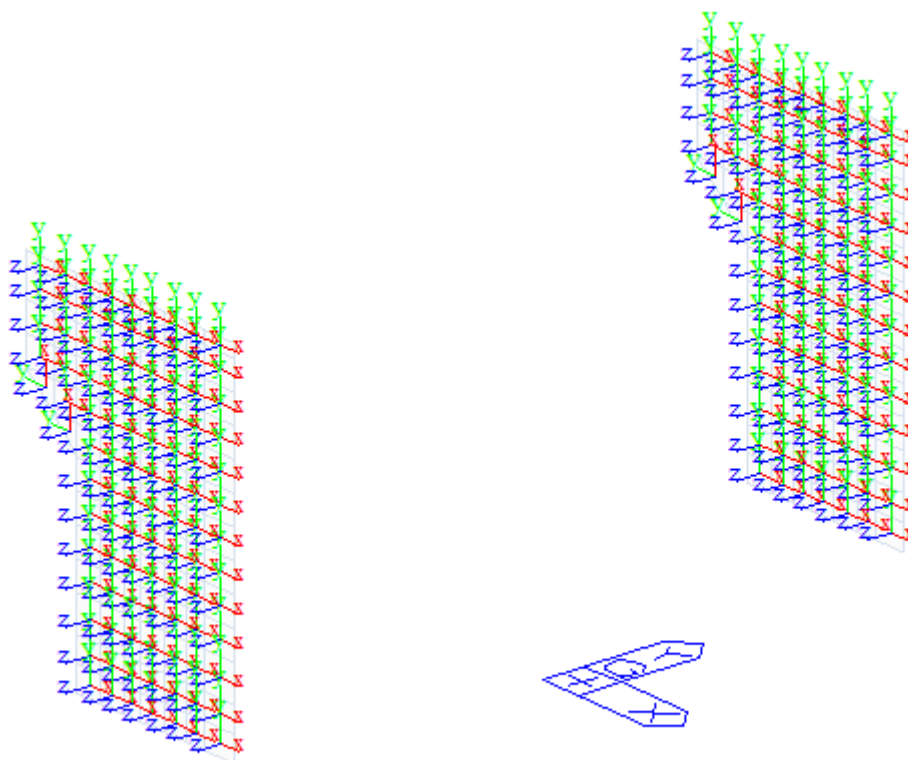
momenti : KNm

pressioni : MPa

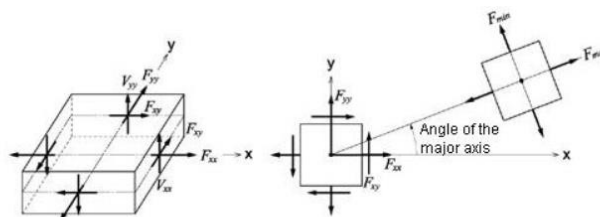


Pareti d'ala

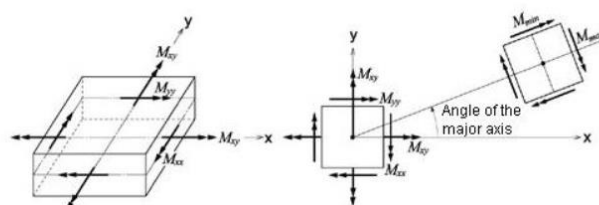
La seguente immagine identifica gli assi locali degli elementi “plate” utilizzati nel modello FEM.



Sistema di riferimento locale elementi “plate”



(a) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations

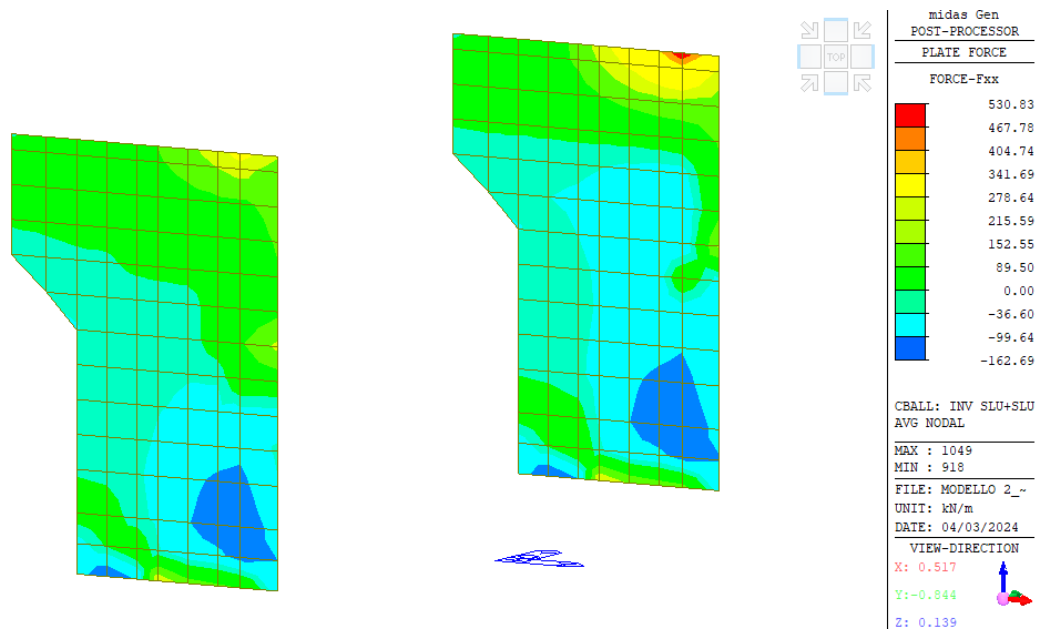


(b) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

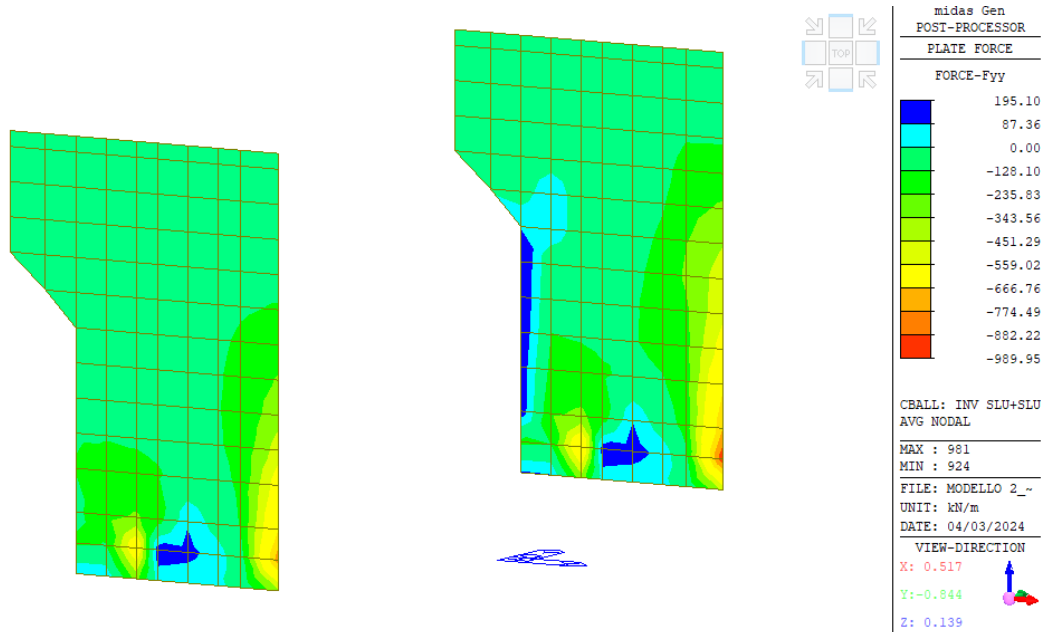
Output of plate elements forces per unit length

8.4.3.2 SOLLECITAZIONI

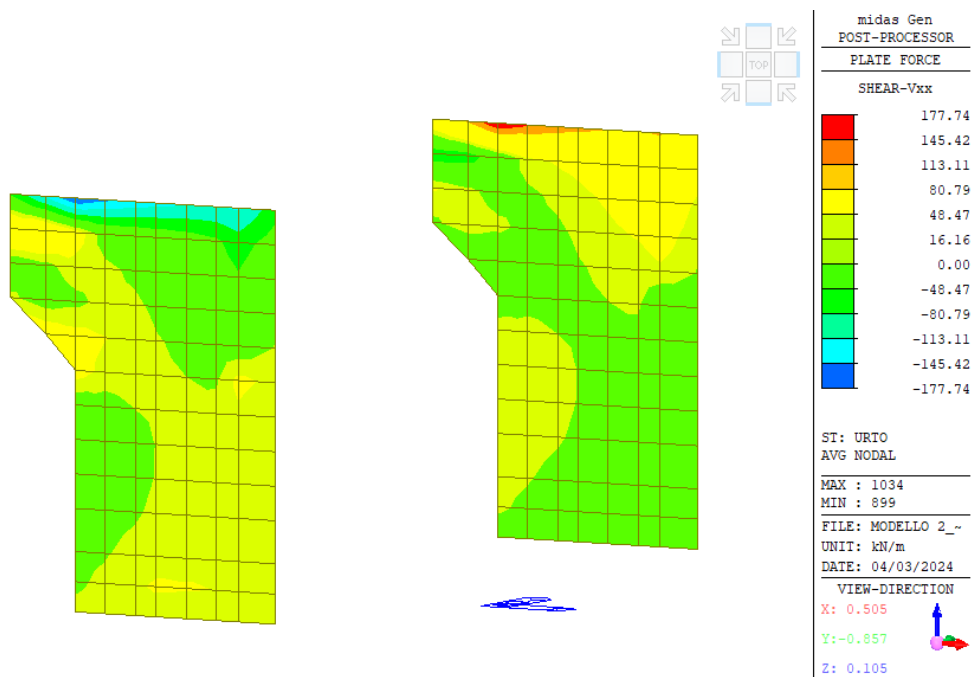
Le seguenti immagini riportano l'involuppo delle sollecitazioni agli SLU e SLV agenti sulla platea.



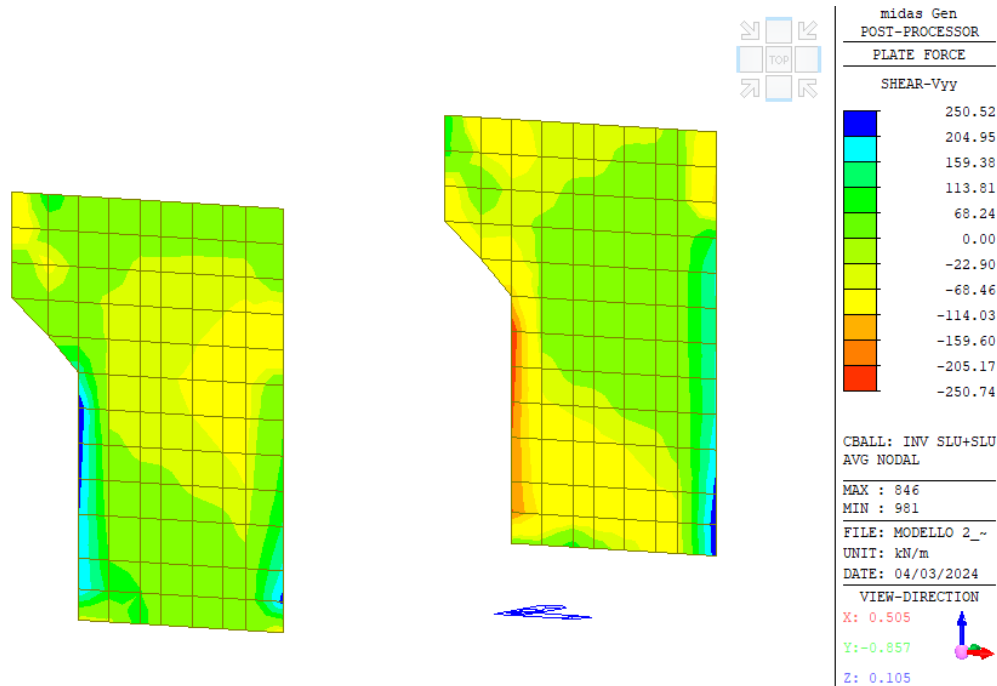
Involuppo SLU-azione assiale Fxx [kN/m]



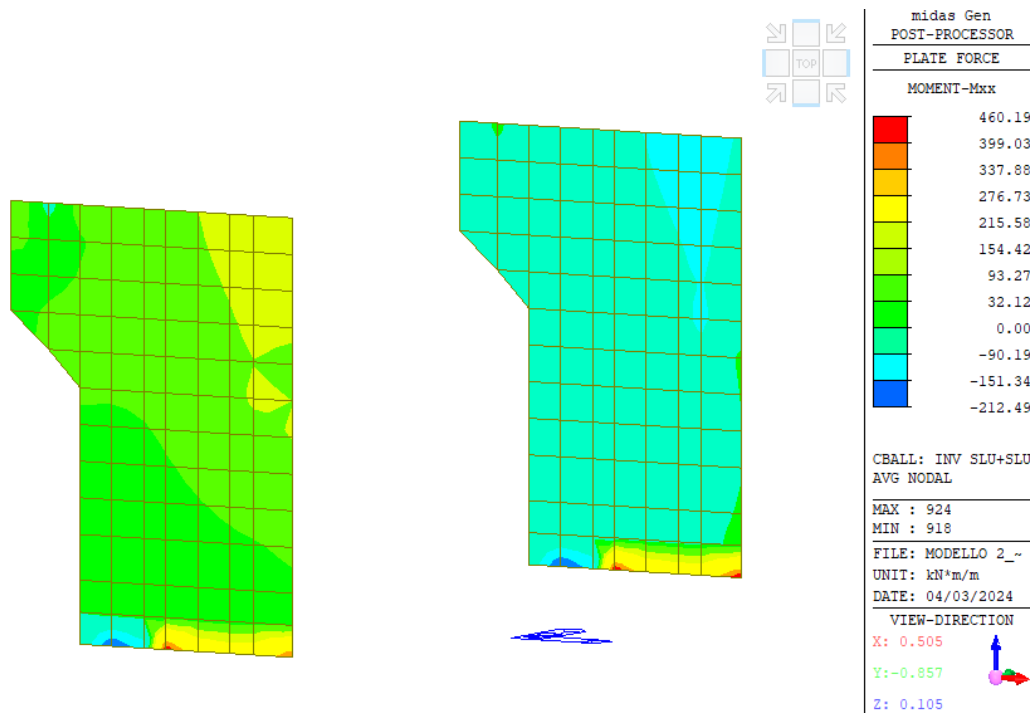
Inviluppo SLU-azione assiale Fyy [kN/m]



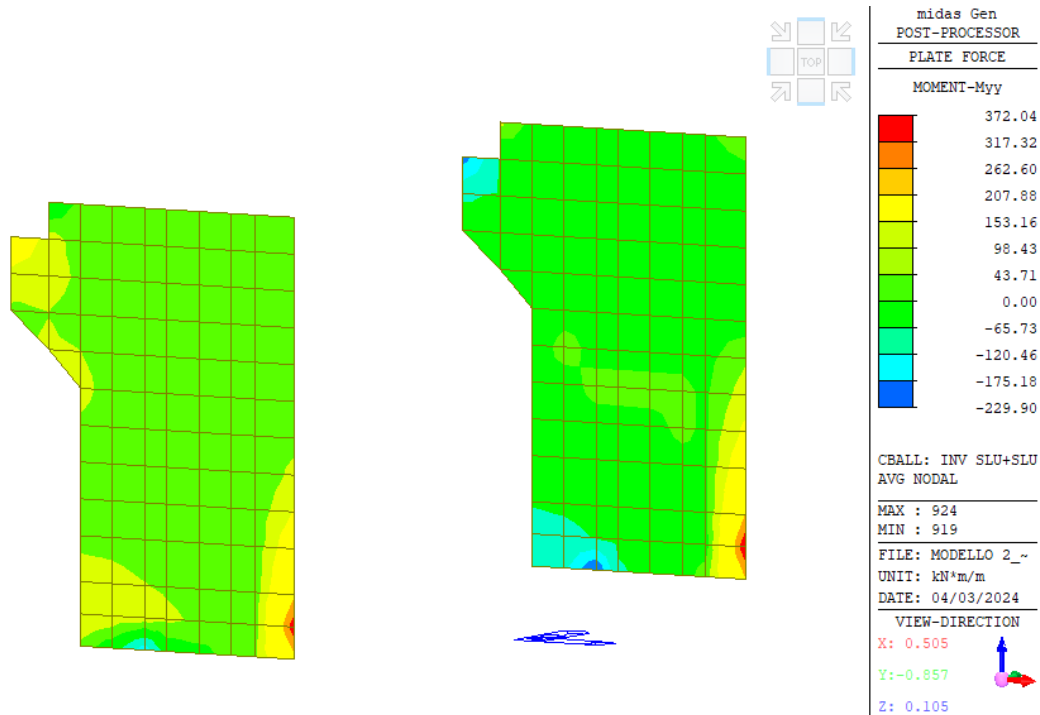
Inviluppo SLU-taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLU-taglio Vyy [kN/m]

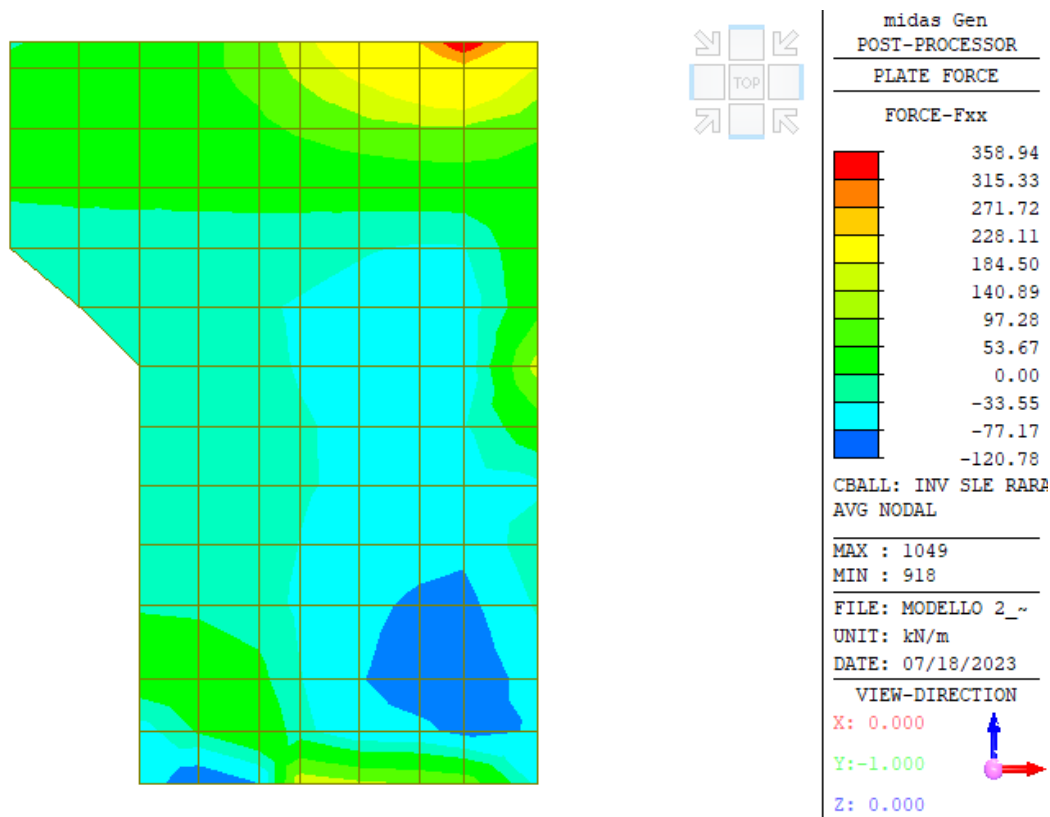


Inviluppo SLU Momento flettente Mxx [kNm/m]

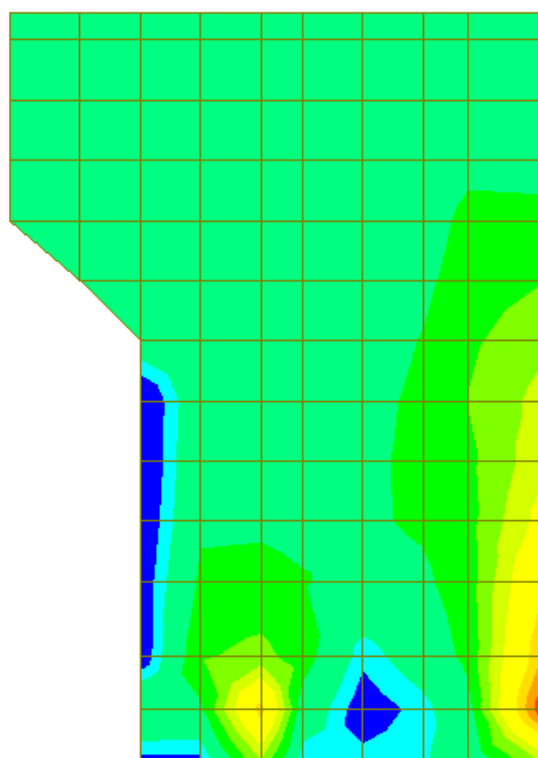


Inviluppo SLU Momento flettente Myy [kNm/m]

Le seguenti immagini riportano l'inviluppo delle sollecitazioni agli SLE rara agenti sulla platea.

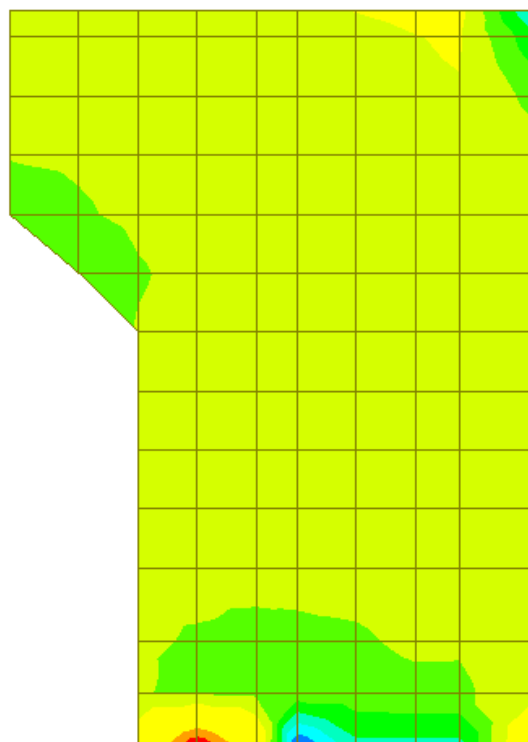


Inviluppo SLE_rara-azione assiale Fxx [kN/m]



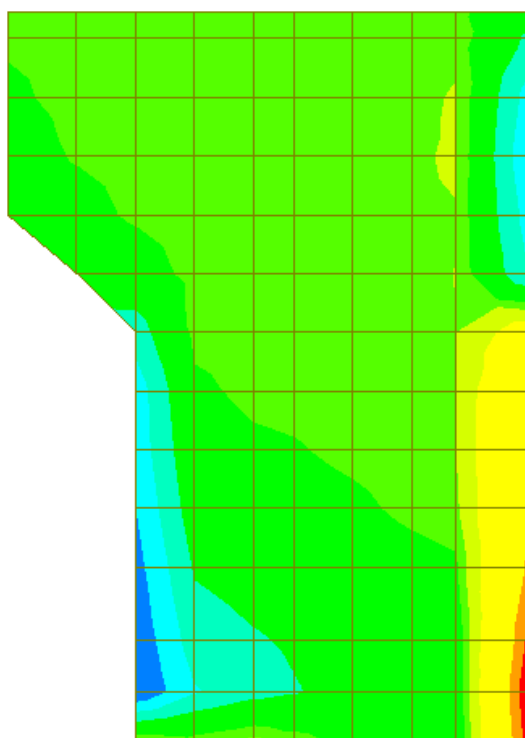
midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
FORCE-Fyy	
	117.95
	44.00
	0.00
	-103.90
	-177.85
	-251.80
	-325.75
	-399.70
	-473.65
	-547.60
	-621.55
	-695.50
CBALL: INV SLE RAR	
AVG NODAL	
MAX : 972	
MIN : 924	
FILE: MODELLO 2_~	
UNIT: kN/m	
DATE: 07/18/2023	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y:-1.000	
Z: 0.000	

Inviluppo SLE_rara -azione assiale Fxx [kN/m]



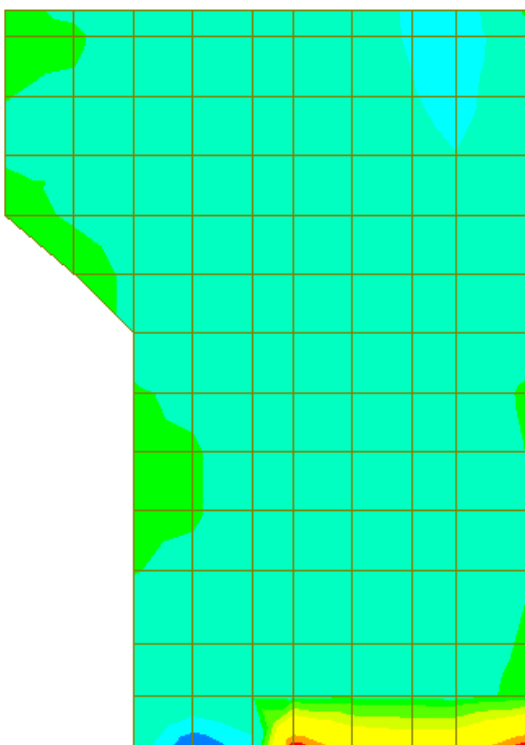
midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
SHEAR-Vxx	
	308.88
	257.75
	206.62
	155.49
	104.36
	53.24
	0.00
	-49.02
	-100.15
	-151.28
	-202.41
	-253.54
CBALL: INV SLE RARA	
AVG NODAL	
MAX : 918	
MIN : 920	
FILE: MODELLO 2_~	
UNIT: kN/m	
DATE: 07/18/2023	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y:-1.000	
Z: 0.000	

Inviluppo SLE_rara -taglio Vxx [kN/m]



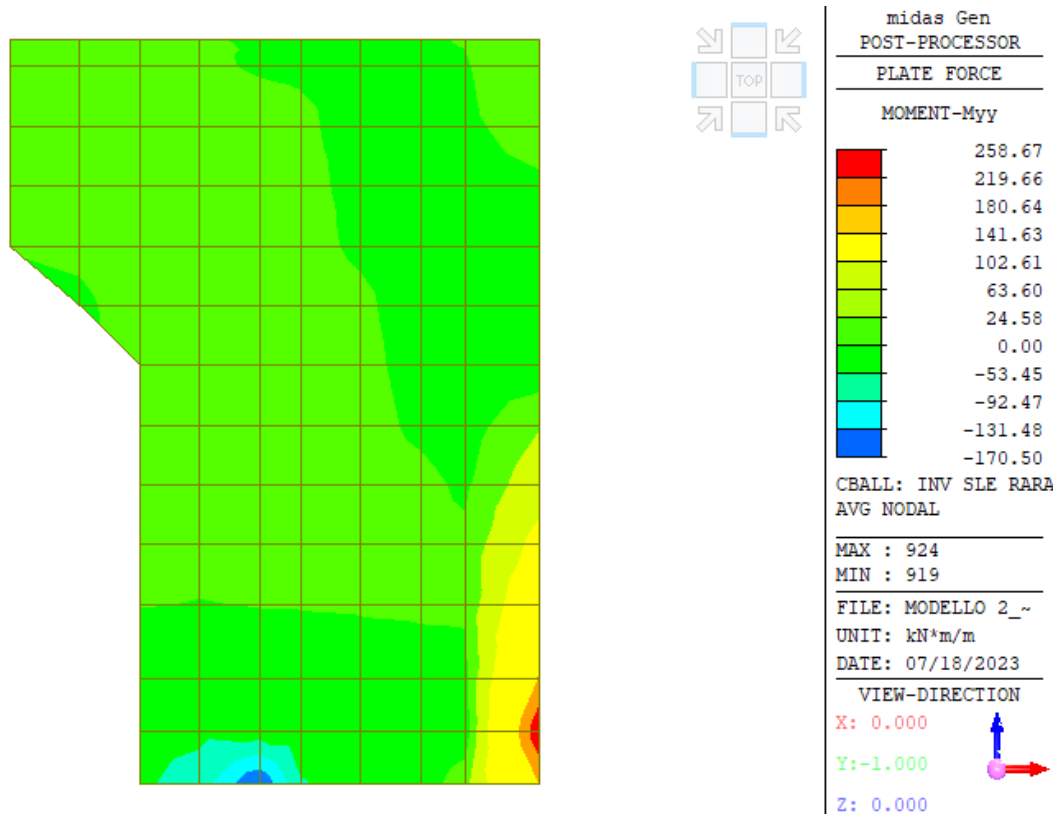
midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
SHEAR-Vyy	
	181.33
	153.94
	126.54
	99.14
	71.74
	44.35
	16.95
	0.00
	-37.85
	-65.25
	-92.64
	-120.04
CBALL: INV SLE RARA	
AVG NODAL	
MAX : 924	
MIN : 918	
FILE: MODELLO 2_~	
UNIT: kN/m	
DATE: 07/18/2023	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y:-1.000	
Z: 0.000	

Inviluppo SLE_rara -taglio Vyy [kN/m]



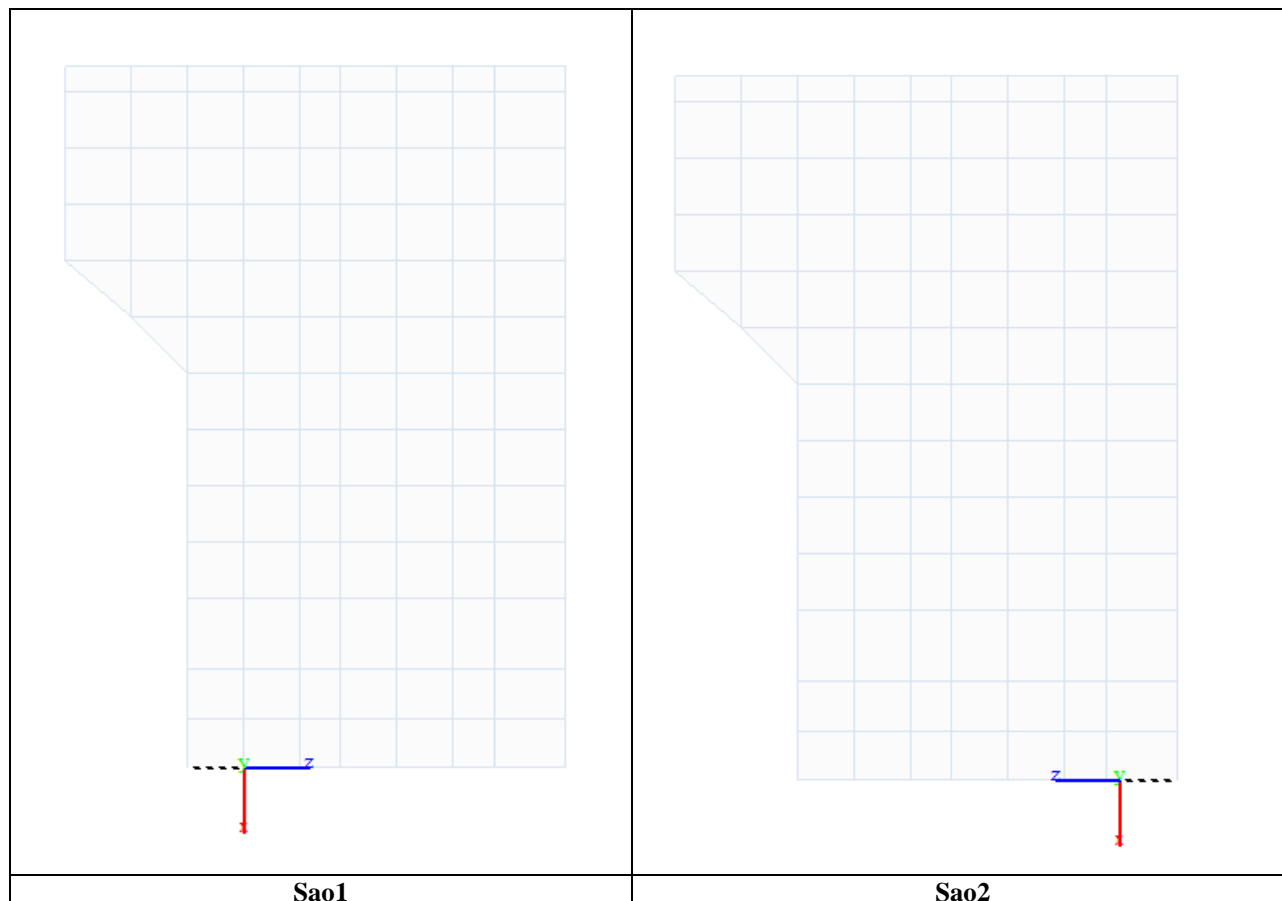
midas Gen	
POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
MOMENT-Mxx	
	325.49
	282.65
	239.81
	196.98
	154.14
	111.30
	68.46
	25.62
	0.00
	-60.05
	-102.89
	-145.73
CBALL: INV SLE RARA	
AVG NODAL	
MAX : 920	
MIN : 918	
FILE: MODELLO 2_~	
UNIT: kN*m/m	
DATE: 07/18/2023	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y:-1.000	
Z: 0.000	

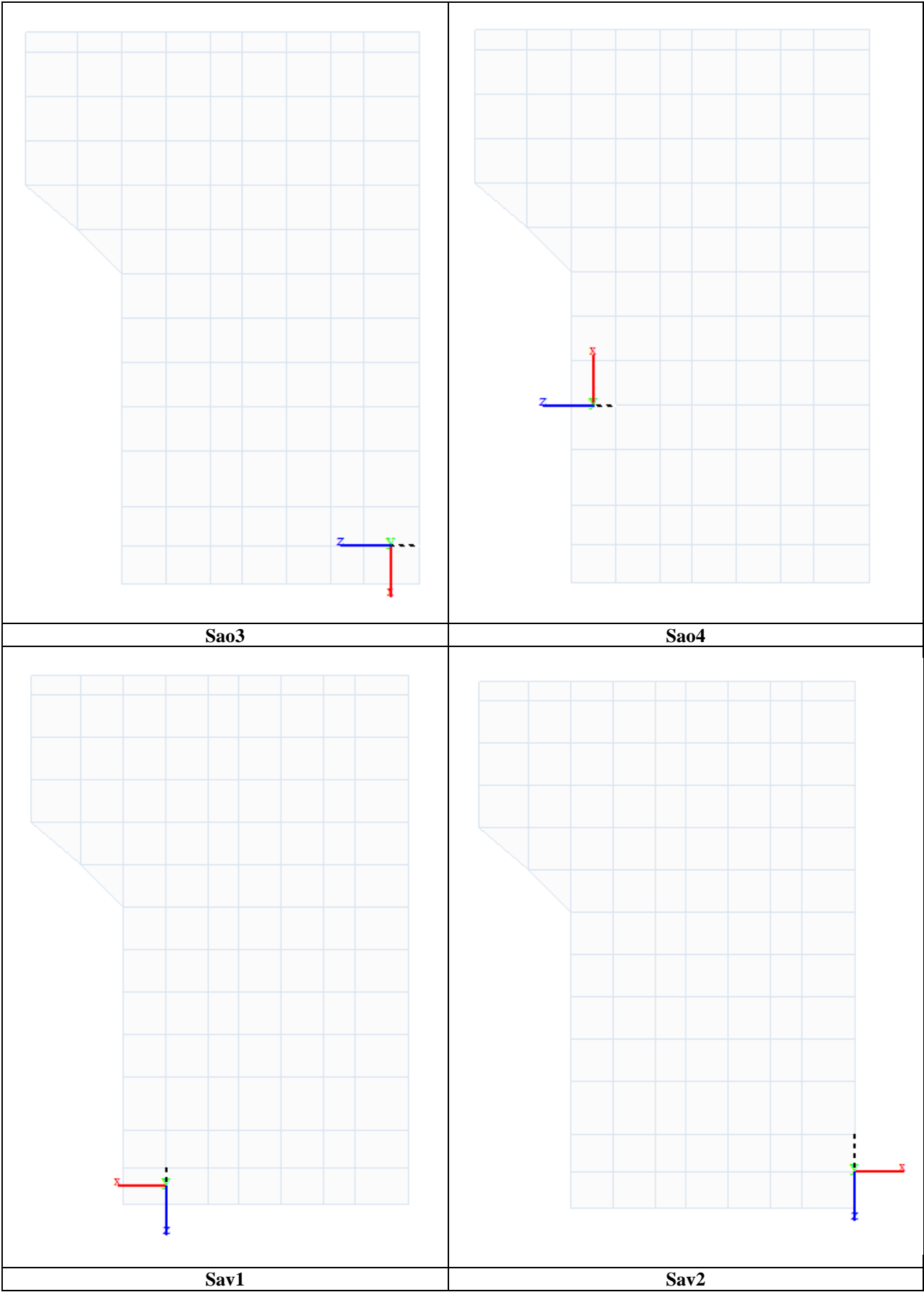
Inviluppo SLE_rara -Momento flettente Mxx [kNm/m]

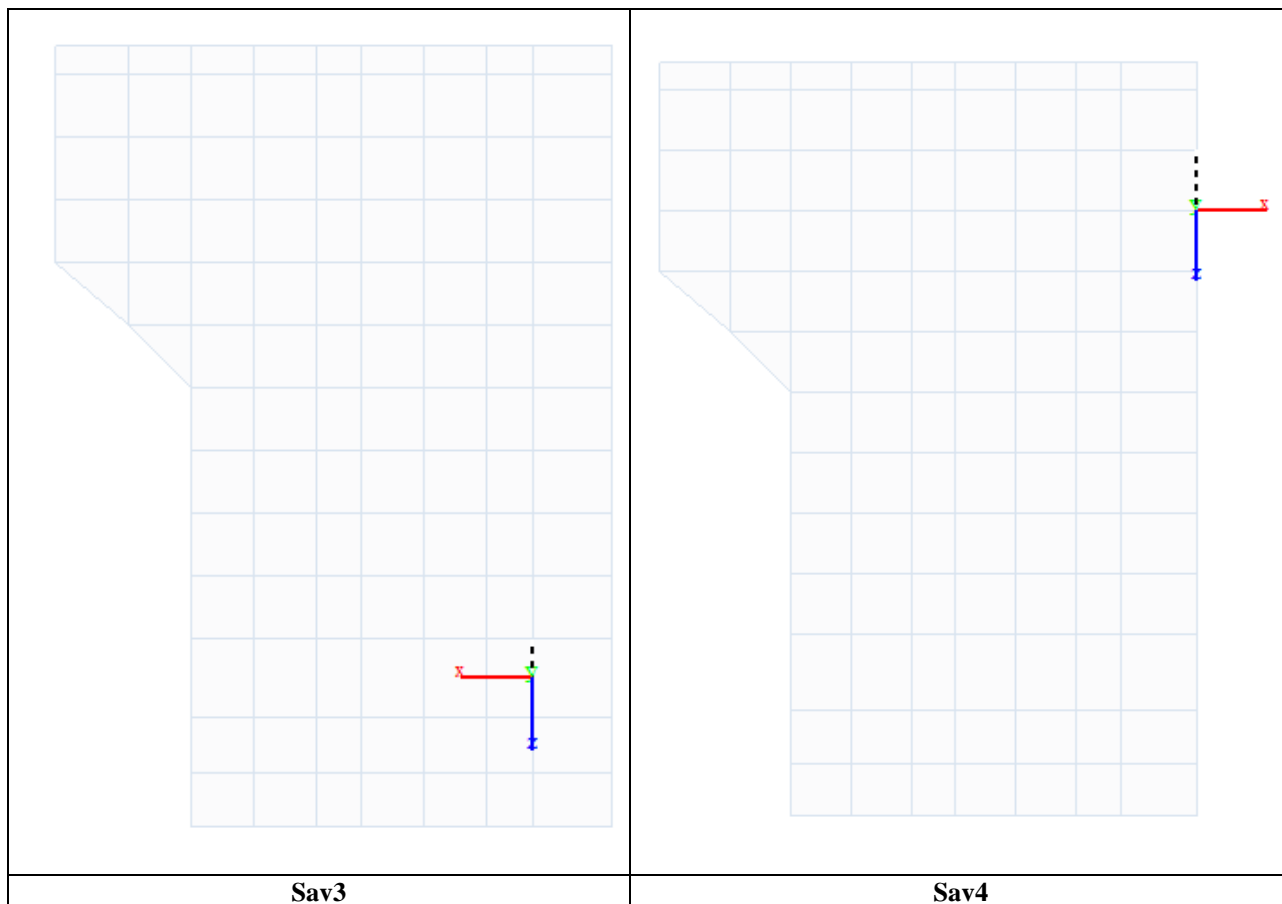


Inviluppo SLE_rara-Momento flettente Myy [kNm/m]

Per l'individuazione delle sollecitazioni di progetto sono state definite le seguenti “section cut”







Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute dall'analisi per le combinazioni SLU e SLV:

Fx: Axial force

Fy: Shear force in the element's local y-direction

Fz: Shear force in the element's local z-direction

Mx: Torsional moment about the element's local x-axis

My: Bending moment about the element's local y-axis

Mz: Bending moment about the element's local z-axis

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sao3	07-SLU-GEO (T1)	-334.48	14.38	120.00	-5.80	35.98	-13.80
Sa04	07-SLU-GEO (T1)	144.25	37.90	1.95	-10.93	3.23	3.63
Sao1	10 STRU-ecc urto	-158.89	-124.41	-37.09	-21.58	-36.55	117.93
Sao4	10 STRU-ecc urto	-66.78	121.00	0.80	-39.23	0.35	1.98
Sao1	03-SLU-STR (T2)	-236.33	-18.89	-56.53	-1.63	-63.21	17.75
Sao3	14 SLV-STR	-188.14	7.58	139.00	-1.80	34.72	-7.24
Sa04	10 STRU-ecc urto	-62.45	117.60	1.80	-44.45	0.60	-44.88
Sao2	03-SLU-STR (T2)	-133.95	22.31	-19.63	0.74	26.45	-12.85

Sao1	03-SLU-STR (T2)	-236.33	-18.89	-56.53	-1.63	-63.21	17.75
Sao2	07-SLU-GEO (T1)	-228.39	26.16	82.41	-1.85	63.98	-27.16
Sao4	10 STRU-ecc urto	-62.45	117.60	1.80	-44.45	0.60	-44.88
Sao1	10 STRU-ecc urto	-158.89	-124.41	-37.09	-21.58	-36.55	117.93
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sav3	07-SLU-GEO (T2)	-135.38	11.58	103.56	6.66	26.52	16.96
Sav4	10 STRU-ecc urto	51.33	107.19	-5.40	32.99	-0.73	-169.26
Sav4	10 STRU-ecc urto	51.33	107.19	-5.40	32.99	-0.73	-169.26
Sav1	10 STRU-ecc urto	-58.57	-41.69	97.11	14.11	14.89	22.34
Sav2	14 SLV-STR	-90.80	18.27	-129.67	-0.09	-27.47	-20.74
Sav3	14 SLV-STR	-91.34	14.88	137.90	2.10	34.52	12.58
Sav4	07-SLU-GEO (T1)	17.39	66.13	-26.61	-30.13	-16.60	-114.99
Sav4	10 STRU-ecc urto	51.33	107.19	-5.40	32.99	-0.73	-169.26
Sav2	14 SLV-STR	-90.80	18.27	-129.67	-0.09	-27.47	-20.74
Sav3	14 SLV-STR	-91.34	14.88	137.90	2.10	34.52	12.58
Sav4	10 STRU-ecc urto	51.33	107.19	-5.40	32.99	-0.73	-169.26
Sav3	10 STRU-ecc urto	-57.06	-4.72	55.06	13.72	14.52	26.00

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute per le combinazioni SLE:

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sao3	34 SLE RARA (T1)	-247.68	11.06	92.78	-4.42	27.40	-10.64
Sao4	34 SLE RARA (T1)	77.38	37.88	3.88	-8.00	2.40	-11.43
Sao1	33 SLE RARA (T3)	-221.65	-79.51	-38.84	-9.78	-45.25	65.99
Sao4	33 SLE RARA (T3)	-89.75	62.60	3.83	-14.98	1.08	-16.43
Sao1	35 SLE FREQ (T1)	-214.75	-63.70	-34.26	-7.63	-41.04	51.54
Sao2	37 SLE FREQ (T1)	-152.24	17.84	59.59	-1.55	44.86	-17.89
Sao2	37 SLE FREQ (T1)	-152.24	17.84	59.59	-1.55	44.86	-17.89
Sao1	35 SLE FREQ (T3)	-214.44	-64.49	-35.94	-7.96	-40.28	51.88
Sao1	38 SLE QPERM (T1)	-208.01	-54.23	-35.36	-6.74	-36.83	41.35
Sao2	38 SLE QPERM (T1)	-62.09	3.96	27.26	-3.19	22.29	-7.15
Sao4	38 SLE QPERM (T1)	-108.75	38.60	2.55	-9.05	0.35	-14.23
Sao1	38 SLE QPERM (T1)	-208.01	-54.23	-35.36	-6.74	-36.83	41.35
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sav3	34 SLE RARA (T2)	-99.10	9.12	78.20	4.80	20.12	12.92
Sav4	34 SLE RARA (T3)	28.56	43.99	-11.40	-2.53	-2.51	-65.96
Sav1	32 SLE RARA (T3)	-70.14	-18.34	109.14	6.06	16.46	10.71
Sav4	33 SLE RARA (T2)	18.16	50.61	-2.15	-2.31	-1.68	-70.20
Sav2	37 SLE FREQ (T1)	-72.01	2.89	-86.90	1.61	-15.89	-11.70
Sav3	37 SLE FREQ (T1)	-93.64	5.16	78.10	4.46	20.30	7.98
Sav4	37 SLE FREQ (T1)	20.26	39.15	-19.31	-17.79	-9.88	-70.30
Sav3	37 SLE FREQ (T3)	-90.92	12.04	63.96	4.36	16.52	12.70
Sav2	38 SLE QPERM (T1)	-37.26	-1.03	-45.46	3.57	-6.81	-7.67

Sav1	38 SLE QPERM (T1)	-58.63	-13.40	95.31	4.74	14.77	6.94
Sav4	38 SLE QPERM (T1)	13.95	26.53	-2.95	1.00	0.21	-34.79
Sav3	38 SLE QPERM (T1)	-56.72	9.62	24.18	5.84	7.02	7.88

8.4.3.3 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si riportano le verifiche allo stato limite ultimo effettuate sulle SECTION CUT della platea più sollecitate.

8.4.3.3.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

SEZIONE: VERTICALE
ELEMENTO: SPALLA

Armature orizzontale

Armatura tesa ϕ 14 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 14 passo 150 mm

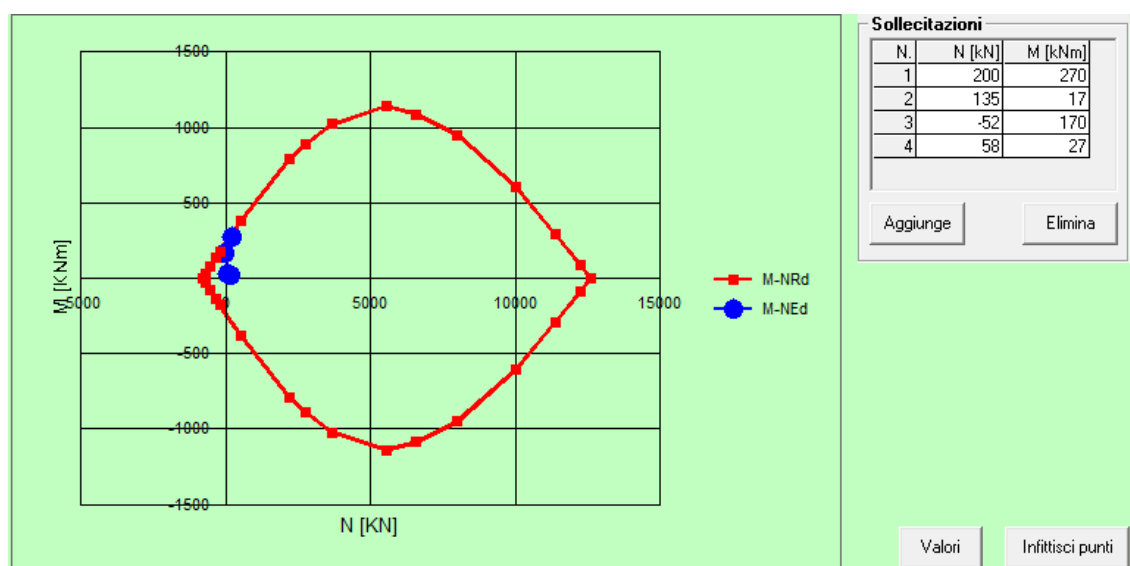
Geometria

B = 1000 mm
H = 650 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro = 14 mm
d = 593 mm

Verifica limitazioni armatura

p tesa 0.17%
pmin tesa 0.10% ok
pmax tesa 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa (in condizione di flessione deviata).

Verifica C.A. S.L.U. - File: paredet d'ala-sezione VERTICALE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,26	6,3
2	10,26	58,7

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 200 0 kN
M_{xEd} 270 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40

E_{su} 67,5 % E_{c2} 2 %
f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5
E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
E_{syd} 1,957 % σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 294,2 kN m
σ_c -18,13 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 36,3 ‰
d 58,7 cm
x 5,162 x/d 0,08794
δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.
DXF

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L_o 0 cm Col. modello
M-curvatura
Precompresso

8.4.3.3.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

SEZIONE: ORIZZONTALE
ELEMENTO: SPALLA

Armature verticale

Armatura tesa ϕ 16 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 16 passo 150 mm

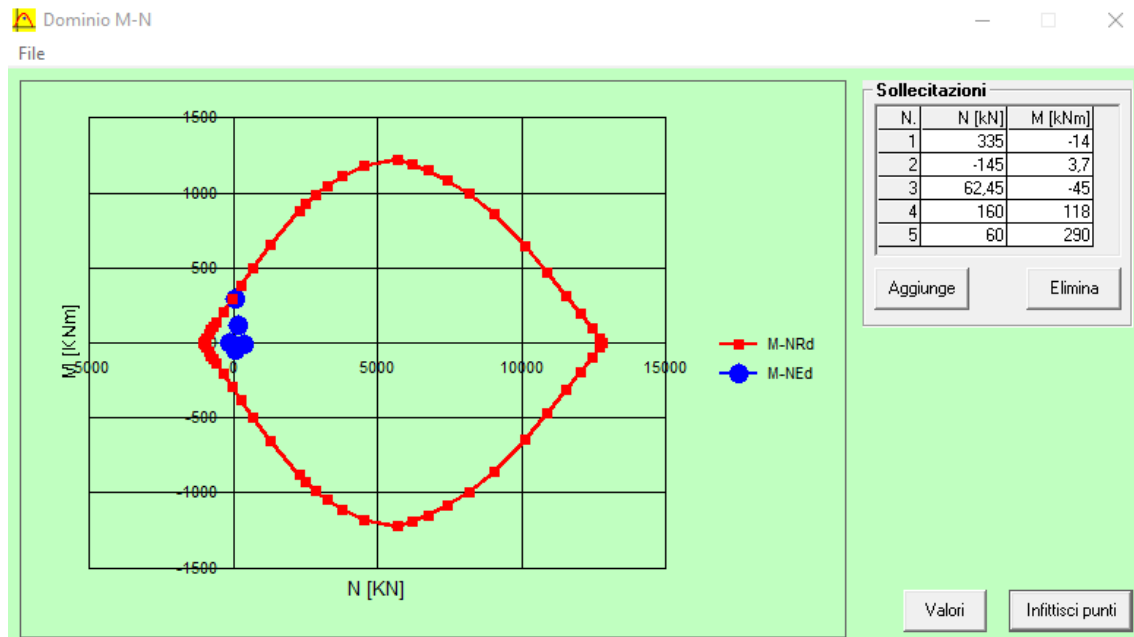
Geometria

B = 1000 mm
H = 650 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro = 16 mm
barre = 16 mm
d = 602 mm

Verifica limitazioni armatura

ρ tesa 0.22%
ρ_{min} 0.10% ok
ρ_{max} 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa.

Verifica C.A. S.L.U. - File: pared d'ala-sezione orizzontale

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	13,4	4,7
2	13,4	60,3

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N Ed 60 0 kN

M xEd 290 0 kNm

M yEd 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰

E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?

ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333

τ_{c1} 2,114

M xRd 326,7 kN m

σ_c -18,13 N/mm²

σ_s 391,3 N/mm²

ϵ_c 3,5 ‰

ϵ_s 44,46 ‰

d 60,3 cm

x 4,401 x/d 0,07298

δ 0,7

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T a T

Rettangoli Coord.

DXF

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso

8.4.3.4 VERIFICA A TAGLIO

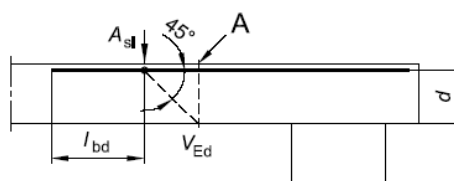
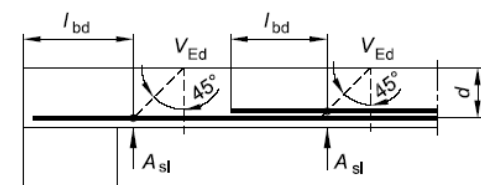
La seguente scheda riporta la verifica della platea considerando il solo cls resistente.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	140	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		SI	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.58	[-]
		1.58	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0022452	[-]
		0.0022452	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	219.14	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	235.33	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	235.33	[kN]

Non risulta necessaria armatura a taglio.

8.4.3.5 VERIFICA FESSURAZIONE

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di fessurazione. Le combinazioni in esame sono quelle di tipo frequente e quasi permanente. In condizioni ambientali aggressive e per armatura poco sensibile, per la combinazione frequente si verifica che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$w_d < w_2 = 0.3mm$$

Si ripete la verifica per la combinazione quasi permanente:

$$w_d < w_1 = 0.2mm$$

8.4.3.5.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	60	[mm]
Altezza utile della sezione	d	590	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1031	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	55	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	310	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente		$M_{Ed,q,p.}$	34.8 [kNm]
Durata del carico			breve [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	114.21	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	61.41	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	150	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	150000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00688	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000975	[-]
		0.000167	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	533.14	[mm]
		533.14	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0893	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente		$M_{Ed,freq.}$	70.3 [kNm]
Durata del carico			lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	114.21	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	124.06	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	150	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	150000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00688	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000272	[-]
		0.000338	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	533.14	[mm]
		533.14	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1804	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica		M_{Ed,caratt.}	70.2 [kNm]
Durata del carico			lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	114.21	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	123.88	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	150	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	150000	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00688	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000273	[-]
		0.000338	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	533.14	[mm]
		533.14	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1801	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.3.5.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	47	[mm]
Altezza utile della sezione	d	603	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1347	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1347	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	240	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente		M_{Ed,q.p.}	41.35 [kNm]
Durata del carico			breve [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	126.63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	54.81	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	117.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	117500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01146	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000525	[-]
		0.000149	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	16.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	373.25	[mm]
		373.25	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0558	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	52	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	126.63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	68.93	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	117.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	117500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01146	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000202	[-]
		0.000188	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	16.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	373.25	[mm]
		373.25	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0702	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,charatt.}	66	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	126.63	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	87.49	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	117.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	117500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01146	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000118	[-]
		0.000239	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	16.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	373.25	[mm]
		373.25	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0891	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.3.6 VERIFICA TENSIONALI

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica [4.1.15] } = 19.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente. [4.1.16] } = 14.4 \text{ MPa}$$

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} < 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

8.4.3.6.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	70.2	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	60	[mm]
Altezza utile della sezione	d	590	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	114.21	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	4044260549	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.98	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	123.88	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	34.8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	60	[-]
Altezza utile della sezione	d'	590	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	114.21	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	4044260549	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.98	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	61.41	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	70.3	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	60	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	590	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	114.21	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	4044260549	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.99	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	124.06	[MPa]

8.4.3.6.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	66.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	650	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	47	[mm]
Altezza utile della sezione	d	603	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1347	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1347	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	126.63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	5390453118	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.55	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	87.49	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	41.4	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	47	[-]
Altezza utile della sezione	d'	603	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1347	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1347	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	126.63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	5390453118	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.97	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	54.81	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	52.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	650	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	47	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	603	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1347	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1347	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	126.63	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	5390453118	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.22	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	68.93	[MPa]

8.4.4 PARETE PARAGLIAIA

8.4.4.1 UNITA' DI MISURA, CONVENZIONI DI SEGNO E SISTEMA DI RIFERIMENTO

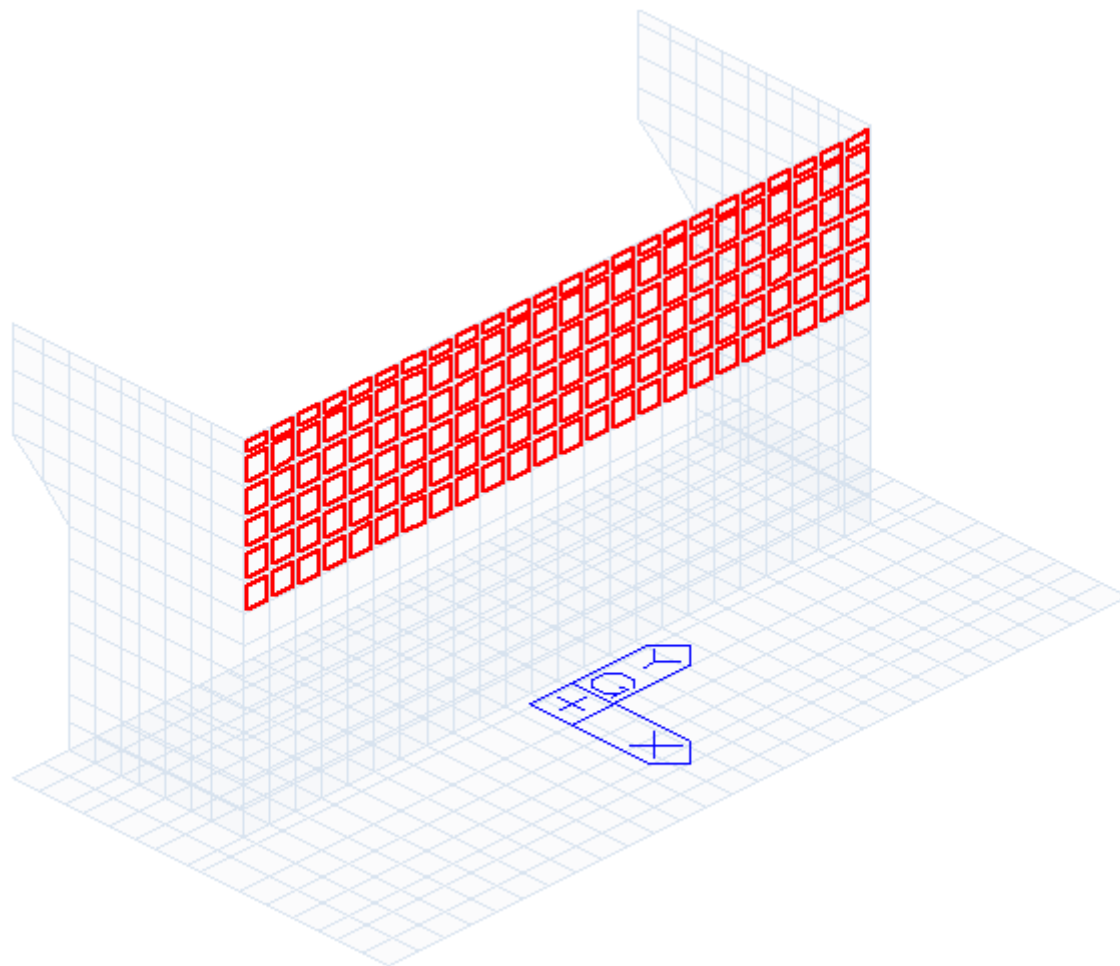
Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unità di misura:

lunghezza : m

forza : KN

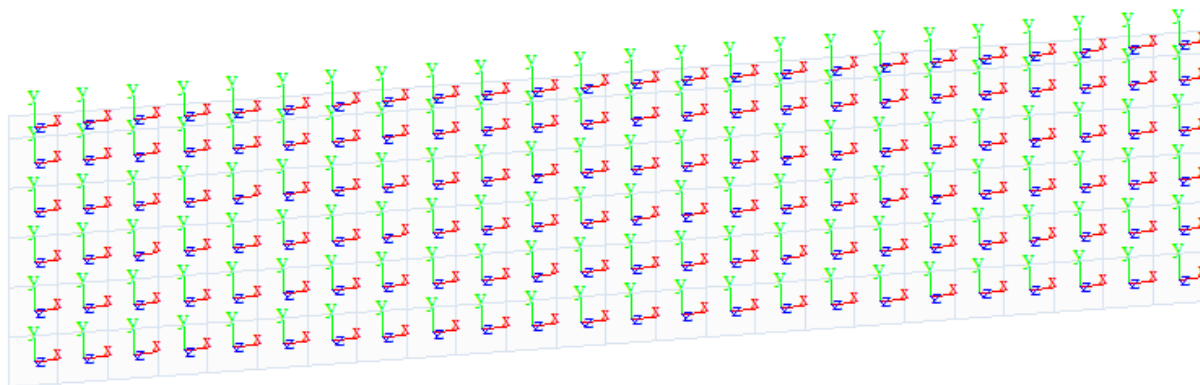
momenti : KNm

pressioni : MPa

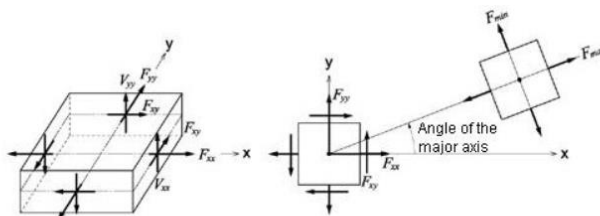


Pareti d'ala

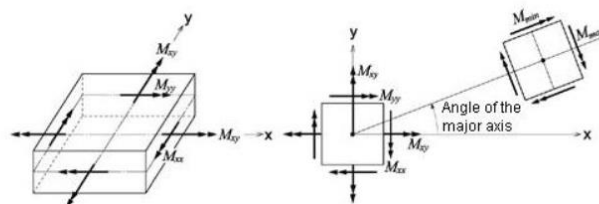
La seguente immagine identifica gli assi locali degli elementi “plate” utilizzati nel modello FEM.



Sistema di riferimento locale elementi "plate"



(a) Forces per unit length due to in-plane actions at the output locations

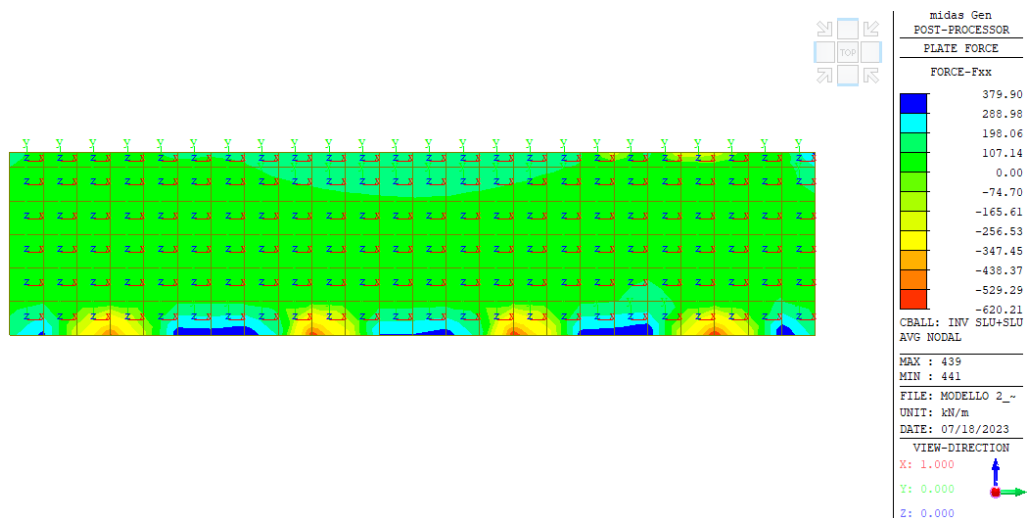


(b) Moments per unit length due to out-of-plane bending actions at the output locations

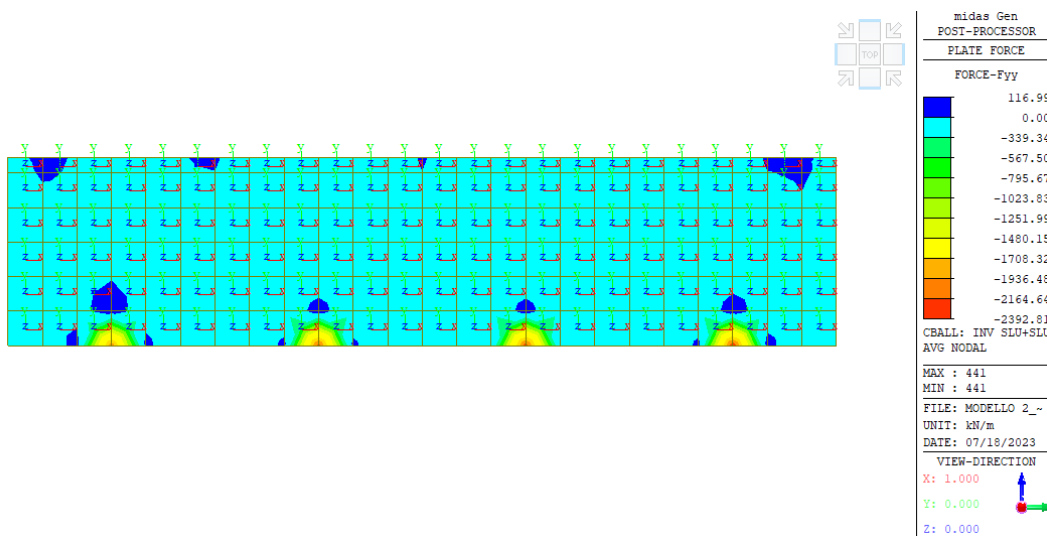
Output of **plate** elements forces per unit length

8.4.4.2 SOLLECITAZIONI

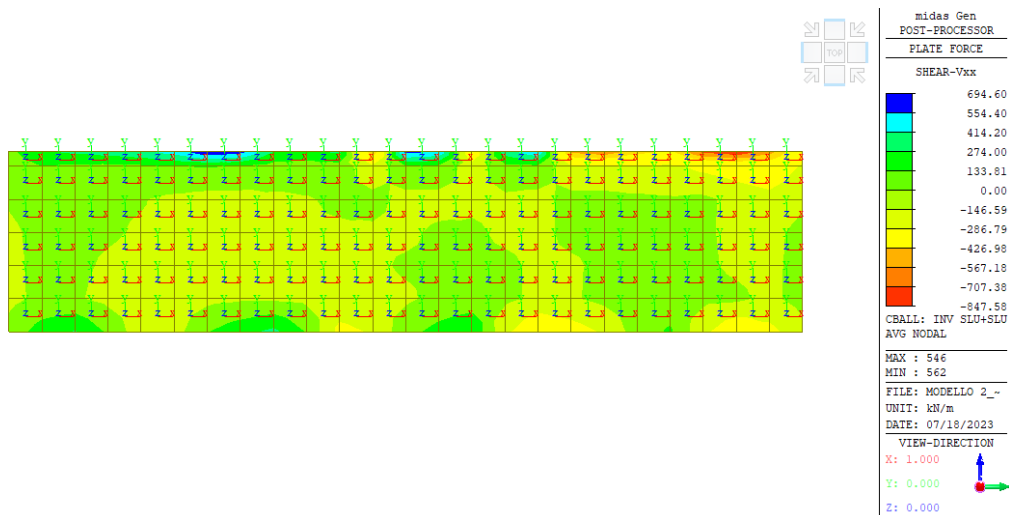
Le seguenti immagini riportano l'involuppo delle sollecitazioni agli SLU e SLV agenti sulla platea.



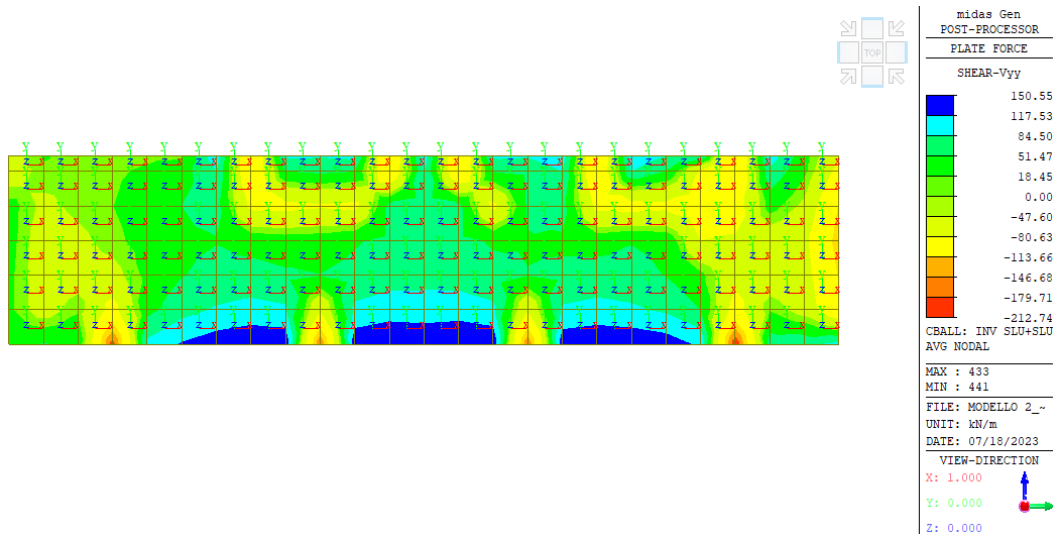
Involuppo SLU-azione assiale Fxx [kN/m]



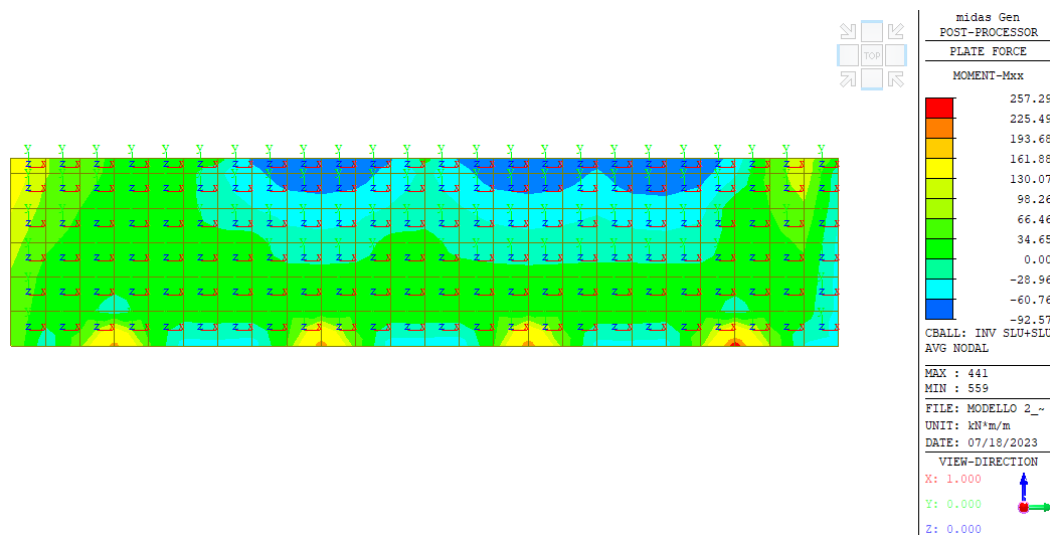
Involuppo SLU-azione assiale Fyy [kN/m]



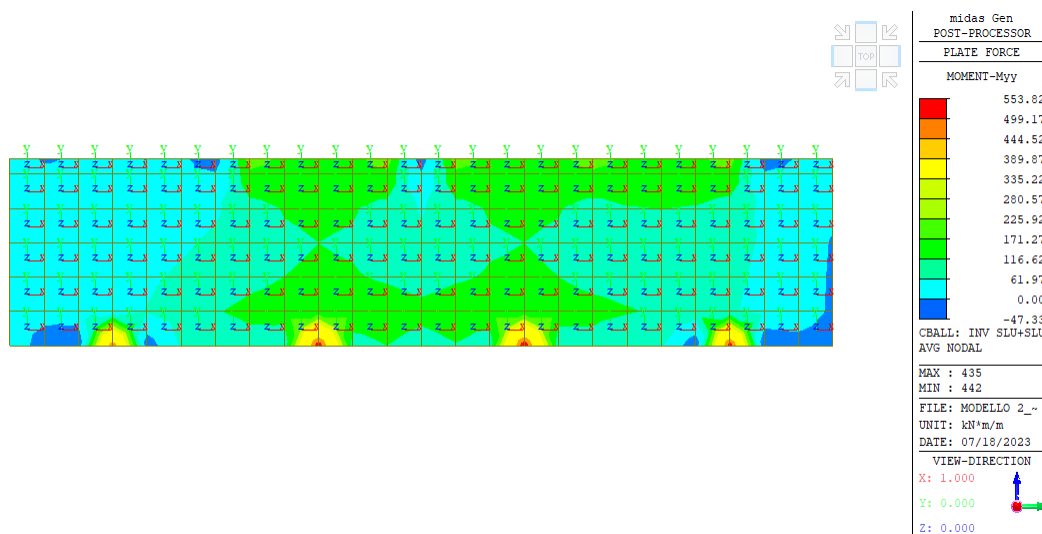
Involuppo SLU-taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLU-taglio Vyy [kN/m]

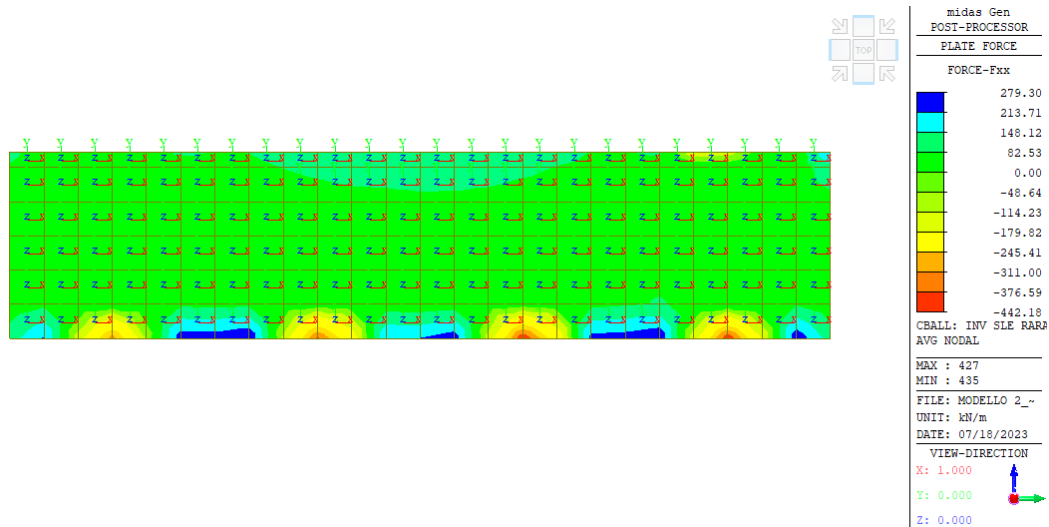


Inviluppo SLU Momento flettente Mxx [kNm/m]

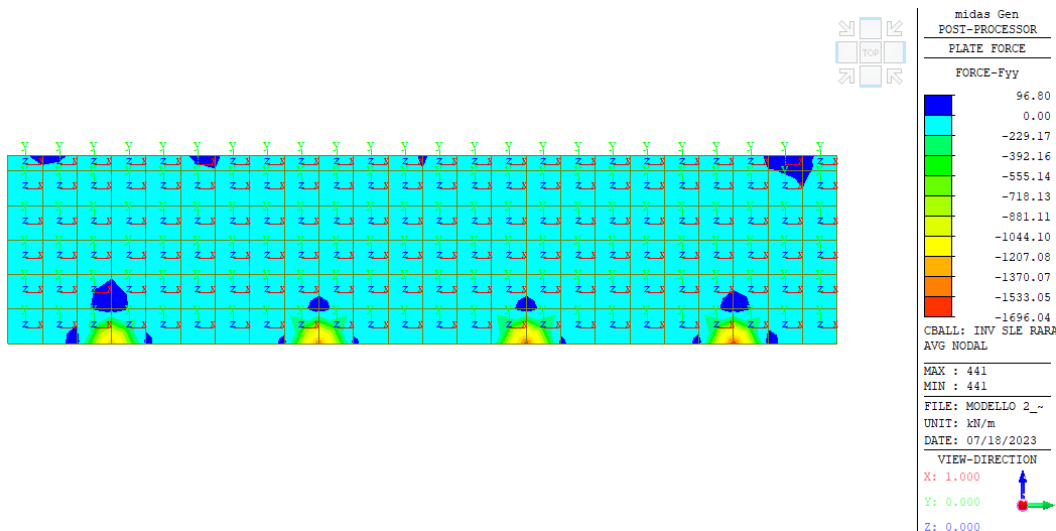


Inviluppo SLU Momento flettente Myy [kNm/m]

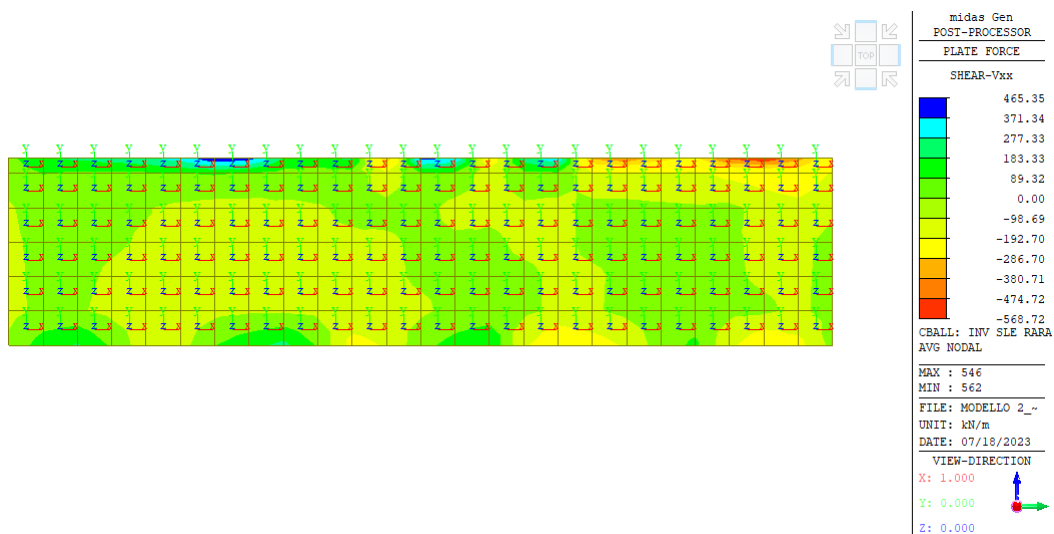
Le seguenti immagini riportano l'inviluppo delle sollecitazioni agli SLE rara agenti sulla platea.



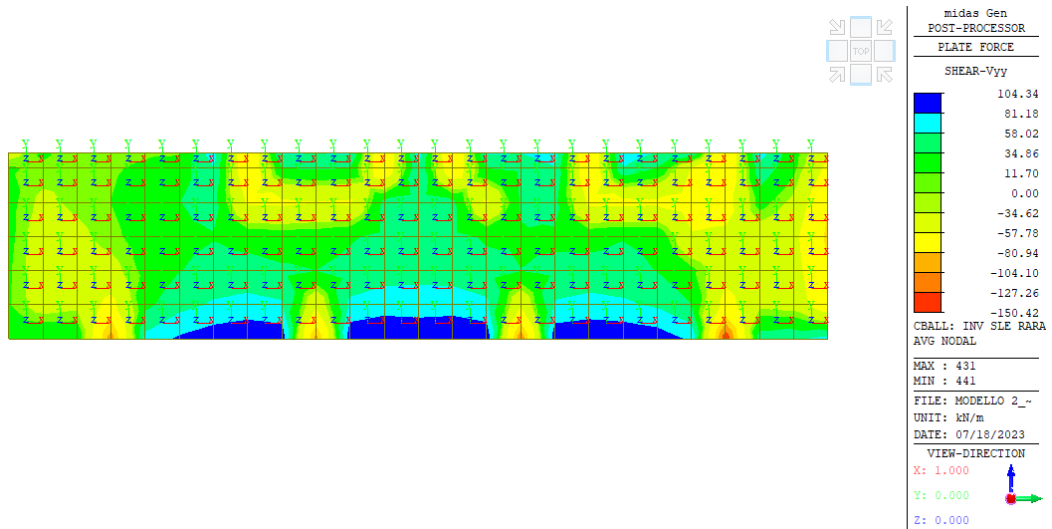
Inviluppo SLE_rara-azione assiale Fxx [kN/m]



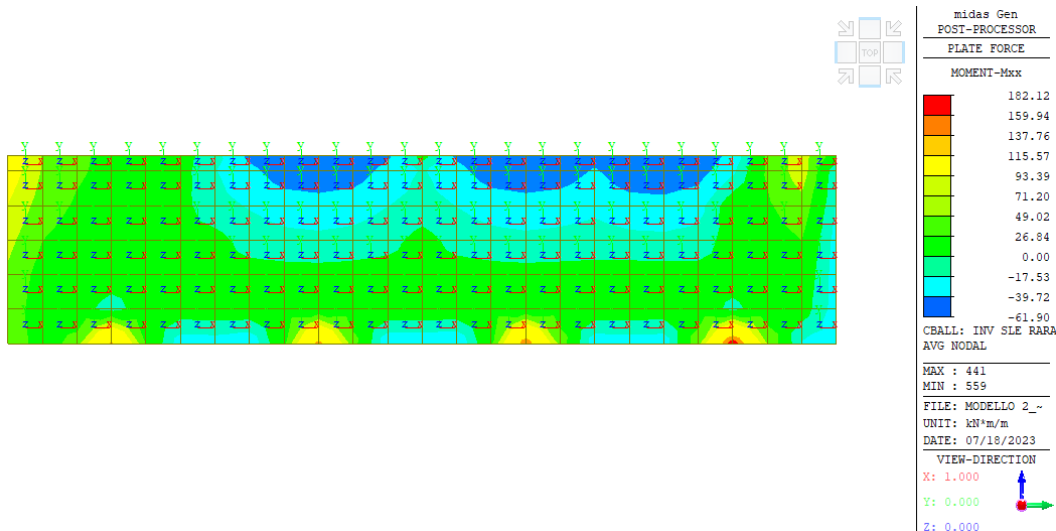
Inviluppo SLE_rara -azione assiale Fxx [kN/m]



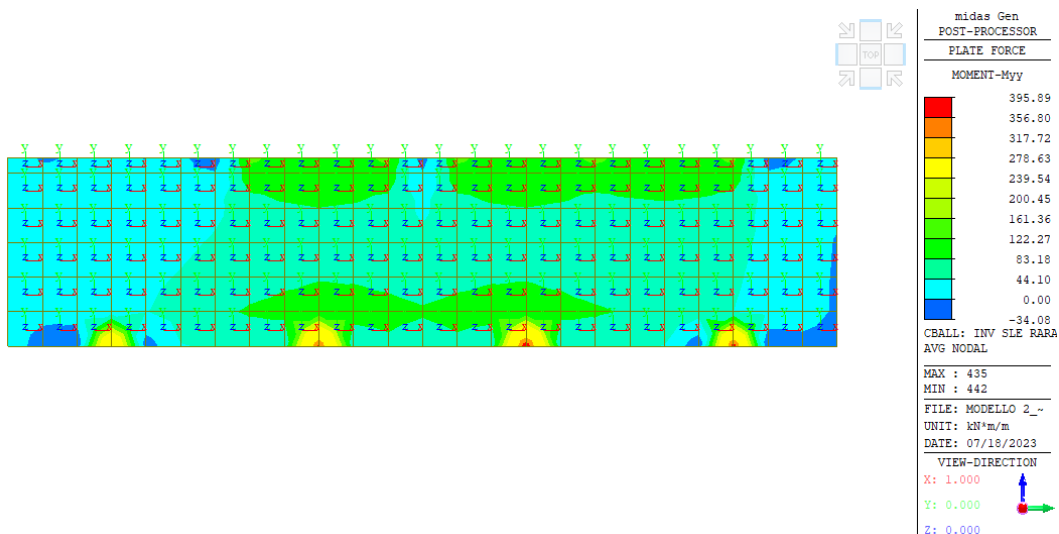
Inviluppo SLE_rara -taglio Vxx [kN/m]



Inviluppo SLE_rara -taglio Vyy [kN/m]

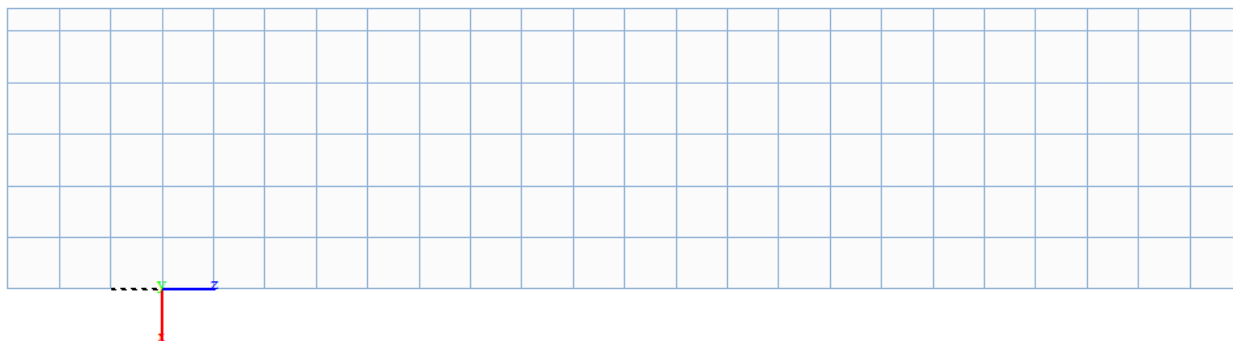


Inviluppo SLE_rara -Momento flettente Mxx [kNm/m]

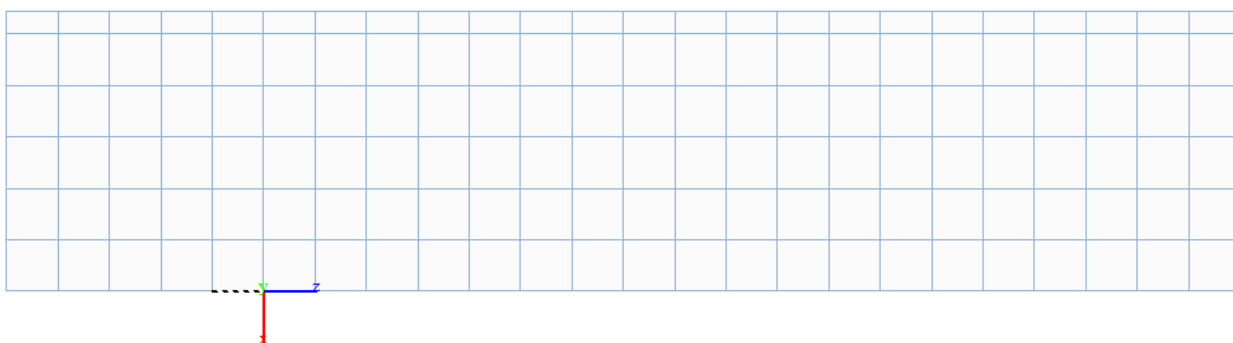


Inviluppo SLE_rara-Momento flettente Myy [kNm/m]

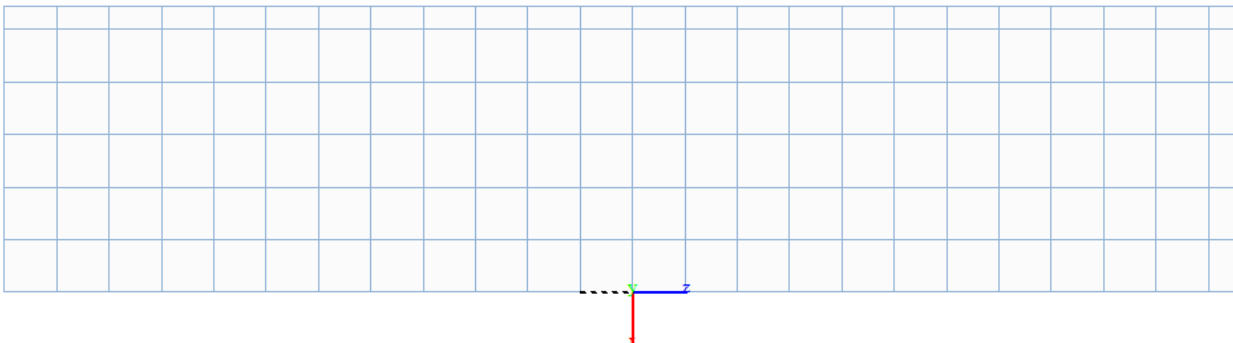
Per l'individuazione delle sollecitazioni di progetto sono state definite le seguenti "section cut"



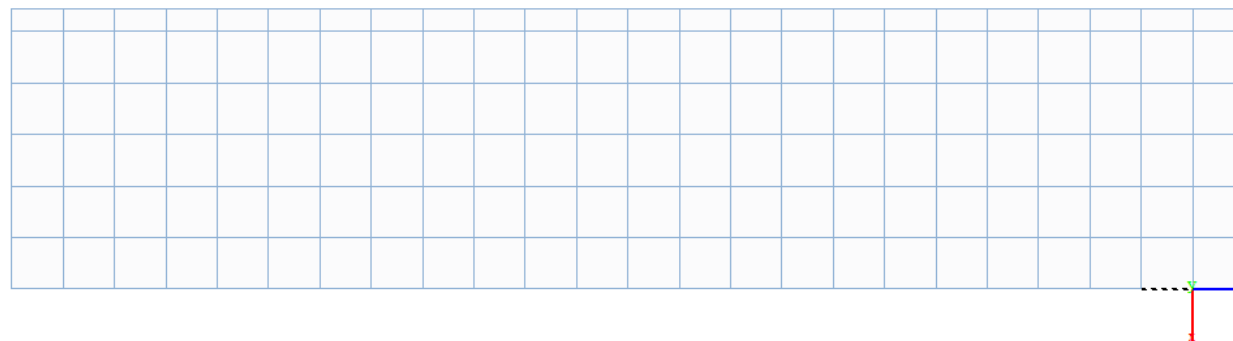
Spro1






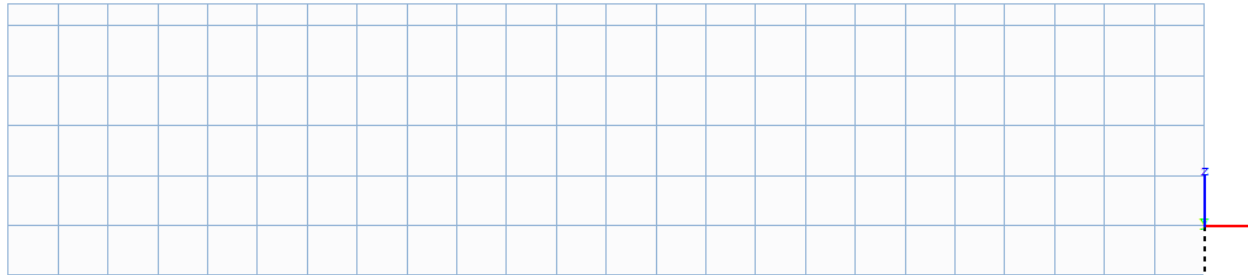
Spro2

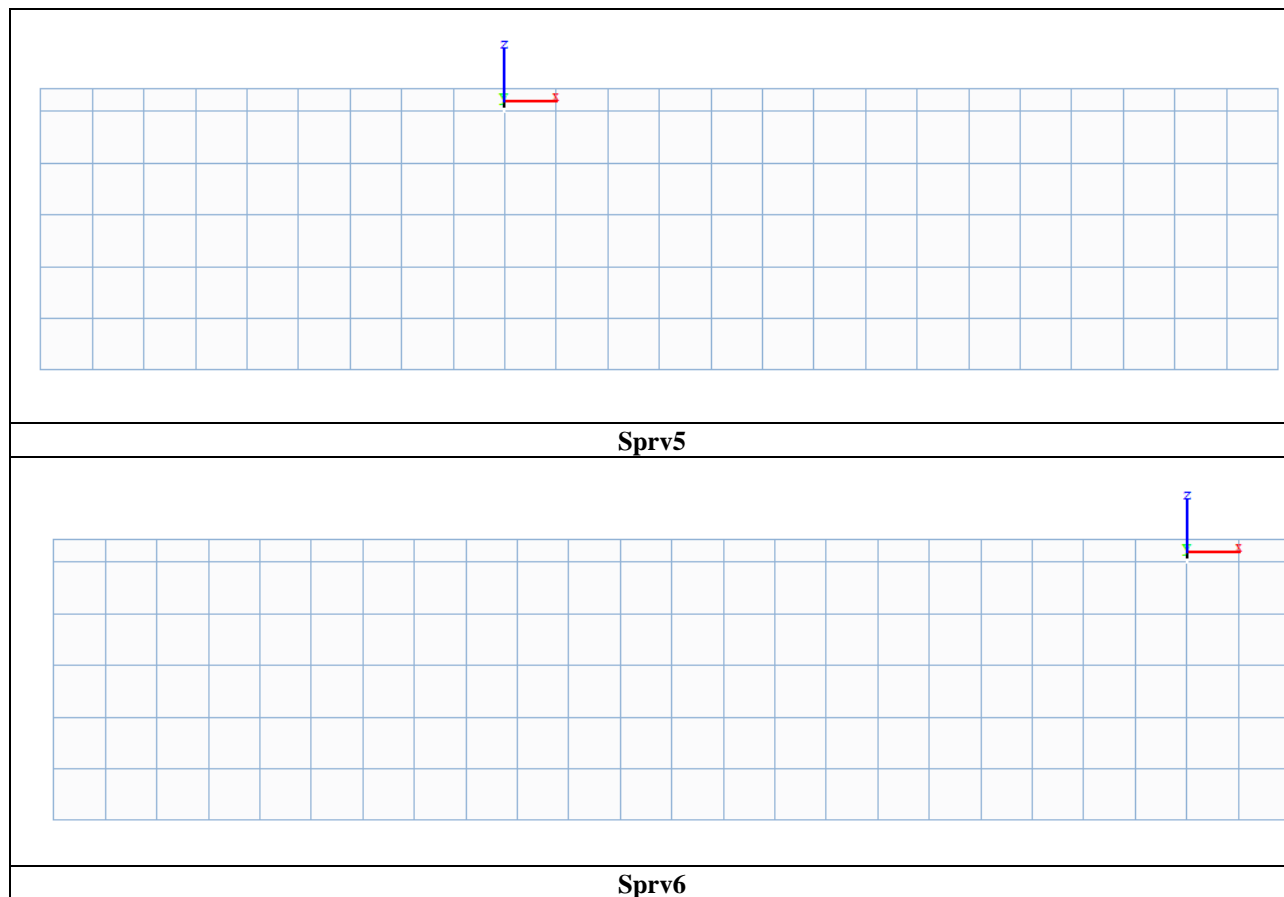


Spro3



Spro4


Sprv1

Sprv2

Sprv3

Sprv4



Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute dall'analisi per le combinazioni SLU e SLV:

Fx: Axial force

Fy: Shear force in the element's local y-direction

Fz: Shear force in the element's local z-direction

Mx: Torsional moment about the element's local x-axis

My: Bending moment about the element's local y-axis

Mz: Bending moment about the element's local z-axis

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Spro3	06-SLU-GEO (T2)	-190.94	67.11	31.75	22.19	3.21	41.09
Sprv1	06-SLU-GEO (T1)	71.93	-30.30	-71.35	-40.55	-15.33	-50.88
Sprv1	07-SLU-GEO (T1)	54.63	-69.65	-47.65	-22.80	-9.93	-25.65
Spro3	07-SLU-GEO (T3)	-161.36	114.70	-25.65	-5.28	-2.55	-50.38
Sprv1	06-SLU-GEO (T3)	60.63	-23.18	-108.70	-65.10	-22.93	-47.78
Spro3	06-SLU-GEO (T2)	-190.94	67.11	31.75	22.19	3.21	41.09
Sprv1	06-SLU-GEO (T3)	60.63	-23.18	-108.70	-65.10	-22.93	-47.78
Spr04	14 SLV-STR	-33.19	-22.05	9.55	22.68	5.03	28.99
Sprv1	06-SLU-GEO (T3)	60.63	-23.18	-108.70	-65.10	-22.93	-47.78

Spr04	07-SLU-GEO (T1)	-47.83	5.21	-14.91	11.80	12.39	0.04
Sprv1	15 SLV-STR	53.30	31.78	-35.93	-16.40	-8.88	-53.38
Spr04	06-SLU-GEO (T1)	-120.29	41.84	-47.03	-32.13	0.48	58.34
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sprv5	06-SLU-GEO (T3)	-89.39	-57.78	0.11	9.72	-1.17	94.06
Sprv5	07-SLU-GEO (T2)	127.28	-139.89	6.00	28.67	0.78	-81.28
Sprv5	07-SLU-GEO (T2)	127.28	-139.89	6.00	28.67	0.78	-81.28
Sprv6	07-SLU-GEO (T1)	-26.22	580.61	37.00	-77.06	6.33	-88.61
Sprv1	06-SLU-GEO (T3)	60.63	-23.18	-108.70	-65.10	-22.93	-47.78
Sprv6	06-SLU-GEO (T1)	-46.67	377.72	56.22	-49.50	10.11	-53.11
Sprv6	07-SLU-GEO (T1)	-26.22	580.61	37.00	-77.06	6.33	-88.61
Sprv2	07-SLU-GEO (T1)	86.48	-2.20	27.50	29.33	4.45	-71.10
Sprv1	06-SLU-GEO (T3)	60.63	-23.18	-108.70	-65.10	-22.93	-47.78
Sprv6	06-SLU-GEO (T1)	-46.67	377.72	56.22	-49.50	10.11	-53.11
Sprv6	07-SLU-GEO (T2)	49.06	211.11	-2.61	-32.33	-1.28	-112.78
Sprv5	06-SLU-GEO (T3)	-89.39	-57.78	0.11	9.72	-1.17	94.06

Le sollecitazioni determinate per una sezione orizzontale alla base della parete paraghiaia per la verifica locale risultano più gravose:

SEZ. ORIZZONTALE	T	M	N
Combinazione carichi	kN/m	kNm/m	kN/m
01-SLUSTR (no frenatura)	159.2	161.7	33.75
02-SLUSTR (frenatura)	197.3	252.0	33.75

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni ottenute per le combinazioni SLE:

Sezioni orizzontali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sprv1	32 SLE RARA (T3)	47.85	-15.28	-67.25	-39.30	-14.33	-37.60
Spr04	34 SLE RARA (T1)	-36.48	3.44	-9.60	8.44	8.48	3.40
Sprv1	33 SLE RARA (T3)	48.13	-15.35	-66.68	-38.83	-14.20	-37.75
Spr04	32 SLE RARA (T1)	-84.58	28.59	-31.36	-21.25	0.53	41.85
Sprv1	35 SLE FREQ (T3)	37.30	-15.23	-49.85	-29.58	-10.80	-27.30
Spr04	37 SLE FREQ (T1)	-26.15	0.40	-4.65	12.00	7.50	0.86
Spro3	37 SLE FREQ (T3)	-75.73	75.56	3.03	10.49	0.59	-35.89
Spr04	37 SLE FREQ (T3)	-59.19	-4.95	-10.85	0.04	0.83	40.60
Sprv1	38 SLE QPERM (T1)	31.43	-14.13	-33.23	-19.63	-7.43	-21.48
Spr04	38 SLE QPERM (T1)	-38.34	8.61	-4.09	-1.51	0.64	25.38
Sprv1	38 SLE QPERM (T1)	31.43	-14.13	-33.23	-19.63	-7.43	-21.48
Spro2	38 SLE QPERM (T1)	-59.61	20.84	-19.19	-14.76	-4.04	33.20
Sezioni verticali							
Name	Load	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Fz (kN/m)	Mx (kN*m/m)	My (kN*m/m)	Mz (kN*m/m)
Sprv1	32 SLE RARA (T3)	47.85	-15.28	-67.25	-39.30	-14.33	-37.60
Sprv6	33 SLE RARA (T1)	-28.50	253.39	37.67	-33.00	6.72	-38.17

Sprv6	34 SLE RARA (T2)	34.83	142.83	-1.56	-21.56	-0.89	-77.67
Sprv5	33 SLE RARA (T3)	-47.67	-39.72	0.56	7.06	-0.72	54.06
Sprv3	35 SLE FREQ (T3)	33.10	-18.53	-61.23	-42.90	-12.98	-22.53
Sprv2	37 SLE FREQ (T3)	24.90	4.25	19.15	24.93	3.45	-29.38
Sprv6	37 SLE FREQ (T2)	24.06	117.72	-0.89	-17.33	-0.78	-60.83
Sprv5	35 SLE FREQ (T3)	5.00	-18.06	1.94	4.50	-0.22	4.89
Sprv3	38 SLE QPERM (T1)	30.85	-14.08	-51.33	-35.70	-10.98	-20.93
Sprv2	38 SLE QPERM (T1)	43.88	5.78	16.73	12.83	2.73	-35.98
Sprv4	38 SLE QPERM (T1)	43.11	9.96	4.68	2.21	-0.69	-39.43
Sprv6	38 SLE QPERM (T1)	14.61	12.94	1.61	0.22	-0.22	-17.00

8.4.4.3 VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Si riportano le verifiche allo stato limite ultimo effettuate sulle SECTION CUT della platea più sollecitate.

8.4.4.3.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

SEZIONE: PARAGHIAIA
ELEMENTO: SPALLA SINISTRA

Armature orizzontale

Armatura tesa	ϕ	14 passo	150 mm
Armatura compressa	ϕ	14 passo	150 mm

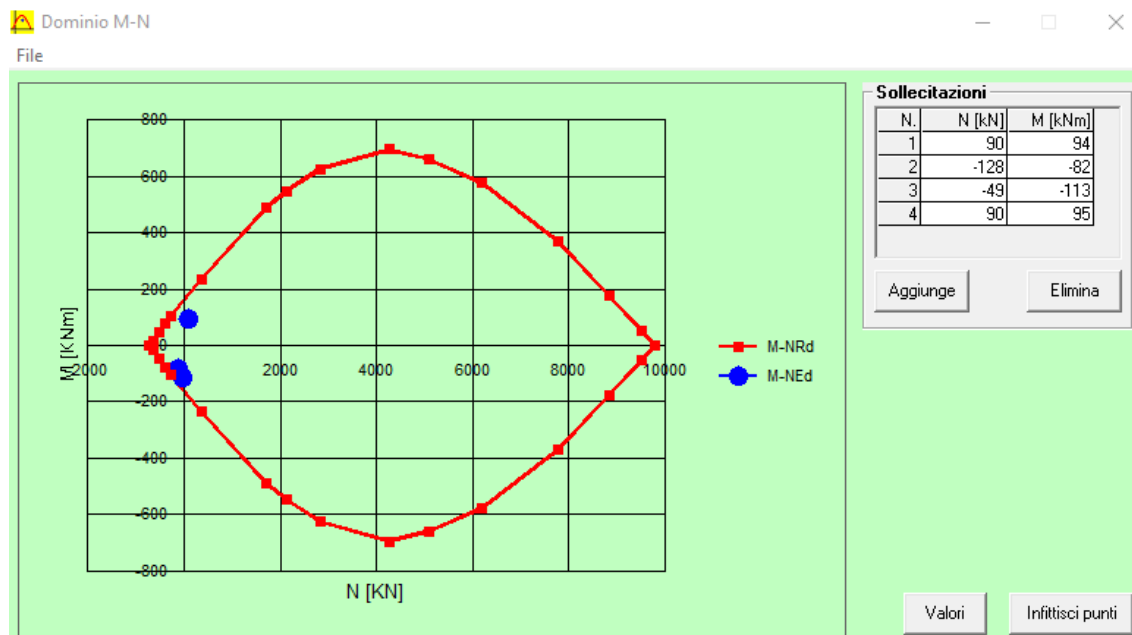
Geometria

B	=	1000 mm
H	=	500 mm
ricoprimento	=	40 mm
diametro barre	=	18 mm
d	=	451 mm

Verifica limitazioni armatura

p tesa	0.23%	
pmin tesa	0.10%	ok
pmax tesa	4.00%	ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa (in condizione di flessione deviata).

Verifica C.A. S.L.U. - File: parete_armatura ORIZZONTALE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,24	4,8
2	9,24	45,2

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

File

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N Ed kN
 M xEd kNm
 M yEd kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord. [cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C32/40
 E_{su} 67,5 % E_{c2} 2 %
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 %
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 E_{syd} 1,957 % σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M xRd 163,8 kNm
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 E_c 3,5 %
 E_s 38,98 %
 d 45,2 cm
 x 3,725 x/d 0,0824
 δ 0,7

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 M-curvatura
☐ Precompresso

8.4.4.3.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

SEZIONE: ORIZZONTALE
ELEMENTO: SPALLA

Armature verticale

Armatura tesa ϕ 18 passo 150 mm
Armatura compressa ϕ 18 passo 150 mm

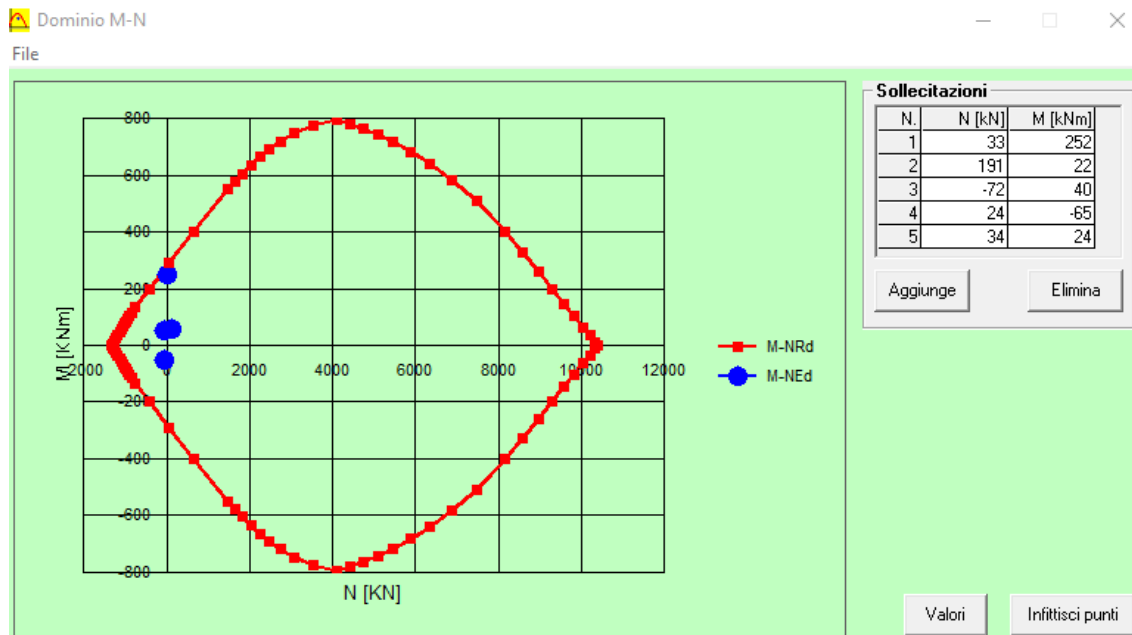
Geometria

B = 1000 mm
H = 500 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro barre = 18 mm
d = 451 mm

Verifica limitazioni armatura

ρ tesa 0.38%
 ρ_{min} 0.10% ok
 ρ_{max} 4.00% ok

Il seguente grafico mostra l'involuppo M-N della sezione considerata.



La seguente scheda mostra la verifica per la combinazione più gravosa.

Verifica C.A. S.L.U. - File: parete_armatura ORIZZONTALE

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	17,05	6,4
2	17,05	43,6

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 252 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 18,13 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{Rd} 281,7 kNm
 σ_c -18,13 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 23,57 ‰
d 43,6 cm
x 5,638 x/d 0,1293
 δ 0,7

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.
DXF

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
M-curvatura
Precompresso

8.4.4.4 VERIFICA A TAGLIO

La seguente scheda riporta la verifica della platea considerando il solo cls resistente.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE		
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO		
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V _{Ed}	508 [kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		SI [-]
Coefficiente C _{Rd,c}	C _{Rd,c}	0,12 [-]
Coefficiente k	k	1,67 [-]
		1,67 [-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di l _{bd} + d	ρ_l	0,0037239 [-]
		0,0037239 [-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda
A Sezione considerata

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd,c} 205,94 [kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso V_{Rd,min} 192,00 [kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} 205,94 [kN]

Risulta necessaria armatura aggiuntiva a taglio.

È previsto l'inserimento di una staffa in corrispondenza della sommità e della base del muro paraghiaia (in corrispondenza delle sezioni caratterizzate da taglio massimo).

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	14	[mm]
Numero di braccia	n_b	6.67	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	1027	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	405.9	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	543.61	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	8.85	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	1796.78	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	4072.53	[mm ²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	543.61	[kN]

È inoltre prevista l'installazione di ganci di collegamento nella parte centrale della parete.

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	14	[mm]
Numero di braccia	n_b	2.23	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	343	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	405.9	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	181.75	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	8.85	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	1796.78	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	4072.53	[mm ²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	181.75	[kN]

8.4.4.5 VERIFICA FESSURAZIONE

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di fessurazione. Le combinazioni in esame sono quelle di tipo frequente e quasi permanente. In condizioni ambientali aggressive e per armatura poco sensibile, per la combinazione frequente si verifica che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$w_d < w_2 = 0.3mm$$

Si ripete la verifica per la combinazione quasi permanente:

$$w_d < w_1 = 0.2mm$$

8.4.4.5.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	500	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	49	[mm]
Altezza utile della sezione	d	451	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1031	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	58	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	325	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	40	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	97.23	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	93.15	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00842	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000610	[-]
		0.000254	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	479.88	[mm]
		479.88	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1219	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	61	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	97.23	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	142.06	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00842	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000044	[-]
		0.000387	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	479.88	[mm]
		479.88	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1859	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	78	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	97.23	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	181.65	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00842	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000136	[-]
		0.000495	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	14.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	479.88	[mm]
		479.88	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.2377	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.4.5.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	500	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	49	[mm]
Altezza utile della sezione	d	451	[mm]
Area dell'armatura tesa	A _s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A' _s	1679	[mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	150	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	245	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	M_{Ed,q.p.}	80.1	[kNm]
Durata del carico		breve	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	116.14	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	116.26	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.6	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000127	[-]
		0.000317	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	359.19	[mm]
		359.19	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1139	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	M_{Ed,freq.}	158	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	116.14	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	229.33	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000605	[-]
		0.000625	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	359.19	[mm]
		359.19	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.2247	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,charatt.}	185	[kNm]
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	116.14	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	268.52	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.0	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	122.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	122500	[mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01371	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.60	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000783	[-]
		0.000783	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	359.19	[mm]
		359.19	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.2813	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

8.4.4.6 VERIFICA TENSIONALI

Si riportano le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica [4.1.15] } = 19.2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,max} < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente. [4.1.16] } = 14.4 \text{ MPa}$$

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} < 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

8.4.4.6.1 Verifica sezioni verticali (armatura orizzontale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	78.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	500	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	49	[mm]
Altezza utile della sezione	d	451	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	97.23	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2278597780	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.33	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	181.65	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	40.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	500	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[-]
Altezza utile della sezione	d'	451	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	97.23	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2278597780	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.71	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	93.15	[MPa]
DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	61.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	500	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	451	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1031	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1031	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	97.23	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2278597780	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.60	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	142.06	[MPa]

8.4.4.6.2 Verifica sezioni orizzontali (armatura verticale)

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	185.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	500	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	49	[mm]
Altezza utile della sezione	d	451	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	116.14	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3460605101	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	6.21	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	268.52	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	80.1	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	500	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[-]
Altezza utile della sezione	d'	451	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	116.14	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3460605101	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.4	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.69	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	116.26	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Frequente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	158.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	500	[MPa]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	49	[kNm]
Altezza utile della sezione	d'	451	[kNm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1679	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1679	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	116.14	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	3460605101	[mm ⁴]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	5.30	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	229.33	[MPa]

8.4.5 VERIFICA BAGGIOLI

I baggioli ipotizzati sono stati verificati considerando le condizioni di carico estreme ipotizzate. È stato inoltre determinato un momento agente alla base del baggiolo in considerazione dell'eccentricità delle forze orizzontali trasmesse dall'appoggio.

	Ned	Ved	Med
SLU	1682 kN	210 kN	63 kNm
SLV	966 kN	300 kN	90 kNm

Si riportano di seguito gli esiti delle verifiche a flessione eseguite considerando il massimo momento flettente e trascurando il contributo del carico assiale.

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	9,05	6
2	9,05	94

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

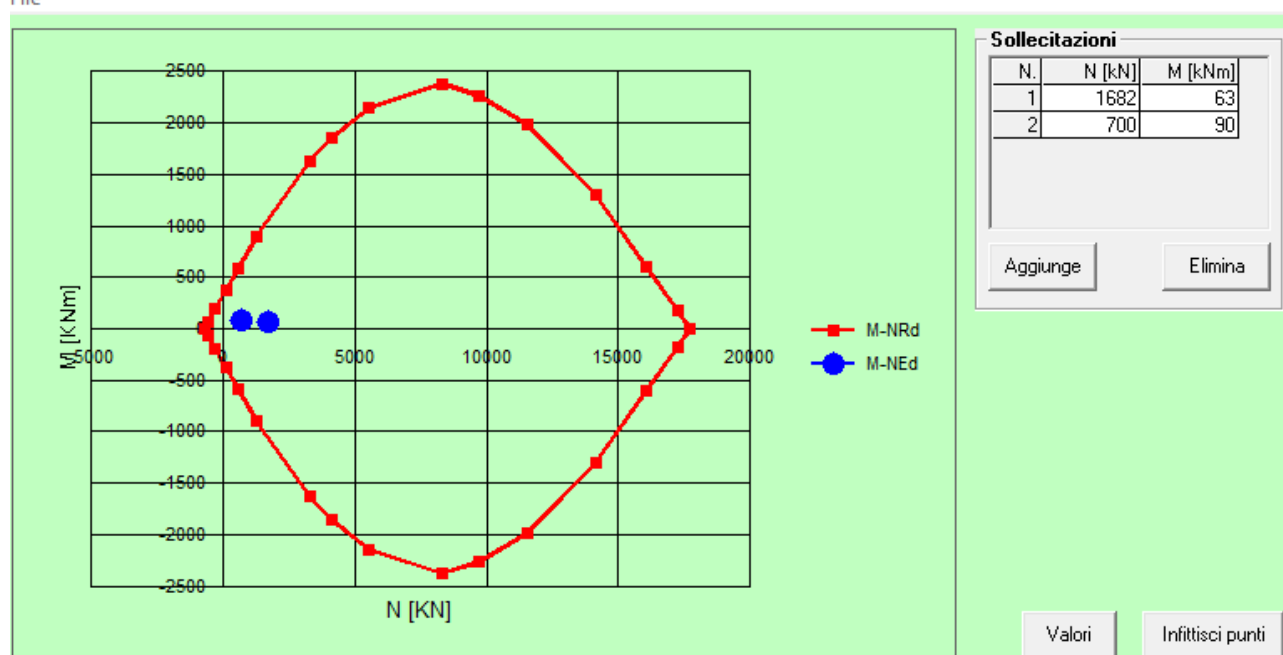
Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

Si riporta di seguito il diagramma M-N.

File



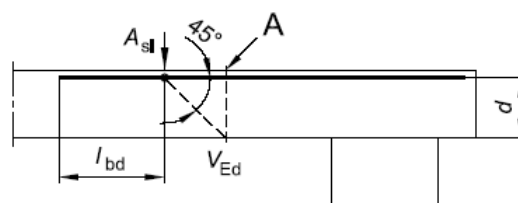
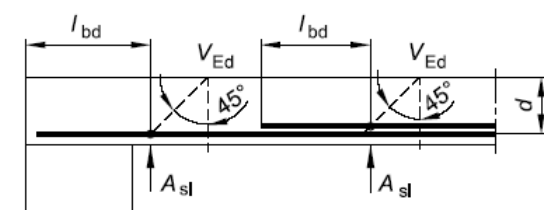
Si riporta invece nella seguente tavola la verifica a taglio eseguita.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	300	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		no	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.46	[-]
		1.46	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0007849	[-]
		0	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	0.00	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	331.68	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	331.68	[kN]

Le verifiche eseguite considerando il massimo taglio agente risultano rispettate anche senza l'armatura a taglio.

8.5 VERIFICA FONDAZIONI PROFONDE

8.5.1 PREMESSA

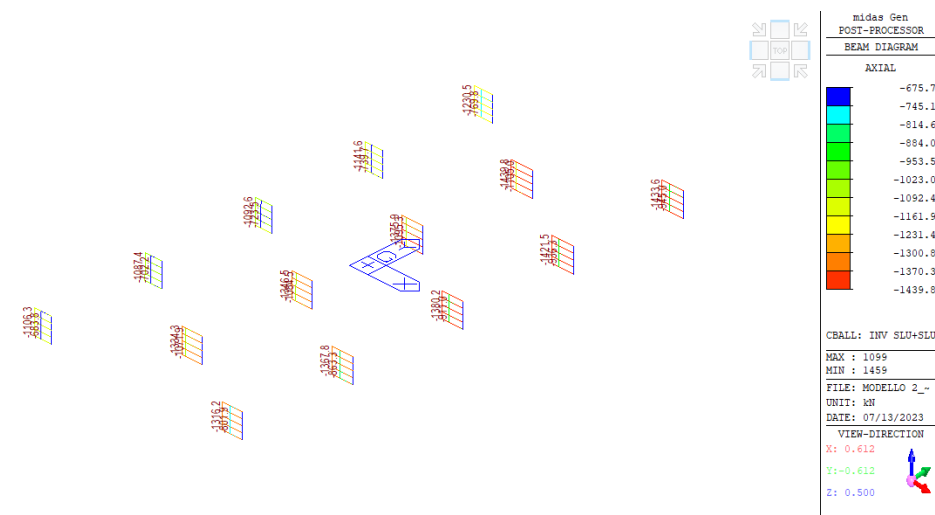
Nel presente capitolo si riportano le sollecitazioni massime in testa palo determinate dall'analisi FEM eseguite secondo le modalità descritte nei precedenti paragrafi.

In funzione dei carichi determinati si è optato per la realizzazione di pali CFA Ø800mm. La modalità realizzativa potrà essere rivista in fase di progetto esecutivo al fine di tenere in considerazione l'interferenza con la porzione di fondazione non oggetto di demolizione.

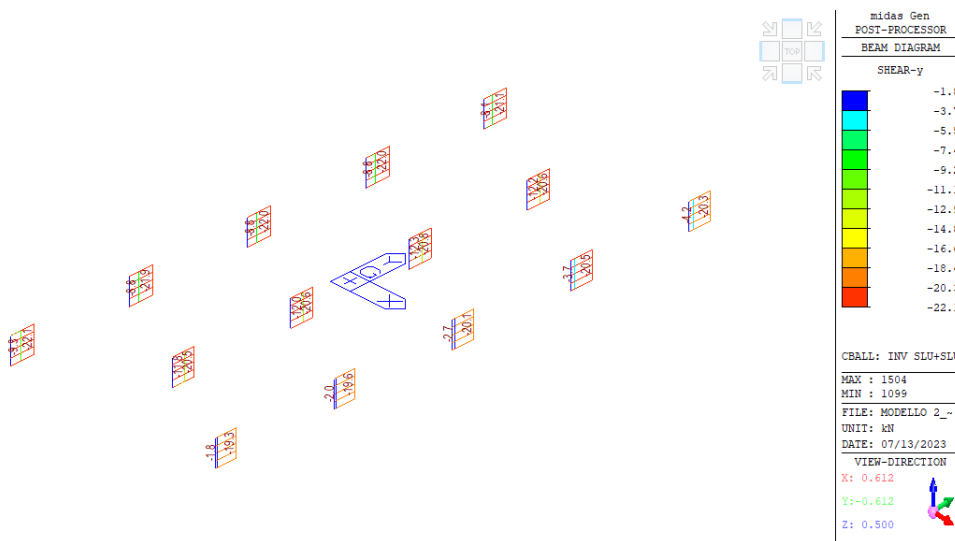
Si riporta nei seguenti paragrafi le principali verifiche nella specifica relazione a firma dell'Ing. Paolo Franzoni.

8.5.2 SOLLECITAZIONI MASSIME TESTA PALO

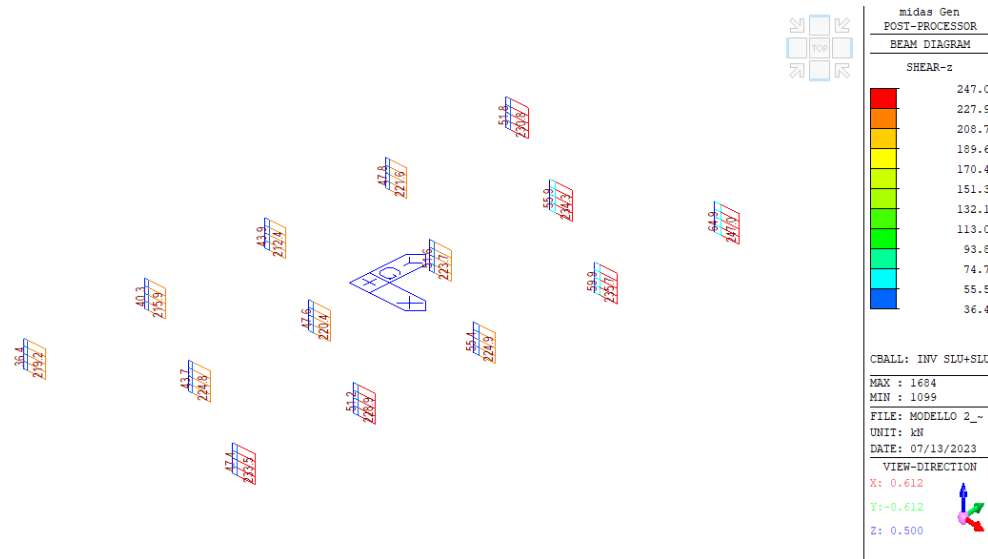
Si riportano di seguito i grafici raffiguranti le massime sollecitazioni determinate mediante analisi FEM in testa ai pali.



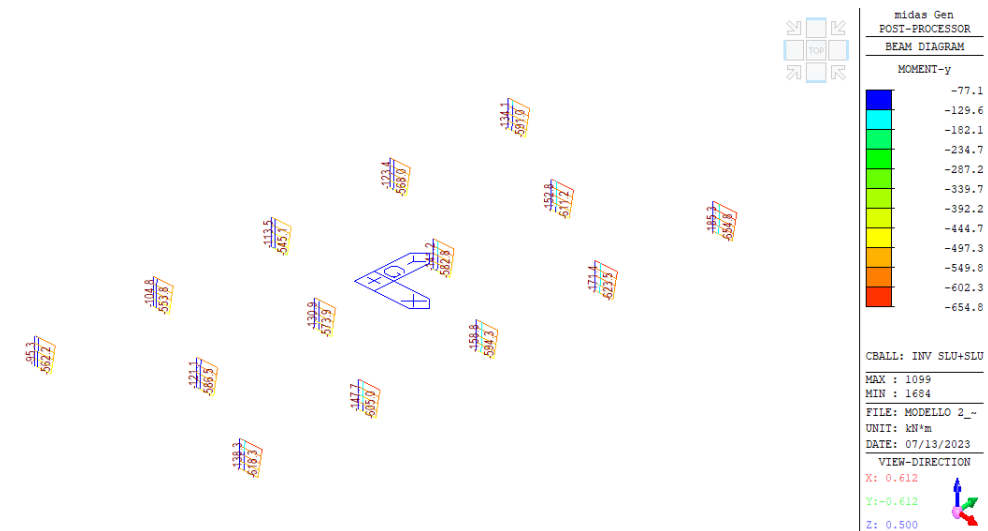
Inviluppo combinazioni SLU - Azione assiale Fx [kN]



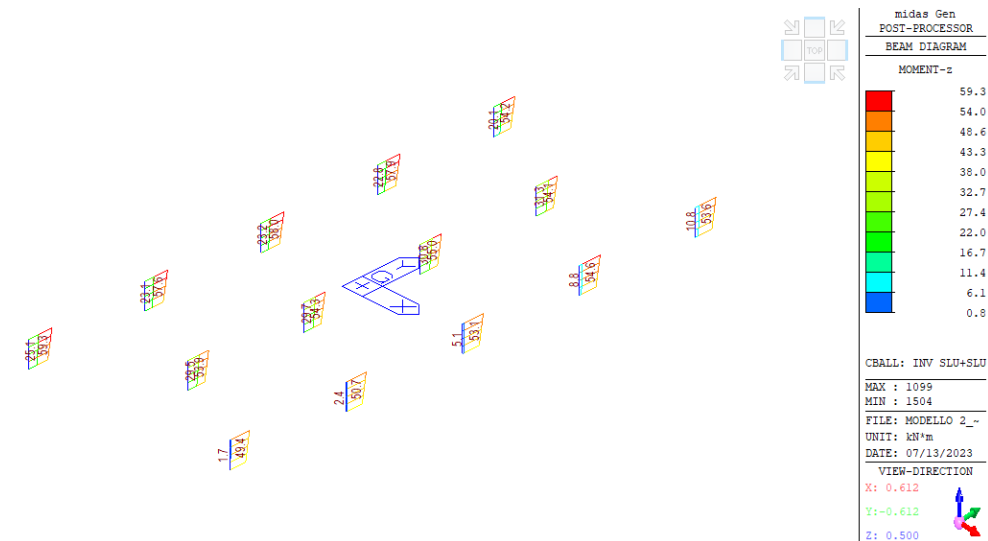
Inviluppo combinazioni SLU - Azione tagliante Fy [kN]



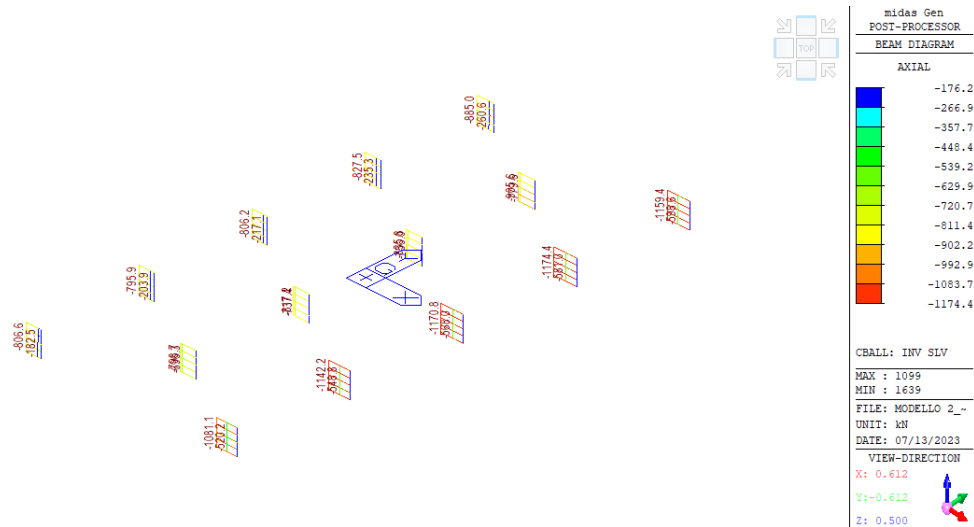
Inviluppo combinazioni SLU - Azione tagliante Fz [kN]



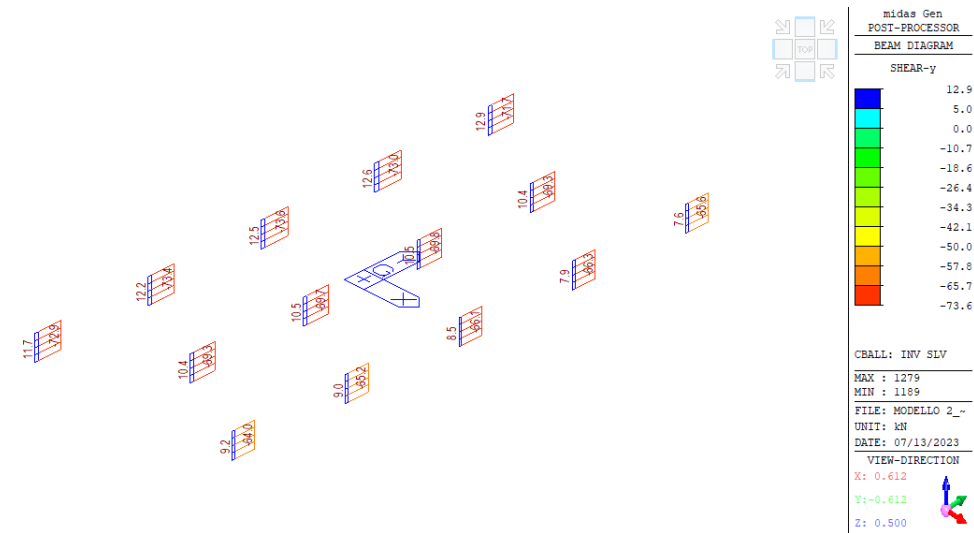
Inviluppo combinazioni SLU - Momento flettente My [kNm]



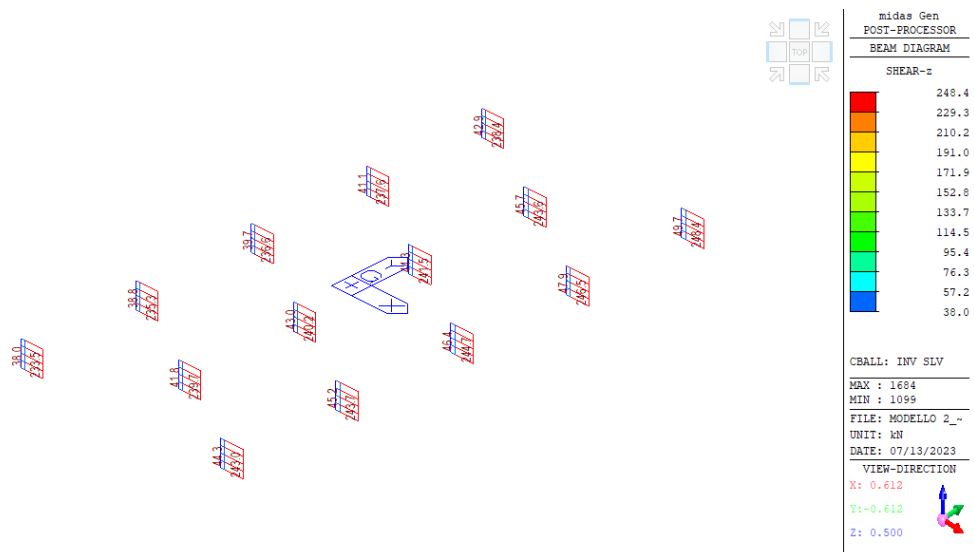
Inviluppo combinazioni SLU - Momento flettente Mz [kNm]



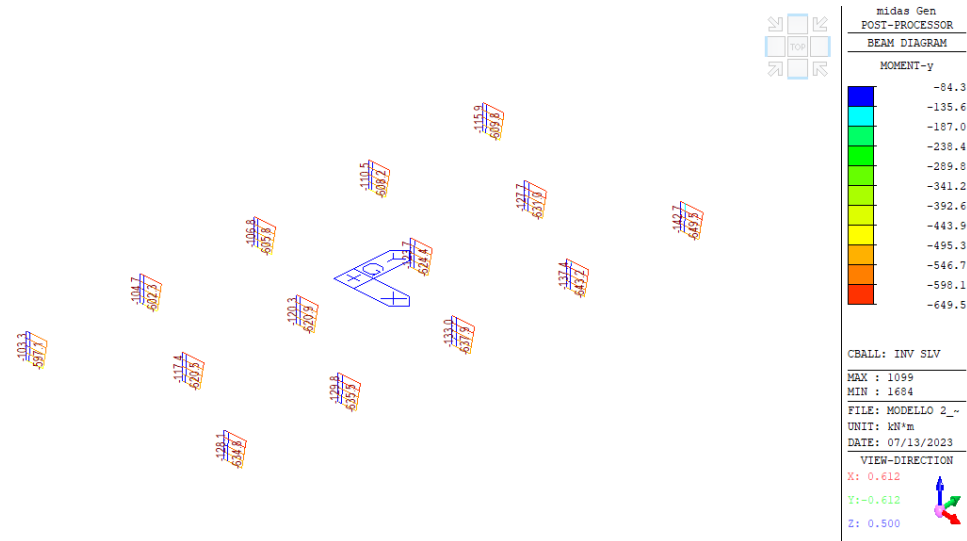
Inviluppo combinazioni SLV - Azione assiale Fx [kN]



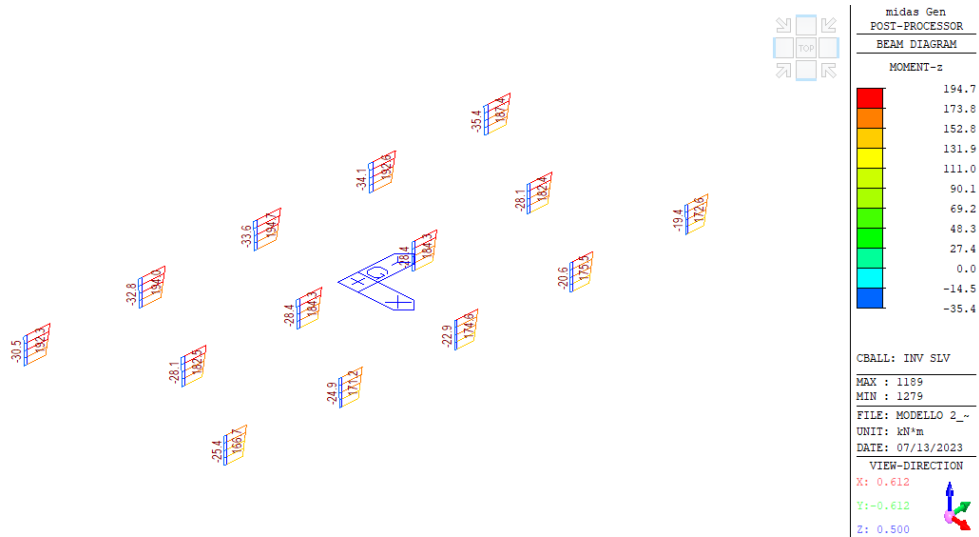
Inviluppo combinazioni SLV - Azione tagliante Fy [kN]



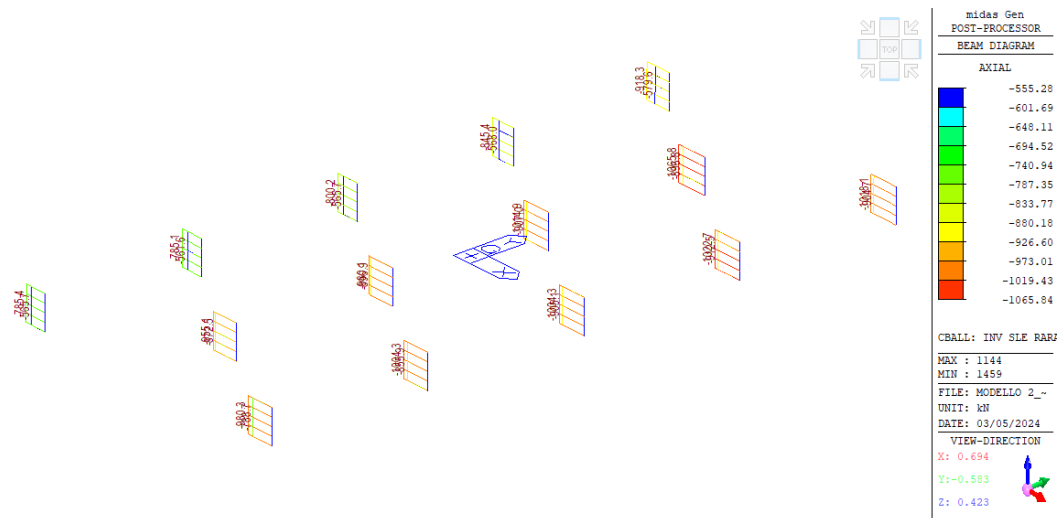
Inviluppo combinazioni SLV - Azione tagliante Fz [kN]



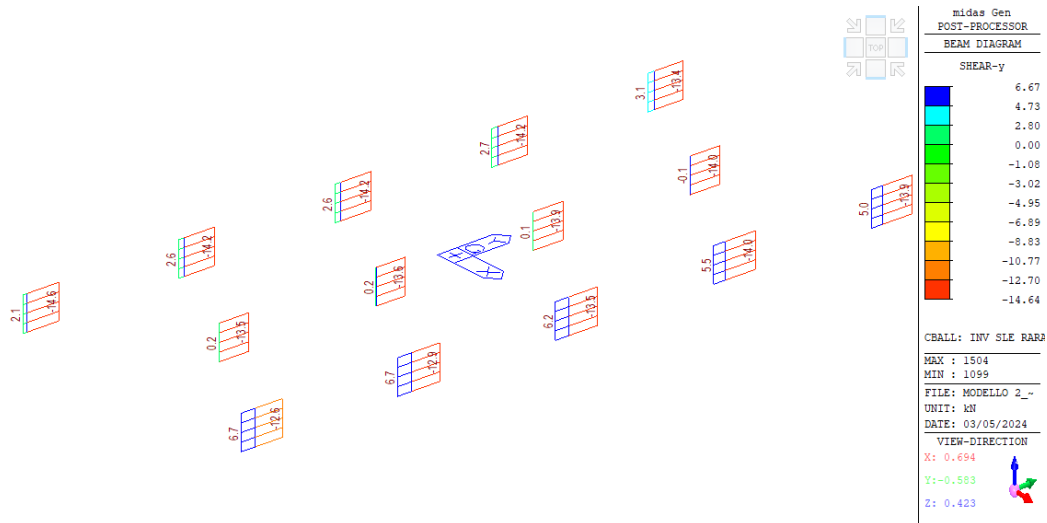
Inviluppo combinazioni SLV - Momento flettente My [kNm]



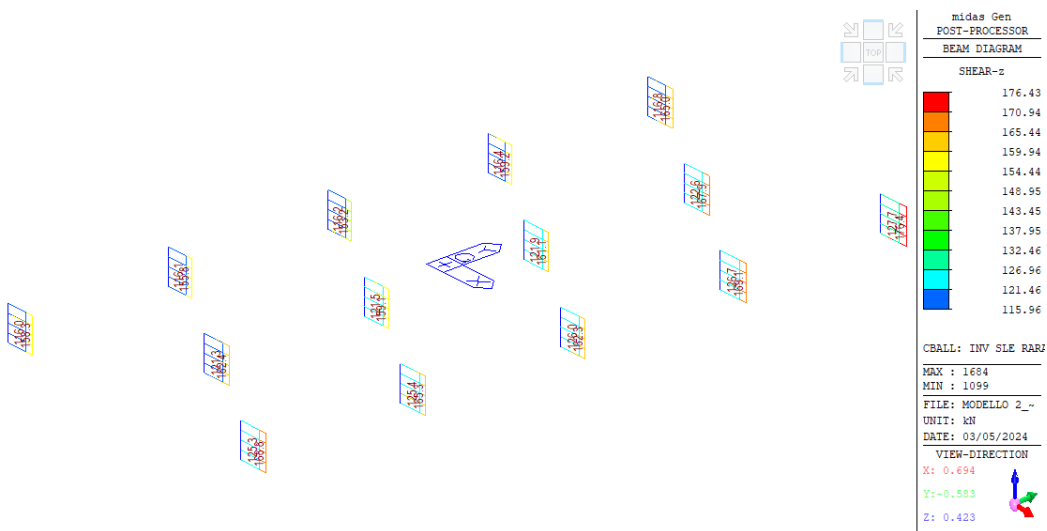
Inviluppo combinazioni SLV - Momento flettente Mz [kNm]



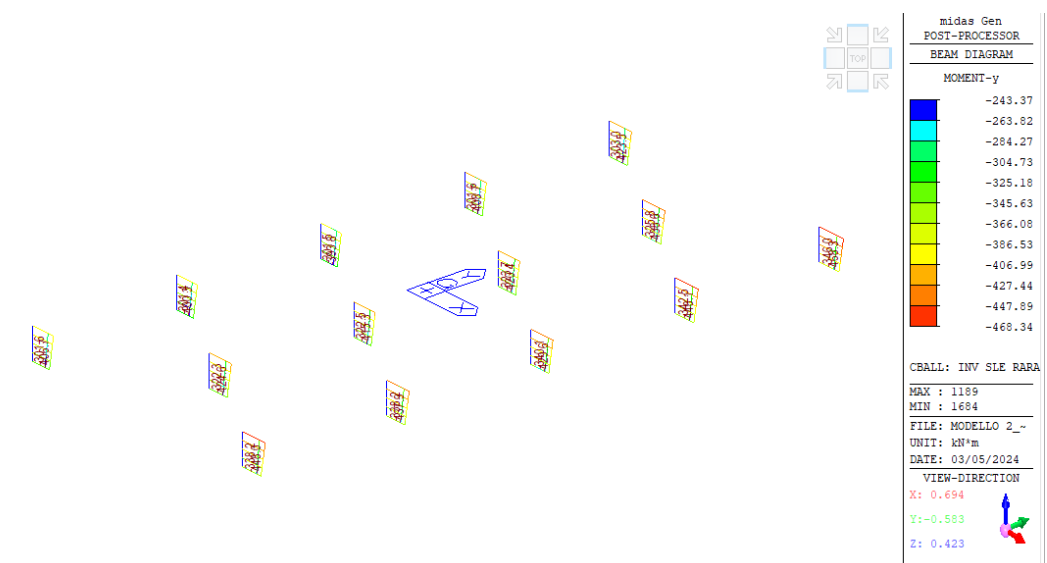
Inviluppo combinazioni SLE rara - Azione assiale Fx [kN]



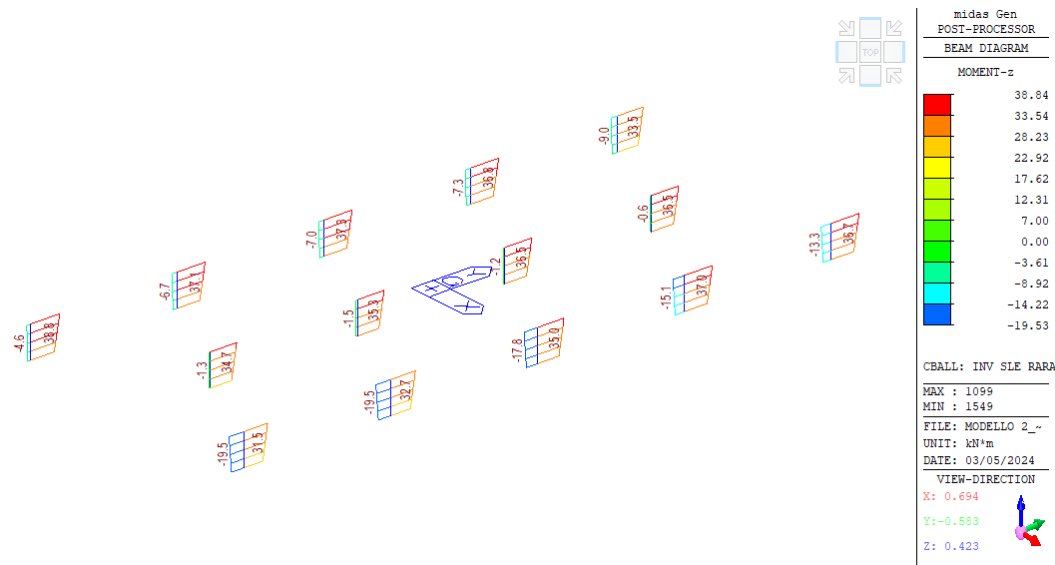
Inviluppo combinazioni SLE rara - Azione tagliante Fy [kN]



Inviluppo combinazioni SLE rara - Azione tagliante Fz [kN]

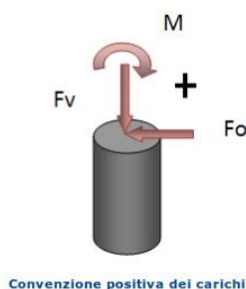


Inviluppo combinazioni SLE rara - Momento flettente My [kNm]



Inviluppo combinazioni SLE rara- Momento flettente Mz [kNm]

La seguente tabella riassume le massime sollecitazioni riscontrate in corrispondenza della testa dei pali con riferimento alla seguente convenzione dei segni.



Massime sollecitazioni in condizione SLU/SLV				
Node	Load	Fo (kN)	M (kN*m)	Fv (kN)
1459	06-SLU-GEO (T1)	166	359	1440
1099	14 SLV-STR	235	600	176
1189	16 SLV-STR	183	473	417
1279	17 SLV-STR	164	420	448
1099	03-SLU-STR (T2)	40	104	1052
1684	14 SLV-STR	249	652	1153

Massime sollecitazioni in condizione SLE				
Node	Load	Fo (kN)	M (kN*m)	Fv (kN)
1459	33 SLE RARA (T1)	124	267	1066

1144	37 SLE FREQ (T3)	145	372	551
1099	33 SLE RARA (T1)	117	305	722
1549	37 SLE FREQ (T1)	145	385	922
1189	38 SLE QPERM (T1)	86	224	669
1684	34 SLE RARA (T1)	177	469	1012
1189	38 SLE QPERM (T1)	86	181	675
1549	34 SLE RARA (T1)	156	414	953
1099	33 SLE RARA (T3)	117	304	765

8.5.3 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

8.5.3.1 METODO DI CALCOLO DEL CARICO LIMITE ASSIALE: CARL 16.0

Il carico verticale che grava sul palo va confrontato con il valore di calcolo della resistenza verticale del palo stesso. Il problema che si pone, quindi, è quello di determinare la capacità portante del palo. Determinata la capacità portante, la resistenza di calcolo verticale del palo si ottiene applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portanza di base (o di punta) e portanza per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

Q_T Portanza totale del palo;

Q_P Portanza di base del palo;

Q_L Portanza per attrito laterale del palo;

W_P Peso proprio del palo.

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro. Risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico viene assorbita per attrito laterale e quanta per resistenza alla base.

Nel caso di pali soggetti a trazione la resistenza allo sfilamento vale:

$$Q_T = Q_L + W_P$$

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando degli opportuni coefficienti di sicurezza rispettivamente γ_b e γ_s .

I coefficienti γ_b e γ_s rappresentano rispettivamente i valori del coefficiente di sicurezza per la portanza di punta e quello per la portanza laterale.

Quindi nel caso di pali compressi abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_P/\gamma_b + Q_L/\gamma_s - W_P$$

Nel caso invece di pali soggetti a sforzi di trazione abbiamo la seguente relazione:

$$Q_A = Q_L/\gamma_s + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P (c N_c + q_b N_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q_b è la pressione del terreno alla quota della punta del palo ed i coefficienti N_c e N_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di profondità.

N_c ed N_q dipendono sia dalla geometria del palo che dalle caratteristiche del terreno angolo di attrito e coesione (ϕ e c).

In letteratura è possibile trovare diverse formule per il calcolo dei valori di N_c ed N_q .

Per pali in argilla in condizioni non drenate ($\phi=0$, $c=c_u$) si assume in genere per N_c il valore proposto da Skempton pari a 9 (valore in corrispondenza della punta del palo) mentre $N_q=1$. Diversi autori hanno proposto altri valori per il fattore N_c ma in generale le variazioni sono abbastanza contenute.

Diverso è il caso del fattore N_q per il quale diversi autori propongono dei valori spesso molto discordanti fra di loro.

In particolare da prove effettuati su pali realizzati in terreni non coesivi, si vede che la variazione della resistenza alla punta non cresce in modo lineare con la profondità, ma raggiunto un certo valore essa si mantiene pressochè costante. Questo fenomeno è stato spiegato da Vesic mettendo in conto un <<effetto arco>> che si manifesta nei dintorni del palo.

Un modo semplice per tener conto del fatto che la resistenza alla punta non può crescere indefinitamente è quello di considerare il diagramma delle pressioni verticali in corrispondenza del palo opportunamente modificato.

In particolare si assume che la pressione verticale σ_v cresca linearmente (pressione geostatica) fino ad una certa profondità z_c ($\sigma_v=\sigma_c$); superata tale profondità il valore della pressione verticale si mantiene costante e pari a σ_c : in pratica si assume un diagramma bilatero per l'andamento della pressione verticale in corrispondenza del palo.

Il valore di z_c (detta anche profondità critica) dipende dal diametro del palo, D , dalla tecnologia di realizzazione (palo infisso o trivellato) dall'angolo di attrito del terreno ϕ .

Nella determinazione di z_c il valore di ϕ da considerare è funzione del valore dell'angolo di attrito prima dell'installazione del palo, ϕ' , secondo le seguenti relazioni:

Per pali infissi $\phi = 3/4 \phi' + 10$

Per pali trivellati $\phi = \phi' - 3$

A parità di diametro influisce il grado di addensamento del terreno (densità relativa D_r) e la resistenza alla punta cresce con il crescere della densità.

Nella sezione successiva descriveremo le relazioni per la determinazione di N_c ed N_q .

Capacità portante per attrito laterale

La portanza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limiti:

$$Q_L = \text{Int}(\tau_a) dS$$

dove τ_a è dato dalla nota relazione di Coulomb:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \tan \delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, e σ_h è la tensione orizzontale alla generica profondità z . La tensione orizzontale σ_h è legata alla pressione verticale σ_v tramite il coefficiente di spinta K_s

$$\sigma_h = K_s \sigma_v$$

Indicando con C il perimetro e con L la lunghezza del palo abbiamo:

$$\text{Int}^L (C(c_a + K_s \sigma_v \tan \delta) dz)$$

Calcolo dei cedimenti verticali dei pali

Il calcolo dei cedimenti viene condotto con il metodo degli elementi finiti.

Determinata la portanza laterale e di punta del palo lo stesso viene discretizzato in n elementi tipo trave aventi area ed inerzia corrispondenti alla sezione trasversale del palo e lunghezza pari ad l_e . Vengono disposte, inoltre, lungo il fusto del palo una serie di molle (una per ogni elemento), coassiali al palo stesso, aventi rigidità opportuna. Una ulteriore molla viene disposta alla base del palo. Le suddette molle hanno un comportamento elastoplastico. In particolare le molle lungo il fusto saranno in grado di reagire linearmente fino a quando la pressione in corrispondenza di esse non raggiunge il valore limite dell'aderenza palo terreno. Una volta raggiunto tale valore le molle non saranno più in grado di fornire ulteriore resistenza. La molla posta alla base del palo avrà invece una resistenza limite pari alla portanza di punta del palo stesso.

Per la determinazione delle rigidità delle molle si assume uno spostamento di riferimento pari a $\Delta Y = 0.500$.

La rigidità della generica molla, posta a profondità z rispetto al piano campagna sarà data da

$$R_i = \frac{(c_a + \sigma_h K_s \tan \delta) \pi D l_e}{\Delta Y}$$

In questa espressione c_a è l'aderenza palo terreno, σ_h è la pressione orizzontale alla profondità z , δ è l'angolo d'attrito palo terreno, K_s è il coefficiente di spinta e D è il diametro del palo.

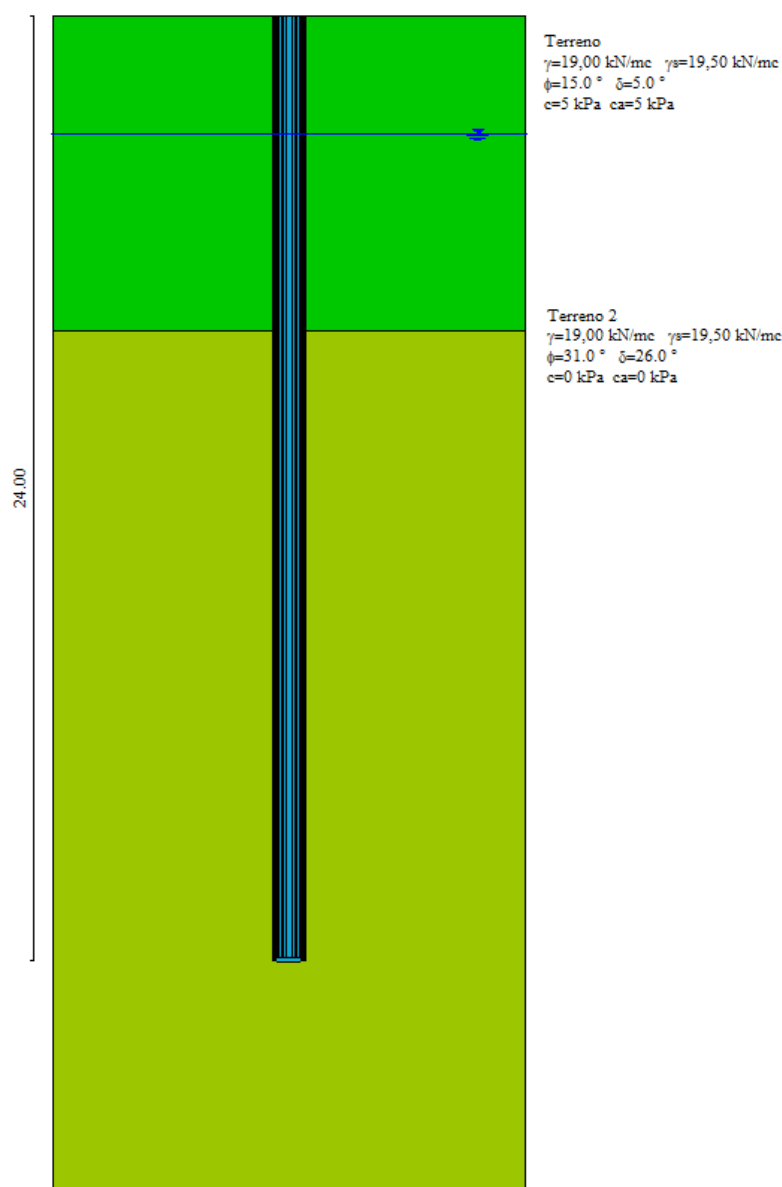
Indicando con Q_p la portanza alla punta del palo, la rigidità della molla posta alla base dello stesso è data da:

$$R_p = \frac{Q_p}{\Delta Y}$$

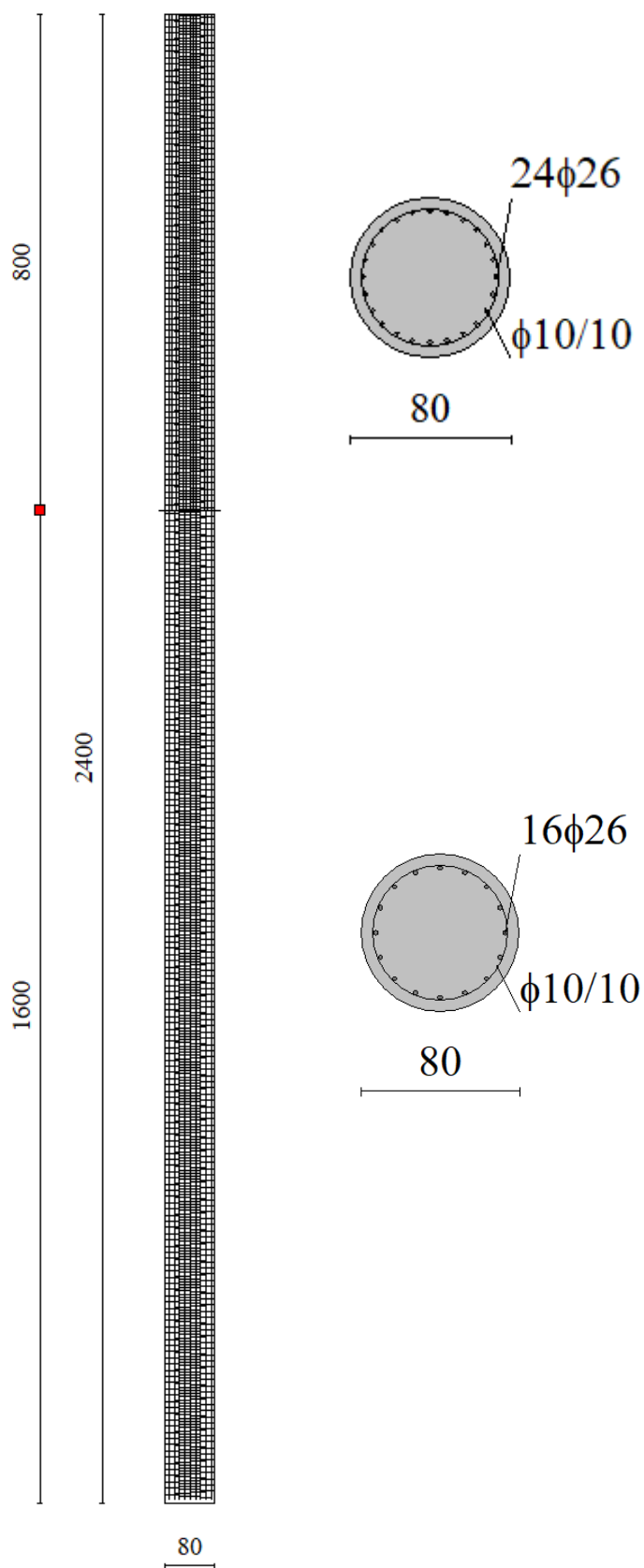
Il processo di soluzione è, naturalmente, di tipo iterativo: a partire da un carico iniziale N_0 si determinano gli spostamenti assiali e quindi le reazioni delle molle. La reazione della molla dovrà essere corretta per tener conto di eventuali plasticizzazioni rispettando le equazioni di equilibrio per ogni passo di carico. Il carico iniziale verrà allora incrementato di un passo opportuno ΔN e si ripeterà il procedimento. Il processo iterativo termina quando tutte le molle risultano plasticizzate.

8.5.3.2 CALCOLO E VERIFICA DEI PALI

Di seguito si riporta l'analisi completa dei pali della spalla

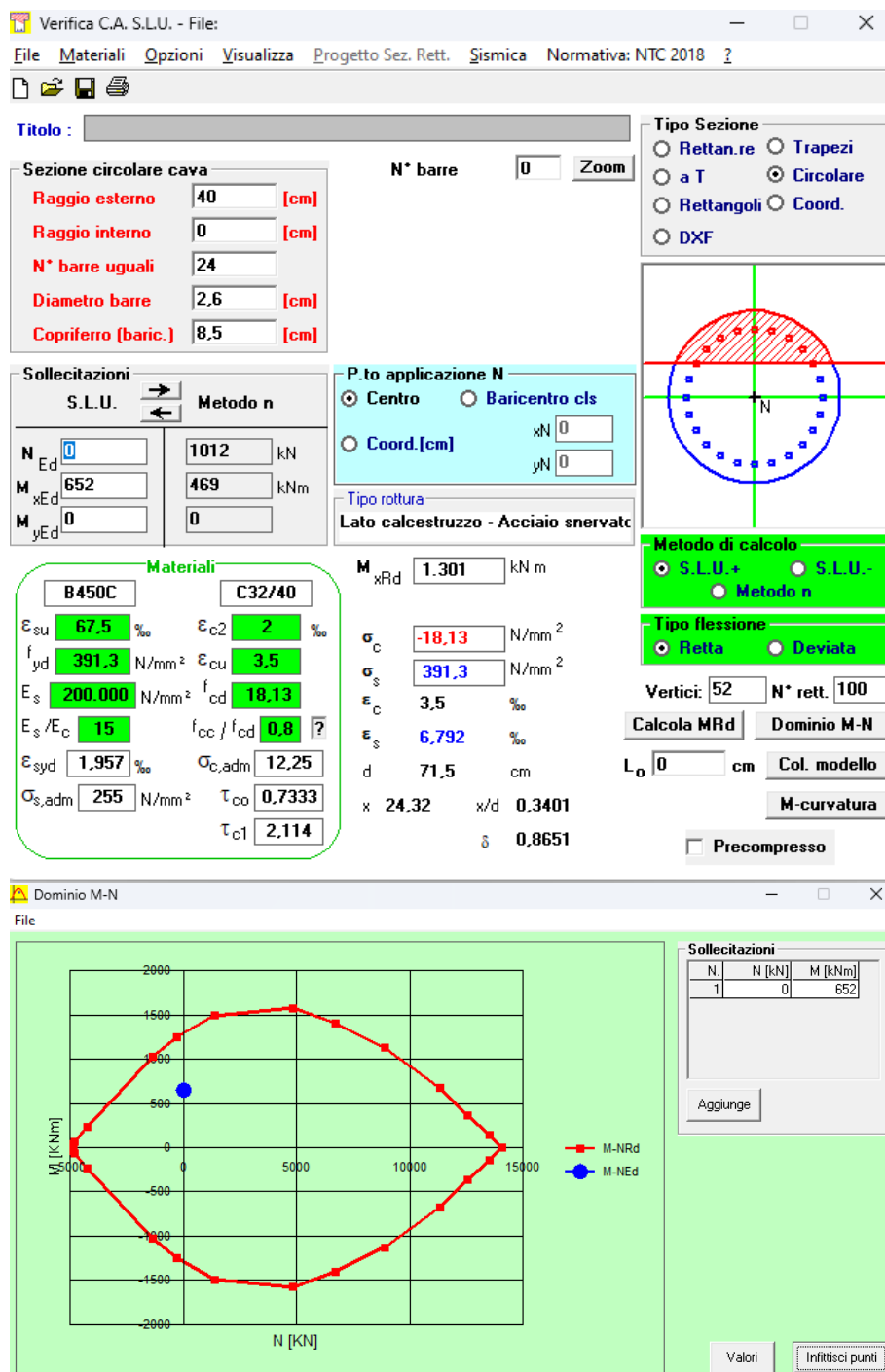


Armatura adottata paria a : 24Ø 26mm staffe Ø10mm passo 10cm per i primi 8m e 16Ø26mm per i restanti 16m.



8.5.3.2.1 Verifica a flessione

A titolo cautelativo è verificata la sezione del palo in sola flessione, senza considerare il contributo della compressione, definendo così il momento plastico per la definizione della portata geotecnica laterale del palo secondo la formulazione di Broms.



La verifica è soddisfatta.

Analizzando la condizione reale si verifica quanto segue, con un coefficiente di sicurezza più elevato.

Verifica C.A. S.L.U. - File: _ □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo:

Sezione circolare cava

Raggio esterno [cm]
Raggio interno [cm]
N° barre uguali
Diametro barre [cm]
Copriferro (baric.) [cm]

N° barre Zoom

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☒ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐
N_{Ed} 1012 kN
M_{xEd} 469 kNm
M_{yEd} 0

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN
Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C32/40
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu}
E_s N/mm² f_{cd}
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{c1}

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

Vertici: N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello
M-curvatura
☐ Precompresso

Dominio M-N _ □ ×

File

Sollecitazioni

N	N [kN]	M [kNm]
1	1153	652

Aggiunge

Valori Infrattisci punti

M-N Diagram

M [kNm] vs N [kN]

Legend: M-NRd (Red line), M-NEd (Blue dot)

8.5.3.2.2 Verifica a fessurazione

Per la verifica della fessurazione si definisce la tensione sul ferro più caricato e successivamente si verificano le dimensioni delle fessure.

Verifica C.A. S.L.U. - File: [X] [Y] [Z]

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

TITOLO : []

Sezione circolare cava

Raggio esterno 40 [cm]
Raggio interno 0 [cm]
N° barre uguali 24
Diametro barre 2,6 [cm]
Copri ferro (baric.) 8,5 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☒ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N Ed 1153 1012 kN
M xEd 652 469 kNm
M yEd 0 0

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali

B450C C32/40

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12,25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

σ_c -9,623 N/mm²
 σ_s 114,5 N/mm²
 ϵ_s 0,5726 ‰
d 71,5 cm
x 39,87 x/d 0,5576
 δ 1

Metodo di calcolo

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☒ Metodo n

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 4


☐ Precompresso

La condizione peggiorativa agli SLE provoca una tensione pari a 114.5 MPa.

VERIFICA A FESSURAZIONE - SEZIONE CIRCOLARE [Circolare 2/02/2009 nr.617 - par. C.4.1.2.2.4.6]

Descrizione	Parametro	Valore	u.m.	Note
Input				
Classe cls		C32/40		
Diametro sezione circolare	\emptyset	800,00	mm	
Diametro barre longitudinali	ϕ_l	26,00	mm	
Numero ferri longitudinali	N_{r,ϕ_l}	24,00	-	
Diametro staffe o spirale	ϕ_{st}	10,00	mm	
Ricoprimento calcestruzzo	c	60,00	mm	
Durata carico		Lunga	-	
Caso flessione/trazione semplice		Flessione	-	
Tipo di barre per aderenza		Aderenza migliorata	-	
Limite apertura fessure	w	0,20	mm	
Tensione massima armatura tesa sez.fessurata	σ_s	114,50	MPa	da VcaSLU

Verifica

Resistenza a compressione cubica cls	R_{ck}	40,00 MPa
Resistenza a compressione cilindrica cls	f_{ck}	32,00 MPa
Interasse ferri longitudinali	$i_{\phi l}$	82,99 mm
Modulo elastico acciaio	E_s	210.000,00 MPa
Armatura singola barra longitudinale	A_{sl}	530,93 mm ²
Resistenza media a trazione cls	f_{ctm}	3,02 MPa
Resistenza a compressione media cls	f_{cm}	40,00 MPa
Modulo elastico medio cls	E_{cm}	33.345,76 MPa
Rapporto E_s/E_{cm}	n_{eff}	6,30
Rapporto area acciaio/area efficace	ρ_{eff}	4,382%
Coefficiente durata carico	k_t	0,40
Coefficiente tipo di azione	k_1	0,50
Coefficiente aderenza barre	k_2	0,80
Coefficiente k_3	k_3	3,40
Coefficiente k_4	k_4	0,43
Deformazione unitaria media barre di calcolo	ϵ_{sm1}	0,0378%
Deformazione unitaria media barre minima	ϵ_{sm2}	0,0327%
Deformazione unitaria media massima	ϵ_{sm}	0,0378%
Distanza massima tra le fessure	Δ_{sm}	304,87 mm
Apertura effettiva delle fessure	w_{eff}	0,12 mm
Coefficiente di sicurezza apertura fessure	CS_{fess}	 1,74

Le verifiche sono soddisfatte, con un'apertura massima delle fessure pari a 0.12 mm < 0.2 mm.

8.5.3.2.3 Verifica a taglio

Si verifica la sezione circolare a taglio con un'azione massima pari a 249 kN.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE CIRCOLARE IN CALCESTRUZZO			
Descrizione	Parametro	Valore u.m.	Note
Azioni sollecitanti			
Momento	M_{sd}	0,00 kNm	
Taglio	V_{sd}	249,00 kN	
Torsione	T_{sd}	0,00 kNm	
Azione assiale (+/- compressione/trazione)	N_{sd}	0,00 kN	
Geometria della sezione			
Elemento		Palo	
Diametro sezione	D	800,00 mm	
Ricoprimento	r	60,00 mm	
Materiali			
Classe calcestruzzo		C32/40	
Acciaio per armatura		FeB450C	
Armature			
Diametro armatura tesa	ϕ	26,00 mm	
Nr. ferri armatura tesa	$n r_{\phi}$	24,00	
Armatura trasversale a spirale		Si	
Diametro staffe	ϕ_{st}	10,00 mm	✓ 0,80
Nr. bracci	$n r_{br. St.}$	2,00	
Passo staffe	s	100,00 mm	✓ 0,48
Diametro asse staffe	D_{st}	670,00 mm	
Inclinazione staffe se circolari	α	90,00	
Inclinazione staffe	α_d	85,73 °	1,50 rad
Inclinazione dei puntoni diagonali	θ_d	45,00 °	0,79 rad
Inclinazione dei puntoni diagonali torsione	θ_{d-tor}	45,00 °	0,79 rad

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE CIRCOLARE IN CALCESTRUZZO			
Descrizione	Parametro	Valore u.m.	Note
Resistenza a taglio della sezione senza armature trasversali			
Copri ferro	d'	83,00 mm	
Altezza utile	d	717,00 mm	
Altezza utile equivalente	d_{eq}	575,27 mm	
Base equivalente	b_{eq}	634,00 mm	
Resistenza a snervamento ferri d'armatura	f_{yk}	450,00 MPa	
Coefficiente di sicurezza acciaio	γ_s	1,15	
Resistenza di progetto acciaio	f_{yd}	391,30 MPa	
Resistenza compressione cil. Cls	f_{ck}	32,00 MPa	
Coefficiente di sicurezza cls	γ_c	1,50	
Coefficiente carichi di lunga durata	α_{cc}	0,85	
Resistenza a compressione cls di progetto	f_{cd}	18,13 MPa	
Armatura totale	$A_{s,tot}$	12.742,30 mm ²	✓ 0,12
Area sezione calcestruzzo	A_c	502.654,82 mm ²	
Azione di compressione (-trazione)	σ_{cp}	0,00 MPa	
Fattore k per taglio	k	1,59	
Tensione resistente a taglio minima	v_{min}	0,40 MPa	
Rapporto geometrico armatura/area cls	ρ_l	2,535%	
Tensione resistente a taglio senza armature	$V_{Rd,d}$	0,83 MPa	
Tensione min. resistente a taglio senza armature	$V_{Rd,min}$	0,40 MPa	
Resistenza a taglio solo calcestruzzo	$V_{Rd,d}$	301,17 kN	
Resistenza a taglio minima	$V_{Rd,min}$	144,73 kN	
Resistenza di progetto a taglio solo cls	V_{Rd}	301,17 kN	
Usage Ratio	UR_v	✓ 0,83	
Coefficiente di sicurezza a taglio	CS_v	✓ 1,21	

Le verifiche sono soddisfatte senza considerare la staffatura.

Considerando la staffatura si ottiene quanto segue, con un coefficiente di sicurezza superiore.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE CIRCOLARE IN CALCESTRUZZO			
Descrizione	Parametro	Valore u.m.	Note
Resistenza a taglio della sezione con armature trasversali			
Armatura a taglio	A_{sw}	157,08 mm ²	
Coefficiente maggiorativo per compressione	α_c	1,00	
Riduzione per calcestruzzo d'anima	v	0,50	
Resistenza taglio trazione	V_{Rsd}	341,04 kN	
Resistenza taglio compressione	V_{Rcd}	1.599,12 kN	
Resistenza a taglio con armature	$V_{Rd,arm}$	341,04 kN	
Usage Ratio	UR_v	✓ 0,73	
Coefficiente di sicurezza a taglio	CS_v	✓ 1,37	

8.5.3.2.4 Verifiche geotecniche

Definizione delle portate

Di seguito si riporta il valore della portata verticale ottenute dal software CARL 16 e il valore della portanza trasversale ottenuta con la formulazione di Broms.

Portata verticale: 1.985,53 kN

Portata orizzontale: 467,74 kN (ved. foglio di calcolo sotto)

VERIFICA PORTATA LATERALE PALI (BROMS 1964)				
Descrizione	Parametro	Valore	u.m.	Note
Terreno		Coesivo	-	
Vincolo in sommità		Incastro	-	
Azione totale di taglio	V_{ed,tot}	249,00	kN	
Nr. di pali interessati	np	1,00	-	
Azione di taglio su singolo palo	V _{Ed}	249,00	kN	
Angolo di attrito	φ	15,00	°	
Peso specifico terreno	γ	19,00	kN/m ³	
Coesione non drenata	c _u	50,00	kPa	
Diametro palo	Ø _p	0,80	m	
Lunghezza palo	L _p	24,00	m	
Momento plastico sommità	M _{p1}	1.301,00	kNm	
Momento plastico inferiore	M _{p2}	1.301,00	kNm	
Carico superficiale	q	20,00	kPa	
Sporgenza palo	s	0,00	m	
Nr. verticali indagate	n _{vert}	2,00	-	
Coeff. Sic. Indagini eff.	ξ ₃	1,65	-	Tab. 6.4.IV
Coeff. Sic. Indagini eff.	ξ ₄	1,55	-	Tab. 6.4.IV
Coeff. Sic. Portata	γ _T	1,30	-	Tab. 6.4.VI
Coeff. Spinta passiva	K _p	1,70	-	(1+senφ)/(1-senφ)
Coeff. Spinta Attiva	K _a	0,59	-	
Coeff. Di Broms	α	4,08	-	3K _p D
Tipo di palo		Lungo		
Profondità M _{max} - formazione cerniera pl.	f	3,99	m	
Resistenza laterale limite	H _{lim}	1.003,29	kN	
Momento massimo	M _{max}	1.301,00	kNm	
Resistenza laterale caratteristica	H _k	608,06	kN	
Resistenza laterale di progetto	H _d	467,74	kN	
Coefficiente di sicurezza	CS	1,88		H _d /V _{Ed}
Usage ratio	UR	53%		1/CS

Le azioni sollecitanti massime sono le seguenti:

Massimo carico assiale: 1.440,00 kN < 1.985,53 kN

Massimo carico trasversale: 249,00 kN < 467,74 kN

Considerazione degli effetti di gruppo

L'effetto di gruppo è verificato nel seguito, riducendo le portate di progetto in funzione del numero e dalla configurazione dei pali.

Riduzione della portata assiale

Per terreni incoerenti è possibile considerare un'efficacia dei pali in gruppo pari al 100% della portata del singolo palo (Vesic 1968). Con interasse pari ad almeno 3 diametri

Per terreni coesivi la formulazione è la seguente:

$$E = 1 - \frac{\arctg\left(\frac{d}{i}\right) (m-1)n + (n-1)m}{\pi \frac{1}{2} \cdot m \cdot n}$$

ed il valore dell'efficacia risulta pari al 70%. Considerato che il palo è immerso in un terreno prettamente incoerente è cautelativo considerare un valore intermedio tra il coefficiente per terreni coesivi e terreni incoerenti, pari all' 85%. Il risultato è il seguente:

EFFICACIA CARICHI ASSIALI PER PALI IN GRUPPO FORMULAZIONE CONVERSE E LABARRE		
Descrizione	Parametro	Valore u.m.
Carico assiale in compressione	$N_{Ed,c}$	1.440,00 kN
Portata a compressione palo singolo	$R_{d,c \text{ sing}}$	1.933,61 kN
Interasse pali	i	2,40 m
Diametro pali	d	0,80 m
Lunghezza pali	L	24,00 m
Numero righe	m	5,00 m
Numero colonne	n	3,00 m
Efficacia di gruppo terreni coesivi	E_v	70%
Efficacia di gruppo di progetto	E_{vd}	85%
$E = 1 - \frac{\arctg\left(\frac{d}{i}\right) (m-1)n + (n-1)m}{\pi \frac{1}{2} \cdot m \cdot n}$		
Portata a compressione palo in gruppo	$R_{d,c \text{ gruppo}}$	1.643,16 kN
Portata a trazione palo in gruppo	$R_{d,t \text{ gruppo}}$	0,00 kN
Coefficiente di sicurezza in compressione	$CS_{,c}$	✓ 1,14

La verifica è soddisfatta.

Riduzione della portata trasversale

L'efficacia dei pali nei confronti delle azioni trasversali è valutata tramite la formulazione di Poulos (1971) riportata di seguito.

**EFFICACIA CARICHI TRASVERSALI PER PALI IN GRUPPO
FORMULAZIONE POULOS (1971)**

Descrizione	Parametro	Valore u.m.
Carico trasversale agente	H_{ed}	249,00 kN
Portata trasversale palo singolo	$H_{d, sing}$	467,74 kN
Interasse pali	i	2,40 m
Diametro pali	d	0,80 m
Lunghezza pali	L	24,00 m
Numero righe	m	3,00 m
Numero colonne	n	5,00 m
	i/d	3,00
Fatt. rid.per pali paralleli al carico- pali frontali	$\beta_{1,f}$	93%
Fatt. rid.per pali paralleli al carico- pali retrostanti	$\beta_{1,r}$	73%
Fatt. rid.per pali perpendicolari al carico	β_2	93%
Inclinazione asse pali rispetto all'asse del carico	θ	0,00°
Fatt. rid.per pali inclinati rispetto all'asse del carico - front.	$\beta_{\theta,f}$	93%
Fatt. rid.per pali inclinati rispetto all'asse del carico - retr.	$\beta_{\theta,r}$	73%
Portata trasv. palo in gruppo - pali frontali - pali parall. al carico	$H_{d, gruppo, 1, f}$	435,67 kN
Portata trasv. palo in gruppo - pali retrost. - pali parall. al carico	$H_{d, gruppo, 1, r}$	340,84 kN
Portata trasv. palo in gruppo - pali perpendicolari al carico	$H_{d, gruppo, 2}$	434,92 kN
Coefficiente di sicurezza ai carichi trasversali (minimo)	$CS_{H, min}$	✓ 1,37

Come dimostrato nonostante la riduzione della capacità trasversale la verifica è soddisfatta.

8.5.3.3 FASCICOLO DEI CALCOLI

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

Descr	Descrizione del palo
Frm	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
X	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
Y	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
D	Diametro del palo espresso in [cm]
L	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo 80	(C)	0,00	0,00	80,00	24,00

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kPa]
ca	Adesione del terreno espressa in [kPa]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
c_{min}, c_{med}	Coesione del terreno minima e media espressa in [kPa]
ca_{min}, ca_{med}	Adesione del terreno minima e media espressa in [kPa]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	ca [kPa]
Terreno	19,000	19,500	15,00	5,00	5,0	5,0
Terreno 2	19,000	19,500	31,00	26,00	0,0	0,0

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	c_{min} [kPa]	ca_{min} [kPa]
Terreno	15,00	5,00	5,0	5,0
Terreno 2	31,00	26,00	0,0	0,0

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	c_{med} [kPa]	ca_{med} [kPa]
Terreno	15,00	5,00	5,0	5,0
Terreno 2	31,00	26,00	0,0	0,0

Falda

Profondità dal piano di posa 3,00 [m]

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

N	Identificativo strato
$Z1$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
$Z2$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
$Z3$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
Kw	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
α	Coefficiente di espansione laterale

n°	$Z1$ [m]	$Z2$ [m]	$Z3$ [m]	Terreno	Kw [kg/cmq/cm]	Ks	α
1	-8,0	-8,0	-8,0	Terreno 1	0.30	0.70	1.00
2	-30,0	-30,0	-30,0	Terreno 2	1.00	0.70	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 2 $\xi_3=1.65 \xi_4=1.55$

Condizioni di carico

Le condizioni di carico definite rappresentano le combinazioni di calcolo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

f_{nd} Indice della fondazione

N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kN]

M_{YTOT} Momento in direzione Y espresso in [kNm]

T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - A1-M1-R3

Fondazione	N_{TOT} [kN]	M_{YTOT} [kNm]	T_{XTOT} [kN]
Palo 80	1440,000	359,000	166,000

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - A1-M1-R3

Fondazione	N_{TOT} [kN]	M_{YTOT} [kNm]	T_{XTOT} [kN]
Palo 80	176,000	600,000	235,000

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - A1-M1-R3

Fondazione	N_{TOT} [kN]	M_{YTOT} [kNm]	T_{XTOT} [kN]
Palo 80	417,000	473,000	183,000

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - A1-M1-R3

Fondazione	N_{TOT} [kN]	M_{YTOT} [kNm]	T_{XTOT} [kN]
Palo 80	448,000	420,000	164,000

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - A1-M1-R3

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	1052,000	104,000	40,000

Condizione n° 6 - Condizione n° 6 - A1-M1-R3

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	1153,000	652,000	249,000

Condizione n° 7 - Condizione n° 7 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	1066,000	267,000	124,000

Condizione n° 8 - Condizione n° 8 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	551,000	372,000	145,000

Condizione n° 9 - Condizione n° 9 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	722,000	305,000	117,000

Condizione n° 10 - Condizione n° 10 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	922,000	385,000	145,000

Condizione n° 11 - Condizione n° 11 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	669,000	224,000	86,000

Condizione n° 12 - Condizione n° 12 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	1012,000	469,000	177,000

Condizione n° 13 - Condizione n° 13 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	675,000	181,000	86,000

Condizione n° 14 - Condizione n° 14 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	953,000	414,000	156,000

Condizione n° 15 - Condizione n° 15 - SLEQ

Fondazione	N _{TOT} [kN]	M _{YTOT} [kNm]	T _{XTOT} [kN]
Palo 80	765,000	304,000	117,000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 6	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 7	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 8	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 9	1.00	1.00

Combinazione n° 10 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 10	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 11	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 12	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 13	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 14	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - SLEQ

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 15	1.00	1.00

Opzioni di calcolo

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza assiale

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Berezantzev ridotto.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

E' stata impostata una pressione a piano imposta pali pari a 20 [kPa], che tiene conto della ricopertura di terreno a monte della fondazione

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo degli Elementi Finiti.

Spostamento limite attrito laterale: 0,50 [cm]

Spostamento limite punta: 1,00 [cm]

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione

Nc, Nq Fattori di capacità portante

Pl_{min}, Pl_{med} Portanza laterale minima e media espressa in [kN]

Pp_{min}, Pp_{med} Portanza di punta minima e media espressa in [kN]

Pd Portanza di progetto espressa in [kN]

N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kN]

η Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	21.75	12.56
2	21.75	12.56
3	21.75	12.56
4	21.75	12.56
5	21.75	12.56
6	21.75	12.56

cmb	Pl _{med} [kN]	Pp _{med} [kN]	Pl _{min} [kN]	Pp _{min} [kN]	Wp [kN]	Pd [kN]	N [kN]	η
1	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	1440,00	1.379
2	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	176,00	11.281
3	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	417,00	4.761
4	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	448,00	4.432
5	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	1052,00	1.887
6	2987,98	1771,61	2987,98	1771,61	295,77	1985,53	1153,00	1.722

Cedimento verticale in testa ai pali

Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione

w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]

u Spostamento orizzontale in testa al palo, espresso in [cm]

cmb	w [cm]	u [cm]
1	0,3068	1,1744
2	0,0375	1,6626
3	0,0888	1,2947
4	0,0954	1,1603
5	0,2241	0,2830
6	0,2456	1,7616
7	0,2271	0,8773
8	0,1174	1,0259
9	0,1538	0,8278
10	0,1964	1,0259
11	0,1425	0,6084
12	0,2156	1,2523
13	0,1438	0,6084
14	0,2030	1,1037
15	0,1630	0,8278

Sollecitazioni

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])

N sforzo normale espresso in [kN]

T taglio espresso in [kN]

M momento espresso in [kNm]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	495,5044	166,0000	1440,0000	2	0,00	456,4605	156,0637	1441,5576
3	0,48	419,0052	149,4810	1443,0539	4	0,48	383,1297	142,9549	1444,4886
5	0,96	348,8206	136,5037	1445,8620	6	0,96	316,0597	130,1441	1447,1739
7	1,44	284,8251	123,8912	1448,4244	8	1,44	255,0912	117,7586	1449,6134
9	1,92	226,8291	111,7585	1450,7411	10	1,92	200,0071	105,9016	1451,8073
11	2,40	174,5907	100,1975	1452,8120	12	2,40	150,5433	94,6544	1453,7553
13	2,88	127,8263	89,2796	1454,6372	14	2,88	106,3992	84,0790	1455,4615
15	3,36	86,2202	79,0578	1456,2506	16	3,36	67,2463	74,2199	1457,0084
17	3,84	49,4336	69,5685	1457,7348	18	3,84	32,7371	65,1059	1458,4300
19	4,32	17,1117	60,8336	1459,0937	20	4,32	2,5116	56,7524	1459,7261
21	4,80	-11,1089	52,8623	1460,3272	22	4,80	-23,7959	49,1627	1460,8970
23	5,28	-35,5950	45,6524	1461,4354	24	5,28	-46,5515	42,3296	1461,9425
25	5,76	-56,7106	39,1921	1462,4182	26	5,76	-66,1167	36,2370	1462,8626
27	6,24	-74,8136	33,4611	1463,2756	28	6,24	-82,8443	30,8607	1463,6573
29	6,72	-90,2508	28,4319	1464,0077	30	6,72	-97,0745	26,1703	1464,3267
31	7,20	-103,3554	24,0711	1464,6144	32	7,20	-109,1324	22,1293	1464,8708
33	7,68	-114,4434	20,3397	1465,0958	34	7,68	-119,3250	18,6967	1465,2894
35	8,16	-123,8122	13,6895	1460,9981	36	8,16	-127,0977	9,1317	1454,3292
37	8,64	-129,2893	5,0027	1447,4855	38	8,64	-130,4899	1,2813	1440,4672
39	9,12	-130,7974	-2,0534	1433,2741	40	9,12	-130,3046	-5,0227	1425,9063
41	9,60	-129,0992	-7,6476	1418,3638	42	9,60	-127,2638	-9,9489	1410,6466

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
43	10,08	-124,8760	-11,9473	1402,7546	44	10,08	-122,0087	-13,6628	1394,6880
45	10,56	-118,7296	-15,1151	1386,4466	46	10,56	-115,1020	-16,3233	1378,0305
47	11,04	-111,1844	-17,3060	1369,4397	48	11,04	-107,0309	-18,0810	1360,6742
49	11,52	-102,6915	-18,6656	1351,7340	50	11,52	-98,2117	-19,0762	1342,6190
51	12,00	-93,6334	-19,3286	1333,3294	52	12,00	-88,9946	-19,4378	1323,8650
53	12,48	-84,3295	-19,4182	1314,2259	54	12,48	-79,6691	-19,2832	1304,4121
55	12,96	-75,0412	-19,0456	1294,4236	56	12,96	-70,4702	-18,7173	1284,2603
57	13,44	-65,9781	-18,3098	1273,9224	58	13,44	-61,5837	-17,8336	1263,4097
59	13,92	-57,3036	-17,2984	1252,7223	60	13,92	-53,1520	-16,7135	1241,8602
61	14,40	-49,1408	-16,0873	1230,8234	62	14,40	-45,2798	-15,4277	1219,6119
63	14,88	-41,5772	-14,7420	1208,2256	64	14,88	-38,0391	-14,0366	1196,6647
65	15,36	-34,6703	-13,3178	1184,9290	66	15,36	-31,4740	-12,5909	1173,0186
67	15,84	-28,4522	-11,8611	1160,9335	68	15,84	-25,6055	-11,1328	1148,6737
69	16,32	-22,9337	-10,4101	1136,2392	70	16,32	-20,4352	-9,6967	1123,6299
71	16,80	-18,1080	-8,9957	1110,8459	72	16,80	-15,9491	-8,3100	1097,8873
73	17,28	-13,9547	-7,6422	1084,7539	74	17,28	-12,1206	-6,9944	1071,4458
75	17,76	-10,4419	-6,3686	1057,9629	76	17,76	-8,9135	-5,7664	1044,3054
77	18,24	-7,5295	-5,1891	1030,4731	78	18,24	-6,2841	-4,6380	1016,4662
79	18,72	-5,1710	-4,1141	1002,2845	80	18,72	-4,1836	-3,6181	987,9281
81	19,20	-3,3153	-3,1507	973,3970	82	19,20	-2,5591	-2,7123	958,6911
83	19,68	-1,9082	-2,3034	943,8106	84	19,68	-1,3554	-1,9243	928,7553
85	20,16	-0,8935	-1,5751	913,5254	86	20,16	-0,5155	-1,2559	898,1207
87	20,64	-0,2141	-0,9670	882,5413	88	20,64	0,0180	-0,7081	866,7871
89	21,12	0,1879	-0,4794	850,8583	90	21,12	0,3030	-0,2808	834,7547
91	21,60	0,3704	-0,1122	818,4765	92	21,60	0,3973	0,0265	802,0235
93	22,08	0,3909	0,1352	785,3958	94	22,08	0,3585	0,2142	768,5934
95	22,56	0,3071	0,2634	751,6163	96	22,56	0,2439	0,2828	734,4644
97	23,04	0,1760	0,2727	717,1379	98	23,04	0,1105	0,2328	699,6366
99	23,52	0,0547	0,1634	681,9606	100	23,52	0,0154	0,0643	664,1099
101	24,00	0,0000	0,0643	646,0845	102				

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	701,4670	235,0000	176,0000	2	0,00	646,1940	220,9335	178,5771
3	0,48	593,1700	211,6146	181,1376	4	0,48	542,3825	202,3759	183,6814
5	0,96	493,8123	193,2432	186,2084	6	0,96	447,4339	184,2402	188,7188
7	1,44	403,2163	175,3882	191,2124	8	1,44	361,1231	166,7065	193,6894
9	1,92	321,1135	158,2123	196,1497	10	1,92	283,1426	149,9209	198,5933
11	2,40	247,1616	141,8458	201,0202	12	2,40	213,1186	133,9987	203,4303
13	2,88	180,9589	126,3898	205,8238	14	2,88	150,6253	119,0275	208,2016
15	3,36	122,0587	111,9191	210,5699	16	3,36	95,1981	105,0703	212,9297
17	3,84	69,9812	98,4855	215,2809	18	3,84	46,3447	92,1680	217,6236
19	4,32	24,2244	86,1199	219,9578	20	4,32	3,5556	80,3423	222,2835
21	4,80	-15,7265	74,8352	224,6007	22	4,80	-33,6870	69,5978	226,9093
23	5,28	-50,3905	64,6284	229,2095	24	5,28	-65,9013	59,9245	231,5011
25	5,76	-80,2831	55,4827	233,7842	26	5,76	-93,5990	51,2993	236,0587
27	6,24	-105,9108	47,3696	238,3248	28	6,24	-117,2795	43,6884	240,5823
29	6,72	-127,7647	40,2500	242,8314	30	6,72	-137,4247	37,0483	245,0719
31	7,20	-146,3163	34,0765	247,3039	32	7,20	-154,4947	31,3276	249,5273
33	7,68	-162,0133	28,7941	251,7423	34	7,68	-168,9239	26,4682	253,9487
35	8,16	-175,2763	19,3798	254,9362	36	8,16	-179,9274	12,9275	255,2774
37	8,64	-183,0300	7,0821	255,5712	38	8,64	-184,7297	1,8139	255,8174
39	9,12	-185,1650	-2,9069	256,0162	40	9,12	-184,4674	-7,1104	256,1675
41	9,60	-182,7609	-10,8264	256,2713	42	9,60	-180,1626	-14,0843	256,3276
43	10,08	-176,7823	-16,9133	256,3365	44	10,08	-172,7231	-19,3419	256,2978
45	10,56	-168,0811	-21,3979	256,2117	46	10,56	-162,9456	-23,1083	256,0780
47	11,04	-157,3996	-24,4995	255,8969	48	11,04	-151,5197	-25,5967	255,6683
49	11,52	-145,3765	-26,4242	255,3922	50	11,52	-139,0347	-27,0055	255,0687
51	12,00	-132,5534	-27,3628	254,6976	52	12,00	-125,9863	-27,5174	254,2791
53	12,48	-119,3821	-27,4896	253,8131	54	12,48	-112,7846	-27,2985	253,2995
55	12,96	-106,2330	-26,9621	252,7385	56	12,96	-99,7621	-26,4975	252,1301
57	13,44	-93,4027	-25,9206	251,4741	58	13,44	-87,1817	-25,2463	250,7706
59	13,92	-81,1226	-24,4887	250,0197	60	13,92	-75,2453	-23,6607	249,2213
61	14,40	-69,5668	-22,7742	248,3754	62	14,40	-64,1010	-21,8405	247,4819
63	14,88	-58,8592	-20,8697	246,5411	64	14,88	-53,8505	-19,8711	245,5527
65	15,36	-49,0815	-18,8535	244,5168	66	15,36	-44,5566	-17,8245	243,4335
67	15,84	-40,2787	-16,7913	242,3027	68	15,84	-36,2488	-15,7603	241,1243
69	16,32	-32,4663	-14,7372	239,8985	70	16,32	-28,9294	-13,7272	238,6252
71	16,80	-25,6349	-12,7348	237,3045	72	16,80	-22,5785	-11,7641	235,9362
73	17,28	-19,7551	-10,8187	234,5205	74	17,28	-17,1586	-9,9017	233,0572
75	17,76	-14,7822	-9,0158	231,5465	76	17,76	-12,6184	-8,1632	229,9883
77	18,24	-10,6593	-7,3460	228,3826	78	18,24	-8,8962	-6,5659	226,7294
79	18,72	-7,3204	-5,8242	225,0288	80	18,72	-5,9226	-5,1220	223,2806
81	19,20	-4,6933	-4,4603	221,4850	82	19,20	-3,6229	-3,8397	219,6419
83	19,68	-2,7013	-3,2609	217,7513	84	19,68	-1,9187	-2,7241	215,8132
85	20,16	-1,2649	-2,2298	213,8276	86	20,16	-0,7298	-1,7780	211,7945
87	20,64	-0,3031	-1,3689	209,7140	88	20,64	0,0255	-1,0024	207,5859
89	21,12	0,2660	-0,6787	205,4104	90	21,12	0,4289	-0,3975	203,1874
91	21,60	0,5243	-0,1588	200,9169	92	21,60	0,5624	0,0375	198,5989
93	22,08	0,5534	0,1915	196,2334	94	22,08	0,5075	0,3032	193,8205
95	22,56	0,4347	0,3728	191,3600	96	22,56	0,3452	0,4004	188,8521
97	23,04	0,2491	0,3860	186,2967	98	23,04	0,1565	0,3296	183,6938
99	23,52	0,0774	0,2313	181,0434	100	23,52	0,0219	0,0911	178,3455
101	24,00	0,0000	0,0911	175,6002	102				

Combinazione n° 3

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	546,2488	183,0000	417,0000	2	0,00	503,2064	172,0461	419,3828
3	0,48	461,9154	164,7893	421,7403	4	0,48	422,3659	157,5948	424,0726
5	0,96	384,5432	150,4830	426,3797	6	0,96	348,4273	143,4721	428,6616
7	1,44	313,9939	136,5789	430,9182	8	1,44	281,2150	129,8183	433,1496
9	1,92	250,0586	123,2036	435,3558	10	1,92	220,4898	116,7469	437,5368
11	2,40	192,4705	110,4587	439,6925	12	2,40	165,9604	104,3479	441,8230
13	2,88	140,9169	98,4227	443,9283	14	2,88	117,2955	92,6895	446,0099
15	3,36	95,0500	87,1540	448,0771	16	3,36	74,1330	81,8207	450,1314
17	3,84	54,4960	76,6930	452,1728	18	3,84	36,0897	71,7734	454,2014
19	4,32	18,8641	67,0636	456,2171	20	4,32	2,7688	62,5644	458,2200
21	4,80	-12,2466	58,2759	460,2099	22	4,80	-26,2328	54,1975	462,1870
23	5,28	-39,2402	50,3277	464,1513	24	5,28	-51,3189	46,6646	466,1026
25	5,76	-62,5184	43,2057	468,0411	26	5,76	-72,8877	39,9480	469,9668
27	6,24	-82,4752	36,8878	471,8795	28	6,24	-91,3283	34,0212	473,7794
29	6,72	-99,4934	31,3436	475,6664	30	6,72	-107,0159	28,8504	477,5406
31	7,20	-113,9399	26,5362	479,4018	32	7,20	-120,3086	24,3956	481,2502
33	7,68	-126,1636	22,4227	483,0858	34	7,68	-131,5450	20,6114	484,9085
35	8,16	-136,4917	15,0915	484,8894	36	8,16	-140,1137	10,0669	483,8941
37	8,64	-142,5298	5,5150	482,8270	38	8,64	-143,8533	1,4125	481,6881
39	9,12	-144,1924	-2,2637	480,4776	40	9,12	-143,6491	-5,5370	479,1952
41	9,60	-142,3202	-8,4307	477,8411	42	9,60	-140,2968	-10,9678	476,4153
43	10,08	-137,6645	-13,1708	474,9178	44	10,08	-134,5035	-15,0620	473,3485
45	10,56	-130,8887	-16,6630	471,7074	46	10,56	-126,8895	-17,9950	469,9946
47	11,04	-122,5707	-19,0783	468,2101	48	11,04	-117,9919	-19,9327	466,3538
49	11,52	-113,2081	-20,5771	464,4258	50	11,52	-108,2696	-21,0298	462,4260
51	12,00	-103,2224	-21,3080	460,3545	52	12,00	-98,1085	-21,4285	458,2112
53	12,48	-92,9656	-21,4068	455,9962	54	12,48	-87,8280	-21,2580	453,7095
55	12,96	-82,7261	-20,9960	451,3510	56	12,96	-77,6871	-20,6342	448,9207
57	13,44	-72,7349	-20,1849	446,4187	58	13,44	-67,8905	-19,6599	443,8450
59	13,92	-63,1721	-19,0699	441,1995	60	13,92	-58,5953	-18,4251	438,4823
61	14,40	-54,1733	-17,7348	435,6934	62	14,40	-49,9169	-17,0077	432,8327
63	14,88	-45,8351	-16,2517	429,9002	64	14,88	-41,9347	-15,4741	426,8960
65	15,36	-38,2209	-14,6816	423,8201	66	15,36	-34,6973	-13,8804	420,6724
67	15,84	-31,3660	-13,0758	417,4530	68	15,84	-28,2278	-12,2729	414,1618
69	16,32	-25,2823	-11,4762	410,7989	70	16,32	-22,5280	-10,6897	407,3643
71	16,80	-19,9625	-9,9169	403,8579	72	16,80	-17,5824	-9,1610	400,2797
73	17,28	-15,3838	-8,4248	396,6298	74	17,28	-13,3618	-7,7107	392,9082
75	17,76	-11,5113	-7,0208	389,1148	76	17,76	-9,8263	-6,3569	385,2497
77	18,24	-8,3006	-5,7205	381,3128	78	18,24	-6,9277	-5,1130	377,3042
79	18,72	-5,7006	-4,5354	373,2239	80	18,72	-4,6121	-3,9886	369,0718
81	19,20	-3,6548	-3,4733	364,8479	82	19,20	-2,8212	-2,9901	360,5524
83	19,68	-2,1036	-2,5393	356,1850	84	19,68	-1,4942	-2,1213	351,7460
85	20,16	-0,9850	-1,7364	347,2351	86	20,16	-0,5683	-1,3846	342,6526
87	20,64	-0,2360	-1,0660	337,9983	88	20,64	0,0198	-0,7806	333,2722
89	21,12	0,2072	-0,5285	328,4744	90	21,12	0,3340	-0,3095	323,6049
91	21,60	0,4083	-0,1236	318,6636	92	21,60	0,4380	0,0292	313,6506
93	22,08	0,4310	0,1491	308,5658	94	22,08	0,3952	0,2361	303,4093
95	22,56	0,3385	0,2903	298,1810	96	22,56	0,2688	0,3118	292,8810
97	23,04	0,1940	0,3006	287,5093	98	23,04	0,1219	0,2567	282,0658
99	23,52	0,0603	0,1801	276,5506	100	23,52	0,0170	0,0709	270,9636
101	24,00	0,0000	0,0709	265,3049	102				

Combinazione n° 4

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	489,5345	164,0000	448,0000	2	0,00	450,9609	154,1834	450,3578
3	0,48	413,9569	147,6800	452,6892	4	0,48	378,5137	141,2325	454,9943
5	0,96	344,6179	134,8591	457,2731	6	0,96	312,2517	128,5761	459,5256
7	1,44	281,3935	122,3986	461,7517	8	1,44	252,0178	116,3399	463,9515
9	1,92	224,0963	110,4120	466,1250	10	1,92	197,5974	104,6257	468,2722
11	2,40	172,4872	98,9903	470,3931	12	2,40	148,7295	93,5140	472,4876
13	2,88	126,2862	88,2039	474,5558	14	2,88	105,1172	83,0660	476,5993
15	3,36	85,1814	78,1053	478,6278	16	3,36	66,4361	73,3257	480,6428
17	3,84	48,8380	68,7303	482,6444	18	3,84	32,3427	64,3215	484,6326
19	4,32	16,9055	60,1007	486,6073	20	4,32	2,4814	56,0687	488,5686
21	4,80	-10,9751	52,2254	490,5165	22	4,80	-23,5092	48,5704	492,4510
23	5,28	-35,1661	45,1024	494,3720	24	5,28	-45,9907	41,8196	496,2796
25	5,76	-56,0274	38,7199	498,1738	26	5,76	-65,3202	35,8004	500,0545
27	6,24	-73,9122	33,0579	501,9218	28	6,24	-81,8461	30,4889	503,7757
29	6,72	-89,1635	28,0894	505,6161	30	6,72	-95,9049	25,8550	507,4432
31	7,20	-102,1101	23,7811	509,2568	32	7,20	-107,8176	21,8627	511,0569
33	7,68	-113,0646	20,0946	512,8437	34	7,68	-117,8873	18,4714	514,6170
35	8,16	-122,3205	13,5246	514,4685	36	8,16	-125,5664	9,0217	513,3012
37	8,64	-127,7316	4,9424	512,0591	38	8,64	-128,9178	1,2659	510,7421
39	9,12	-129,2216	-2,0287	509,3502	40	9,12	-128,7347	-4,9622	507,8834
41	9,60	-127,5438	-7,5554	506,3418	42	9,60	-125,7305	-9,8291	504,7254
43	10,08	-123,3715	-11,8033	503,0340	44	10,08	-120,5387	-13,4982	501,2678
45	10,56	-117,2991	-14,9330	499,4268	46	10,56	-113,7152	-16,1267	497,5108
47	11,04	-109,8448	-17,0975	495,5201	48	11,04	-105,7414	-17,8632	493,4544
49	11,52	-101,4542	-18,4407	491,3139	50	11,52	-97,0285	-18,8464	489,0985
51	12,00	-92,5053	-19,0957	486,8083	52	12,00	-87,9224	-19,2037	484,4431
53	12,48	-83,3135	-19,1842	482,0032	54	12,48	-78,7093	-19,0509	479,4883
55	12,96	-74,1371	-18,8161	476,8986	56	12,96	-69,6212	-18,4918	474,2340
57	13,44	-65,1831	-18,0892	471,4946	58	13,44	-60,8417	-17,6187	468,6803
59	13,92	-56,6132	-17,0900	465,7911	60	13,92	-52,5116	-16,5121	462,8271
61	14,40	-48,5487	-15,8935	459,7882	62	14,40	-44,7343	-15,2419	456,6745
63	14,88	-41,0762	-14,5644	453,4858	64	14,88	-37,5808	-13,8675	450,2224

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
65	15,36	-34,2526	-13,1573	446,8840	66	15,36	-31,0948	-12,4392	443,4708
67	15,84	-28,1094	-11,7182	439,9827	68	15,84	-25,2970	-10,9987	436,4198
69	16,32	-22,6574	-10,2847	432,7820	70	16,32	-20,1890	-9,5798	429,0693
71	16,80	-17,8899	-8,8873	425,2817	72	16,80	-15,7569	-8,2099	421,4193
73	17,28	-13,7866	-7,5501	417,4821	74	17,28	-11,9745	-6,9101	413,4699
75	17,76	-10,3161	-6,2919	409,3830	76	17,76	-8,8061	-5,6969	405,2211
77	18,24	-7,4388	-5,1266	400,9844	78	18,24	-6,2084	-4,5822	396,6728
79	18,72	-5,1087	-4,0645	392,2863	80	18,72	-4,1332	-3,5745	387,8250
81	19,20	-3,2753	-3,1127	383,2888	82	19,20	-2,5283	-2,6796	378,6778
83	19,68	-1,8852	-2,2757	373,9919	84	19,68	-1,3390	-1,9011	369,2311
85	20,16	-0,8828	-1,5561	364,3955	86	20,16	-0,5093	-1,2408	359,4849
87	20,64	-0,2115	-0,9553	354,4996	88	20,64	0,0178	-0,6996	349,4393
89	21,12	0,1857	-0,4736	344,3042	90	21,12	0,2993	-0,2774	339,0943
91	21,60	0,3659	-0,1108	333,8095	92	21,60	0,3925	0,0262	328,4498
93	22,08	0,3862	0,1336	323,0152	94	22,08	0,3541	0,2116	317,5058
95	22,56	0,3034	0,2602	311,9215	96	22,56	0,2409	0,2794	306,2624
97	23,04	0,1739	0,2694	300,5283	98	23,04	0,1092	0,2300	294,7195
99	23,52	0,0540	0,1614	288,8357	100	23,52	0,0153	0,0636	282,8771
101	24,00	0,0000	0,0636	276,8436	102				

Combinazione n° 5

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	119,3986	40,0000	1052,0000	2	0,00	109,9905	37,6057	1053,8706
3	0,48	100,9651	36,0195	1055,6935	4	0,48	92,3204	34,4470	1057,4687
5	0,96	84,0532	32,8925	1059,1962	6	0,96	76,1590	31,3600	1060,8760
7	1,44	68,6326	29,8533	1062,5081	8	1,44	61,4678	28,3756	1064,0925
9	1,92	54,6576	26,9298	1065,6292	10	1,92	48,1945	25,5185	1067,1181
11	2,40	42,0701	24,1440	1068,5594	12	2,40	36,2755	22,8083	1069,9530
13	2,88	30,8015	21,5132	1071,2989	14	2,88	25,6384	20,2600	1072,6001
15	3,36	20,7760	19,0501	1073,8739	16	3,36	16,2039	17,8843	1075,1235
17	3,84	11,9117	16,7635	1076,3487	18	3,84	7,8885	15,6882	1077,5495
19	4,32	4,1233	14,6587	1078,7261	20	4,32	0,6052	13,6753	1079,8783
21	4,80	-2,6769	12,7379	1081,0061	22	4,80	-5,7340	11,8464	1082,1096
23	5,28	-8,5771	11,0006	1083,1888	24	5,28	-11,2172	10,1999	1084,2437
25	5,76	-13,6652	9,4439	1085,2742	26	5,76	-15,9317	8,7318	1086,2804
27	6,24	-18,0274	8,0629	1087,2622	28	6,24	-19,9625	7,4363	1088,2198
29	6,72	-21,7472	6,8511	1089,1529	30	6,72	-23,3914	6,3061	1090,0618
31	7,20	-24,9049	5,8003	1090,9463	32	7,20	-26,2970	5,3324	1091,8065
33	7,68	-27,5767	4,9011	1092,6423	34	7,68	-28,7530	4,5052	1093,4538
35	8,16	-29,8343	3,2987	1090,7829	36	8,16	-30,6259	2,2004	1086,2658
37	8,64	-31,1540	1,2055	1081,6131	38	8,64	-31,4434	0,3088	1076,8247
39	9,12	-31,5175	-0,4948	1071,9006	40	9,12	-31,3987	-1,2103	1066,8409
41	9,60	-31,1082	-1,8428	1061,6455	42	9,60	-30,6660	-2,3973	1056,3145
43	10,08	-30,0906	-2,8789	1050,8478	44	10,08	-29,3997	-3,2922	1045,2454
45	10,56	-28,6095	-3,6422	1039,5074	46	10,56	-27,7354	-3,9333	1033,6337
47	11,04	-26,7914	-4,1701	1027,6244	48	11,04	-25,7906	-4,3569	1021,4794
49	11,52	-24,7449	-4,4977	1015,1987	50	11,52	-23,6655	-4,5967	1008,7824
51	12,00	-22,5623	-4,6575	1002,2304	52	12,00	-21,4445	-4,6838	995,5427
53	12,48	-20,3204	-4,6791	988,7194	54	12,48	-19,1974	-4,6465	981,7604
55	12,96	-18,0822	-4,5893	974,6658	56	12,96	-16,9808	-4,5102	967,4355
57	13,44	-15,8983	-4,4120	960,0696	58	13,44	-14,8394	-4,2972	952,5680
59	13,92	-13,8081	-4,1683	944,9307	60	13,92	-12,8077	-4,0273	937,1578
61	14,40	-11,8412	-3,8765	929,2492	62	14,40	-10,9108	-3,7175	921,2049
63	14,88	-10,0186	-3,5523	913,0250	64	14,88	-9,1660	-3,3823	904,7094
65	15,36	-8,3543	-3,2091	896,2582	66	15,36	-7,5841	-3,0340	887,6713
67	15,84	-6,8560	-2,8581	878,9487	68	15,84	-6,1700	-2,6826	870,0905
69	16,32	-5,5262	-2,5085	861,0966	70	16,32	-4,9242	-2,3365	851,9671
71	16,80	-4,3634	-2,1676	842,7019	72	16,80	-3,8432	-2,0024	833,3010
73	17,28	-3,3626	-1,8415	823,7645	74	17,28	-2,9206	-1,6854	814,0923
75	17,76	-2,5161	-1,5346	804,2845	76	17,76	-2,1478	-1,3895	794,3410
77	18,24	-1,8143	-1,2504	784,2618	78	18,24	-1,5142	-1,1176	774,0470
79	18,72	-1,2460	-0,9913	763,6965	80	18,72	-1,0081	-0,8718	753,2104
81	19,20	-0,7989	-0,7592	742,5885	82	19,20	-0,6167	-0,6536	731,8311
83	19,68	-0,4598	-0,5550	720,9379	84	19,68	-0,3266	-0,4637	709,9092
85	20,16	-0,2153	-0,3795	698,7447	86	20,16	-0,1242	-0,3026	687,4446
87	20,64	-0,0516	-0,2330	676,0088	88	20,64	0,0043	-0,1706	664,4374
89	21,12	0,0453	-0,1155	652,7303	90	21,12	0,0730	-0,0677	640,8876
91	21,60	0,0892	-0,0270	628,9091	92	21,60	0,0957	0,0064	616,7951
93	22,08	0,0942	0,0326	604,5453	94	22,08	0,0864	0,0516	592,1599
95	22,56	0,0740	0,0635	579,6389	96	22,56	0,0588	0,0682	566,9822
97	23,04	0,0424	0,0657	554,1898	98	23,04	0,0266	0,0561	541,2617
99	23,52	0,0132	0,0394	528,1980	100	23,52	0,0037	0,0155	514,9987
101	24,00	0,0000	0,0155	501,6637	102				

Combinazione n° 6

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	0,00	743,2566	249,0000	1153,0000	2	0,00	684,6907	234,0955	1154,7891
3	0,48	628,5078	224,2215	1156,5270	4	0,48	574,6946	214,4323	1158,2136
5	0,96	523,2309	204,7555	1159,8489	6	0,96	474,0895	195,2162	1161,4329
7	1,44	427,2377	185,8369	1162,9657	8	1,44	382,6368	176,6380	1164,4471
9	1,92	340,2437	167,6377	1165,8774	10	1,92	300,0106	158,8524	1167,2563
11	2,40	261,8861	150,2962	1168,5840	12	2,40	225,8150	141,9816	1169,8603
13	2,88	191,7394	133,9194	1171,0855	14	2,88	159,5987	126,1185	1172,2624
15	3,36	129,3303	118,5867	1173,4101	16	3,36	100,8695	111,3298	1174,5317

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
17	3,84	74,1503	104,3527	1175,6270	18	3,84	49,1057	97,6589	1176,6962
19	4,32	25,6676	91,2505	1177,7393	20	4,32	3,7675	85,1286	1178,7562
21	4,80	-16,6634	79,2935	1179,7469	22	4,80	-35,6939	73,7441	1180,7115
23	5,28	-53,3924	68,4786	1181,6499	24	5,28	-69,8273	63,4944	1182,5622
25	5,76	-85,0660	58,7881	1183,4483	26	5,76	-99,1751	54,3554	1184,3082
27	6,24	-112,2204	50,1916	1185,1420	28	6,24	-124,2664	46,2911	1185,9496
29	6,72	-135,3763	42,6479	1186,7311	30	6,72	-145,6117	39,2554	1187,4864
31	7,20	-155,0330	36,1066	1188,2156	32	7,20	-163,6986	33,1939	1188,9186
33	7,68	-171,6652	30,5095	1189,5954	34	7,68	-178,9875	28,0450	1190,2461
35	8,16	-185,7183	20,5343	1187,1534	36	8,16	-190,6465	13,6976	1182,0761
37	8,64	-193,9339	7,5040	1176,8531	38	8,64	-195,7349	1,9220	1171,4842
39	9,12	-196,1962	-3,0801	1165,9695	40	9,12	-195,4569	-7,5340	1160,3090
41	9,60	-193,6488	-11,4713	1154,5026	42	9,60	-190,8956	-14,9234	1148,5504
43	10,08	-187,3140	-17,9209	1142,4524	44	10,08	-183,0130	-20,4942	1136,2086
45	10,56	-178,0944	-22,6727	1129,8189	46	10,56	-172,6530	-24,4850	1123,2834
47	11,04	-166,7766	-25,9590	1116,6021	48	11,04	-160,5464	-27,1216	1109,7749
49	11,52	-154,0372	-27,9984	1102,8019	50	11,52	-147,3176	-28,6143	1095,6831
51	12,00	-140,4502	-28,9929	1088,4185	52	12,00	-133,4919	-29,1568	1081,0081
53	12,48	-126,4942	-29,1273	1073,4518	54	12,48	-119,5037	-28,9248	1065,7497
55	12,96	-112,5617	-28,5683	1057,9017	56	12,96	-105,7053	-28,0760	1049,9080
57	13,44	-98,9671	-27,4648	1041,7684	58	13,44	-92,3756	-26,7504	1033,4830
59	13,92	-85,9555	-25,9476	1025,0517	60	13,92	-79,7280	-25,0703	1016,4746
61	14,40	-73,7112	-24,1310	1007,7517	62	14,40	-67,9197	-23,1416	998,8830
63	14,88	-62,3658	-22,1130	989,8685	64	14,88	-57,0586	-21,0549	980,7081
65	15,36	-52,0055	-19,9767	971,4019	66	15,36	-47,2111	-18,8864	961,9498
67	15,84	-42,6783	-17,7917	952,3520	68	15,84	-38,4083	-16,6992	942,6083
69	16,32	-34,4005	-15,6152	932,7188	70	16,32	-30,6529	-14,5450	922,6834
71	16,80	-27,1621	-13,4935	912,5023	72	16,80	-23,9236	-12,4650	902,1753
73	17,28	-20,9320	-11,4633	891,7025	74	17,28	-18,1809	-10,4916	881,0838
75	17,76	-15,6629	-9,5529	870,3193	76	17,76	-13,3702	-8,6495	859,4090
77	18,24	-11,2943	-7,7837	848,3529	78	18,24	-9,4262	-6,9571	837,1509
79	18,72	-7,7565	-6,1711	825,8032	80	18,72	-6,2754	-5,4271	814,3096
81	19,20	-4,9729	-4,7260	802,6701	82	19,20	-3,8387	-4,0684	790,8849
83	19,68	-2,8623	-3,4551	778,9538	84	19,68	-2,0330	-2,8864	766,8768
85	20,16	-1,3403	-2,3626	754,6541	86	20,16	-0,7733	-1,8839	742,2855
87	20,64	-0,3211	-1,4504	729,7711	88	20,64	0,0270	-1,0622	717,1109
89	21,12	0,2819	-0,7191	704,3049	90	21,12	0,4545	-0,4211	691,3530
91	21,60	0,5555	-0,1682	678,2553	92	21,60	0,5959	0,0397	665,0117
93	22,08	0,5864	0,2029	651,6224	94	22,08	0,5377	0,3213	638,0872
95	22,56	0,4606	0,3950	624,4062	96	22,56	0,3658	0,4243	610,5793
97	23,04	0,2640	0,4090	596,6067	98	23,04	0,1658	0,3493	582,4882
99	23,52	0,0820	0,2451	568,2239	100	23,52	0,0232	0,0965	553,8137
101	24,00	0,0000	0,0965	539,2577	102				

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	370,1358	124,0000	1066,0000	2	0,00	340,9705	116,5777	1067,8593
3	0,48	312,9918	111,6605	1069,6704	4	0,48	286,1933	106,7856	1071,4333
5	0,96	260,5648	101,9666	1073,1480	6	0,96	236,0928	97,2161	1074,8145
7	1,44	212,7609	92,5453	1076,4329	8	1,44	190,5501	87,9643	1078,0030
9	1,92	169,4386	83,4822	1079,5249	10	1,92	149,4029	79,1072	1080,9987
11	2,40	130,4172	74,8463	1082,4242	12	2,40	112,4540	70,7057	1083,8016
13	2,88	95,4847	66,6908	1085,1307	14	2,88	79,4789	62,8060	1086,4147
15	3,36	64,4054	59,0552	1087,6710	16	3,36	50,2322	55,4413	1088,9028
17	3,84	36,9263	51,9668	1090,1100	18	3,84	24,4542	48,6333	1091,2926
19	4,32	12,7822	45,4420	1092,4507	20	4,32	1,8762	42,3934	1093,5841
21	4,80	-8,2983	39,4875	1094,6930	22	4,80	-17,7753	36,7240	1095,7772
23	5,28	-26,5890	34,1018	1096,8369	24	5,28	-34,7734	31,6197	1097,8720
25	5,76	-42,3622	29,2760	1098,8825	26	5,76	-49,3884	27,0686	1099,8684
27	6,24	-55,8849	24,9950	1100,8297	28	6,24	-61,8837	23,0526	1101,7665
29	6,72	-67,4163	21,2383	1102,6786	30	6,72	-72,5135	19,5489	1103,5662
31	7,20	-77,2052	17,9808	1104,4292	32	7,20	-81,5206	16,5303	1105,2676
33	7,68	-85,4879	15,1935	1106,0814	34	7,68	-89,1343	13,9662	1106,8706
35	8,16	-92,4862	10,2259	1104,1412	36	8,16	-94,9404	6,8213	1099,5465
37	8,64	-96,5775	3,7369	1094,8147	38	8,64	-97,4744	0,9571	1089,9458
39	9,12	-97,7041	-1,5339	1084,9399	40	9,12	-97,3360	-3,7519	1079,7969
41	9,60	-96,4355	-5,7126	1074,5168	42	9,60	-95,0645	-7,4317	1069,0997
43	10,08	-93,2809	-8,9245	1063,5455	44	10,08	-91,1390	-10,2059	1057,8542
45	10,56	-88,6896	-11,2908	1052,0258	46	10,56	-85,9798	-12,1933	1046,0604
47	11,04	-83,0534	-12,9274	1039,9579	48	11,04	-79,9508	-13,5063	1033,7183
49	11,52	-76,7093	-13,9430	1027,3417	50	11,52	-73,3630	-14,2497	1020,8280
51	12,00	-69,9431	-14,4382	1014,1772	52	12,00	-66,4779	-14,5198	1007,3894
53	12,48	-62,9931	-14,5052	1000,4645	54	12,48	-59,5119	-14,4043	993,4025
55	12,96	-56,0548	-14,2268	986,2035	56	12,96	-52,6404	-13,9816	978,8674
57	13,44	-49,2848	-13,6772	971,3942	58	13,44	-46,0023	-13,3215	963,7839
59	13,92	-42,8051	-12,9217	956,0366	60	13,92	-39,7039	-12,4848	948,1522
61	14,40	-36,7076	-12,0170	940,1307	62	14,40	-33,8235	-11,5243	931,9722
63	14,88	-31,0576	-11,0121	923,6766	64	14,88	-28,4147	-10,4852	915,2439
65	15,36	-25,8983	-9,9482	906,6741	66	15,36	-23,5107	-9,4053	897,9673
67	15,84	-21,2535	-8,8601	889,1234	68	15,84	-19,1270	-8,3161	880,1425
69	16,32	-17,1312	-7,7762	871,0244	70	16,32	-15,2649	-7,2433	861,7694
71	16,80	-13,5265	-6,7196	852,3772	72	16,80	-11,9138	-6,2075	842,8479
73	17,28	-10,4240	-5,7086	833,1816	74	17,28	-9,0539	-5,2247	823,3783

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
75	17,76	-7,8000	-4,7573	813,4378	76	17,76	-6,6582	-4,3074	803,3603
77	18,24	-5,6245	-3,8762	793,1457	78	18,24	-4,6942	-3,4646	782,7941
79	18,72	-3,8627	-3,0732	772,3053	80	18,72	-3,1251	-2,7027	761,6795
81	19,20	-2,4765	-2,3535	750,9167	82	19,20	-1,9116	-2,0261	740,0167
83	19,68	-1,4254	-1,7206	728,9797	84	19,68	-1,0124	-1,4374	717,8057
85	20,16	-0,6675	-1,1766	706,4945	86	20,16	-0,3851	-0,9382	695,0463
87	20,64	-0,1599	-0,7223	683,4610	88	20,64	0,0134	-0,5289	671,7387
89	21,12	0,1404	-0,3581	659,8793	90	21,12	0,2263	-0,2097	647,8828
91	21,60	0,2767	-0,0838	635,7492	92	21,60	0,2968	0,0198	623,4786
93	22,08	0,2920	0,1010	611,0709	94	22,08	0,2678	0,1600	598,5261
95	22,56	0,2294	0,1967	585,8442	96	22,56	0,1822	0,2113	573,0253
97	23,04	0,1315	0,2037	560,0694	98	23,04	0,0826	0,1739	546,9763
99	23,52	0,0408	0,1221	533,7462	100	23,52	0,0115	0,0481	520,3790
101	24,00	0,0000	0,0481	506,8747	102				

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	432,8201	145,0000	551,0000	2	0,00	398,7155	136,3207	553,2747
3	0,48	365,9985	130,5707	555,5194	4	0,48	334,6615	124,8702	557,7341
5	0,96	304,6927	119,2352	559,9189	6	0,96	276,0762	113,6801	562,0737
7	1,44	248,7930	108,2183	564,1986	8	1,44	222,8206	102,8615	566,2935
9	1,92	198,1339	97,6204	568,3584	10	1,92	174,7050	92,5044	570,3933
11	2,40	152,5039	87,5219	572,3983	12	2,40	131,4987	82,6801	574,3733
13	2,88	111,6555	77,9852	576,3183	14	2,88	92,9390	73,4425	578,2352
15	3,36	75,3128	69,0565	580,1350	16	3,36	58,7393	64,8306	582,0195
17	3,84	43,1799	60,7677	583,8887	18	3,84	28,5957	56,8696	585,7426
19	4,32	14,9470	53,1378	587,5812	20	4,32	2,1939	49,5729	589,4045
21	4,80	-9,7036	46,1749	591,2126	22	4,80	-20,7856	42,9433	593,0054
23	5,28	-31,0920	39,8771	594,7828	24	5,28	-40,6625	36,9747	596,5450
25	5,76	-49,5364	34,2340	598,2919	26	5,76	-57,7526	31,6528	600,0235
27	6,24	-65,3492	29,2280	601,7398	28	6,24	-72,3640	26,9566	603,4408
29	6,72	-78,8336	24,8351	605,1266	30	6,72	-84,7940	22,8596	606,7970
31	7,20	-90,2803	21,0259	608,4522	32	7,20	-95,3265	19,3298	610,0920
33	7,68	-99,9657	17,7666	611,7166	34	7,68	-104,2296	16,3314	613,3259
35	8,16	-108,1492	11,9577	612,7473	36	8,16	-111,0190	7,9765	611,0088
37	8,64	-112,9334	4,3698	609,1850	38	8,64	-113,9822	1,1192	607,2760
39	9,12	-114,2508	-1,7936	605,2818	40	9,12	-113,8203	-4,3873	603,2023
41	9,60	-112,7674	-6,6801	601,0377	42	9,60	-111,1641	-8,6903	598,7877
43	10,08	-109,0785	-10,4359	596,4526	44	10,08	-106,5738	-11,9344	594,0322
45	10,56	-103,7096	-13,2030	591,5266	46	10,56	-100,5409	-14,2583	588,9358
47	11,04	-97,1189	-15,1167	586,2597	48	11,04	-93,4909	-15,7937	583,4984
49	11,52	-89,7004	-16,3043	580,6519	50	11,52	-85,7874	-16,6629	577,7201
51	12,00	-81,7882	-16,8834	574,7031	52	12,00	-77,7362	-16,9788	571,6009
53	12,48	-73,6613	-16,9617	568,4134	54	12,48	-69,5905	-16,8437	565,1407
55	12,96	-65,5480	-16,6362	561,7828	56	12,96	-61,5553	-16,3495	558,3396
57	13,44	-57,6314	-15,9935	554,8112	58	13,44	-53,7930	-15,5775	551,1976
59	13,92	-50,0544	-15,1101	547,4987	60	13,92	-46,4280	-14,5991	543,7146
61	14,40	-42,9242	-14,0522	539,8453	62	14,40	-39,5517	-13,4760	535,8908
63	14,88	-36,3174	-12,8770	531,8510	64	14,88	-33,2269	-12,2609	527,7259
65	15,36	-30,2843	-11,6330	523,5157	66	15,36	-27,4924	-10,9981	519,2202
67	15,84	-24,8528	-10,3606	514,8395	68	15,84	-22,3663	-9,7244	510,3736
69	16,32	-20,0324	-9,0932	505,8224	70	16,32	-17,8501	-8,4700	501,1860
71	16,80	-15,8173	-7,8577	496,4643	72	16,80	-13,9314	-7,2587	491,6574
73	17,28	-12,1893	-6,6754	486,7653	74	17,28	-10,5872	-6,1096	481,7880
75	17,76	-9,1209	-5,5629	476,7254	76	17,76	-7,7858	-5,0369	471,5776
77	18,24	-6,5770	-4,5327	466,3446	78	18,24	-5,4892	-4,0513	461,0263
79	18,72	-4,5168	-3,5936	455,6228	80	18,72	-3,6544	-3,1604	450,1341
81	19,20	-2,8959	-2,7521	444,5601	82	19,20	-2,2354	-2,3692	438,9009
83	19,68	-1,6668	-2,0120	433,1565	84	19,68	-1,1839	-1,6808	427,3269
85	20,16	-0,7805	-1,3758	421,4120	86	20,16	-0,4503	-1,0971	415,4118
87	20,64	-0,1870	-0,8446	409,3265	88	20,64	0,0157	-0,6185	403,1559
89	21,12	0,1642	-0,4187	396,9001	90	21,12	0,2647	-0,2452	390,5590
91	21,60	0,3235	-0,0980	384,1327	92	21,60	0,3470	0,0231	377,6212
93	22,08	0,3415	0,1181	371,0245	94	22,08	0,3131	0,1871	364,3425
95	22,56	0,2682	0,2300	357,5753	96	22,56	0,2130	0,2471	350,7229
97	23,04	0,1537	0,2382	343,7852	98	23,04	0,0966	0,2034	336,7623
99	23,52	0,0477	0,1427	329,6541	100	23,52	0,0135	0,0562	322,4608
101	24,00	0,0000	0,0562	315,1822	102				

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	349,2410	117,0000	722,0000	2	0,00	321,7221	109,9967	724,1368
3	0,48	295,3229	105,3571	726,2375	4	0,48	270,0372	100,7573	728,3022
5	0,96	245,8555	96,2104	730,3309	6	0,96	222,7650	91,7281	732,3236
7	1,44	200,7502	87,3209	734,2803	8	1,44	179,7932	82,9986	736,2009
9	1,92	159,8735	78,7695	738,0855	10	1,92	140,9689	74,6415	739,9341
11	2,40	123,0549	70,6211	741,7467	12	2,40	106,1058	66,7143	743,5233
13	2,88	90,0944	62,9260	745,2638	14	2,88	74,9922	59,2605	746,9705
15	3,36	60,7697	55,7214	748,6567	16	3,36	47,3965	52,3116	750,3244
17	3,84	34,8417	49,0332	751,9738	18	3,84	23,0738	45,8879	753,6048
19	4,32	12,0607	42,8767	755,2175	20	4,32	1,7702	40,0002	756,8117
21	4,80	-7,8298	37,2584	758,3876	22	4,80	-16,7718	34,6508	759,9451
23	5,28	-25,0880	32,1767	761,4843	24	5,28	-32,8104	29,8347	763,0050
25	5,76	-39,9708	27,6233	764,5074	26	5,76	-46,6004	25,5405	765,9914

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
27	6,24	-52,7301	23,5840	767,4570	28	6,24	-58,3902	21,7512	768,9043
29	6,72	-63,6105	20,0394	770,3332	30	6,72	-68,4200	18,4453	771,7437
31	7,20	-72,8468	16,9658	773,1358	32	7,20	-76,9186	15,5972	774,5095
33	7,68	-80,6619	14,3358	775,8649	34	7,68	-84,1025	13,1778	777,2019
35	8,16	-87,2652	9,6486	775,9091	36	8,16	-89,5809	6,4362	773,2222
37	8,64	-91,1256	3,5260	770,4329	38	8,64	-91,9718	0,9031	767,5411
39	9,12	-92,1886	-1,4473	764,5469	40	9,12	-91,8412	-3,5401	761,4502
41	9,60	-90,9916	-5,3902	758,2511	42	9,60	-89,6980	-7,0122	754,9496
43	10,08	-88,0150	-8,4207	751,5456	44	10,08	-85,9941	-9,6298	748,0391
45	10,56	-83,6829	-10,6534	744,4302	46	10,56	-81,1261	-11,5050	740,7189
47	11,04	-78,3649	-12,1976	736,9051	48	11,04	-75,4375	-12,7439	732,9889
49	11,52	-72,3789	-13,1559	728,9702	50	11,52	-69,2215	-13,4453	724,8491
51	12,00	-65,9947	-13,6232	720,6256	52	12,00	-62,7251	-13,7002	716,2996
53	12,48	-59,4371	-13,6863	711,8711	54	12,48	-56,1523	-13,5912	707,3402
55	12,96	-52,8905	-13,4237	702,7069	56	12,96	-49,6688	-13,1923	697,9711
57	13,44	-46,5026	-12,9051	693,1329	58	13,44	-43,4054	-12,5694	688,1923
59	13,92	-40,3887	-12,1923	683,1492	60	13,92	-37,4626	-11,7800	678,0036
61	14,40	-34,6354	-11,3387	672,7556	62	14,40	-31,9141	-10,8738	667,4052
63	14,88	-29,3044	-10,3904	661,9523	64	14,88	-26,8107	-9,8933	656,3970
65	15,36	-24,4363	-9,3866	650,7392	66	15,36	-22,1835	-8,8743	644,9790
67	15,84	-20,0537	-8,3599	639,1163	68	15,84	-18,0473	-7,8466	633,1512
69	16,32	-16,1641	-7,3373	627,0836	70	16,32	-14,4032	-6,8344	620,9137
71	16,80	-12,7629	-6,3403	614,6412	72	16,80	-11,2412	-5,8570	608,2663
73	17,28	-9,8355	-5,3864	601,7890	74	17,28	-8,5428	-4,9298	595,2092
75	17,76	-7,3597	-4,4887	588,5270	76	17,76	-6,2824	-4,0642	581,7424
77	18,24	-5,3070	-3,6574	574,8553	78	18,24	-4,4292	-3,2690	567,8657
79	18,72	-3,6446	-2,8997	560,7737	80	18,72	-2,9487	-2,5501	553,5793
81	19,20	-2,3367	-2,2206	546,2824	82	19,20	-1,8037	-1,9117	538,8831
83	19,68	-1,3449	-1,6235	531,3813	84	19,68	-0,9553	-1,3563	523,7771
85	20,16	-0,6298	-1,1101	516,0704	86	20,16	-0,3633	-0,8852	508,2613
87	20,64	-0,1509	-0,6815	500,3498	88	20,64	0,0127	-0,4991	492,3358
89	21,12	0,1325	-0,3379	484,2194	90	21,12	0,2135	-0,1979	476,0005
91	21,60	0,2610	-0,0791	467,6792	92	21,60	0,2800	0,0187	459,2554
93	22,08	0,2755	0,0953	450,7292	94	22,08	0,2527	0,1510	442,1006
95	22,56	0,2164	0,1856	433,3695	96	22,56	0,1719	0,1994	424,5359
97	23,04	0,1240	0,1922	415,5999	98	23,04	0,0779	0,1641	406,5615
99	23,52	0,0385	0,1152	397,4206	100	23,52	0,0109	0,0453	388,1773
101	24,00	0,0000	0,0453	378,8315	102				

Combinazione n° 10

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	432,8201	145,0000	922,0000	2	0,00	398,7155	136,3207	923,9754
3	0,48	365,9985	130,5707	925,9078	4	0,48	334,6615	124,8702	927,7970
5	0,96	304,6927	119,2352	929,6432	6	0,96	276,0762	113,6801	931,4462
7	1,44	248,7930	108,2183	933,2062	8	1,44	222,8206	102,8615	934,9231
9	1,92	198,1339	97,6204	936,5968	10	1,92	174,7050	92,5044	938,2275
11	2,40	152,5039	87,5219	939,8150	12	2,40	131,4987	82,6801	941,3595
13	2,88	111,6555	77,9852	942,8609	14	2,88	92,9390	73,4425	944,3218
15	3,36	75,3128	69,0565	945,7580	16	3,36	58,7393	64,8306	947,1723
17	3,84	43,1799	60,7677	948,5646	18	3,84	28,5957	56,8696	949,9350
19	4,32	14,9470	53,1378	951,2833	20	4,32	2,1939	49,5729	952,6096
21	4,80	-9,7036	46,1749	953,9140	22	4,80	-20,7856	42,9433	955,1963
23	5,28	-31,0920	39,8771	956,4567	24	5,28	-40,6625	36,9747	957,6951
25	5,76	-49,5364	34,2340	958,9115	26	5,76	-57,7526	31,6528	960,1059
27	6,24	-65,3492	29,2280	961,2784	28	6,24	-72,3640	26,9566	962,4288
29	6,72	-78,8336	24,8351	963,5573	30	6,72	-84,7940	22,8596	964,6637
31	7,20	-90,2803	21,0259	965,7482	32	7,20	-95,3265	19,3298	966,8107
33	7,68	-99,9657	17,7666	967,8512	34	7,68	-104,2296	16,3314	968,8697
35	8,16	-108,1492	11,9577	966,7417	36	8,16	-111,0190	7,9765	962,9456
37	8,64	-112,9334	4,3698	959,0270	38	8,64	-113,9822	1,1192	954,9857
39	9,12	-114,2508	-1,7936	950,8219	40	9,12	-113,8203	-4,3873	946,5355
41	9,60	-112,7674	-6,6801	942,1265	42	9,60	-111,1641	-8,6903	937,5950
43	10,08	-109,0785	-10,4359	932,9409	44	10,08	-106,5738	-11,9344	928,1642
45	10,56	-103,7096	-13,2030	923,2649	46	10,56	-100,5409	-14,2583	918,2430
47	11,04	-97,1189	-15,1167	913,0986	48	11,04	-93,4909	-15,7937	907,8316
49	11,52	-89,7004	-16,3043	902,4420	50	11,52	-85,7874	-16,6629	896,9299
51	12,00	-81,7882	-16,8834	891,2952	52	12,00	-77,7362	-16,9788	885,5379
53	12,48	-73,6613	-16,9617	879,6580	54	12,48	-69,5905	-16,8437	873,6555
55	12,96	-65,5480	-16,6362	867,5305	56	12,96	-61,5553	-16,3495	861,2829
57	13,44	-57,6314	-15,9935	854,9127	58	13,44	-53,7930	-15,5775	848,4200
59	13,92	-50,0544	-15,1101	841,8046	60	13,92	-46,4280	-14,5991	835,0667
61	14,40	-42,9242	-14,0522	828,2062	62	14,40	-39,5517	-13,4760	821,2232
63	14,88	-36,3174	-12,8770	814,1176	64	14,88	-33,2269	-12,2609	806,8894
65	15,36	-30,2843	-11,6330	799,5386	66	15,36	-27,4924	-10,9981	792,0652
67	15,84	-24,8528	-10,3606	784,4693	68	15,84	-22,3663	-9,7244	776,7508
69	16,32	-20,0324	-9,0932	768,9097	70	16,32	-17,8501	-8,4700	760,9460
71	16,80	-15,8173	-7,8577	752,8598	72	16,80	-13,9314	-7,2587	744,6510
73	17,28	-12,1893	-6,6754	736,3196	74	17,28	-10,5872	-6,1096	727,8656
75	17,76	-9,1209	-5,5629	719,2891	76	17,76	-7,7858	-5,0369	710,5900
77	18,24	-6,5770	-4,5327	701,7683	78	18,24	-5,4892	-4,0513	692,8241
79	18,72	-4,5168	-3,5936	683,7572	80	18,72	-3,6544	-3,1604	674,5678
81	19,20	-2,8959	-2,7521	665,2558	82	19,20	-2,2354	-2,3692	655,8213
83	19,68	-1,6668	-2,0120	646,2641	84	19,68	-1,1839	-1,6808	636,5844
85	20,16	-0,7805	-1,3758	626,7821	86	20,16	-0,4503	-1,0971	616,8573
87	20,64	-0,1870	-0,8446	606,8098	88	20,64	0,0157	-0,6185	596,6398
89	21,12	0,1642	-0,4187	586,3472	90	21,12	0,2647	-0,2452	575,9320
91	21,60	0,3235	-0,0980	565,3943	92	21,60	0,3470	0,0231	554,7340

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
93	22,08	0,3415	0,1181	543,9511	94	22,08	0,3131	0,1871	533,0456
95	22,56	0,2682	0,2300	522,0176	96	22,56	0,2130	0,2471	510,8670
97	23,04	0,1537	0,2382	499,5938	98	23,04	0,0966	0,2034	488,1980
99	23,52	0,0477	0,1427	476,6797	100	23,52	0,0135	0,0562	465,0387
101	24,00	0,0000	0,0562	453,2753	102				

Combinazione n° 11

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	256,7071	86,0000	669,0000	2	0,00	236,4795	80,8523	671,1795
3	0,48	217,0750	77,4419	673,3249	4	0,48	198,4889	74,0610	675,4361
5	0,96	180,7143	70,7188	677,5132	6	0,96	163,7418	67,4241	679,5561
7	1,44	147,5600	64,1846	681,5649	8	1,44	132,1557	61,0075	683,5395
9	1,92	117,5139	57,8990	685,4800	10	1,92	103,6181	54,8647	687,3864
11	2,40	90,4506	51,9095	689,2586	12	2,40	77,9923	49,0378	691,0967
13	2,88	66,2232	46,2533	692,9006	14	2,88	55,1225	43,5590	694,6724
15	3,36	44,6683	40,9576	696,4248	16	3,36	34,8385	38,4513	698,1597
17	3,84	25,6102	36,0415	699,8773	18	3,84	16,9602	33,7296	701,5774
19	4,32	8,8651	31,5162	703,2600	20	4,32	1,3012	29,4019	704,9253
21	4,80	-5,7552	27,3865	706,5731	22	4,80	-12,3280	25,4698	708,2036
23	5,28	-18,4408	23,6512	709,8166	24	5,28	-24,1171	21,9298	711,4122
25	5,76	-29,3802	20,3043	712,9903	26	5,76	-34,2533	18,7734	714,5511
27	6,24	-38,7589	17,3352	716,0944	28	6,24	-42,9193	15,9881	717,6203
29	6,72	-46,7565	14,7298	719,1288	30	6,72	-50,2916	13,5581	720,6198
31	7,20	-53,5455	12,4706	722,0935	32	7,20	-56,5385	11,4646	723,5497
33	7,68	-59,2900	10,5374	724,9885	34	7,68	-61,8190	9,6862	726,4099
35	8,16	-64,1437	7,0922	725,3385	36	8,16	-65,8458	4,7309	722,9455
37	8,64	-66,9812	2,5917	720,4555	38	8,64	-67,6032	0,6638	717,8683
39	9,12	-67,7625	-1,0638	715,1840	40	9,12	-67,5072	-2,6021	712,4026
41	9,60	-66,8827	-3,9620	709,5241	42	9,60	-65,9318	-5,1543	706,5485
43	10,08	-64,6948	-6,1896	703,4758	44	10,08	-63,2093	-7,0783	700,3060
45	10,56	-61,5105	-7,8307	697,0391	46	10,56	-59,6311	-8,4567	693,6750
47	11,04	-57,6015	-8,9658	690,2139	48	11,04	-55,4498	-9,3673	686,6556
49	11,52	-53,2016	-9,6701	683,0002	50	11,52	-50,8808	-9,8829	679,2477
51	12,00	-48,5089	-10,0136	675,3981	52	12,00	-46,1056	-10,0702	671,4514
53	12,48	-43,6888	-10,0600	667,4076	54	12,48	-41,2744	-9,9901	663,2667
55	12,96	-38,8767	-9,8670	659,0287	56	12,96	-36,5087	-9,6969	654,6935
57	13,44	-34,1814	-9,4858	650,2613	58	13,44	-31,9048	-9,2391	645,7319
59	13,92	-29,6874	-8,9618	641,1054	60	13,92	-27,5366	-8,6588	636,3819
61	14,40	-25,4585	-8,3344	631,5612	62	14,40	-23,4582	-7,9927	626,6434
63	14,88	-21,5400	-7,6374	621,6285	64	14,88	-19,7070	-7,2720	616,5165
65	15,36	-17,9617	-6,8996	611,3073	66	15,36	-16,3058	-6,5230	606,0011
67	15,84	-14,7403	-6,1449	600,5978	68	15,84	-13,2655	-5,7676	595,0973
69	16,32	-11,8813	-5,3932	589,4997	70	16,32	-10,5869	-5,0236	583,8051
71	16,80	-9,3813	-4,6604	578,0133	72	16,80	-8,2628	-4,3052	572,1244
73	17,28	-7,2295	-3,9592	566,1384	74	17,28	-6,2793	-3,6236	560,0553
75	17,76	-5,4097	-3,2994	553,8751	76	17,76	-4,6178	-2,9874	547,5977
77	18,24	-3,9008	-2,6883	541,2233	78	18,24	-3,2556	-2,4028	534,7518
79	18,72	-2,6790	-2,1314	528,1831	80	18,72	-2,1674	-1,8744	521,5173
81	19,20	-1,7176	-1,6323	514,7545	82	19,20	-1,3258	-1,4052	507,8945
83	19,68	-0,9886	-1,1933	500,9374	84	19,68	-0,7022	-0,9969	493,8832
85	20,16	-0,4629	-0,8160	486,7319	86	20,16	-0,2671	-0,6507	479,4834
87	20,64	-0,1109	-0,5010	472,1379	88	20,64	0,0093	-0,3668	464,6953
89	21,12	0,0974	-0,2484	457,1555	90	21,12	0,1570	-0,1455	449,5186
91	21,60	0,1919	-0,0581	441,7847	92	21,60	0,2058	0,0137	433,9536
93	22,08	0,2025	0,0701	426,0254	94	22,08	0,1857	0,1110	418,0001
95	22,56	0,1591	0,1364	409,8777	96	22,56	0,1263	0,1465	401,6582
97	23,04	0,0912	0,1413	393,3416	98	23,04	0,0573	0,1206	384,9278
99	23,52	0,0283	0,0847	376,4170	100	23,52	0,0080	0,0333	367,8090
101	24,00	0,0000	0,0333	359,1040	102				

Combinazione n° 12

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	528,3390	177,0000	1012,0000	2	0,00	486,7078	166,4053	1013,9029
3	0,48	446,7706	159,3863	1015,7594	4	0,48	408,5179	152,4278	1017,5697
5	0,96	371,9352	145,5491	1019,3337	6	0,96	337,0034	138,7681	1021,0514
7	1,44	303,6991	132,1009	1022,7229	8	1,44	271,9948	125,5619	1024,3480
9	1,92	241,8600	119,1642	1025,9269	10	1,92	213,2606	112,9192	1027,4595
11	2,40	186,1600	106,8371	1028,9458	12	2,40	160,5191	100,9267	1030,3858
13	2,88	136,2967	95,1957	1031,7795	14	2,88	113,4497	89,6505	1033,1298
15	3,36	91,9336	84,2965	1034,4537	16	3,36	71,7024	79,1381	1035,7539
17	3,84	52,7093	74,1784	1037,0305	18	3,84	34,9065	69,4202	1038,2835
19	4,32	18,2456	64,8648	1039,5129	20	4,32	2,6781	60,5131	1040,7187
21	4,80	-11,8451	56,3652	1041,9008	22	4,80	-25,3727	52,4205	1043,0594
23	5,28	-37,9537	48,6776	1044,1943	24	5,28	-49,6363	45,1346	1045,3057
25	5,76	-60,4686	41,7891	1046,3934	26	5,76	-70,4980	38,6382	1047,4575
27	6,24	-79,7711	35,6784	1048,4980	28	6,24	-88,3339	32,9057	1049,5149
29	6,72	-96,2313	30,3160	1050,5081	30	6,72	-103,5071	27,9044	1051,4778
31	7,20	-110,2042	25,6661	1052,4238	32	7,20	-116,3641	23,5957	1053,3462
33	7,68	-122,0270	21,6875	1054,2451	34	7,68	-127,2320	19,9356	1055,1203
35	8,16	-132,0166	14,5967	1052,6164	36	8,16	-135,5198	9,7369	1048,3212
37	8,64	-137,8566	5,3342	1043,8943	38	8,64	-139,1368	1,3662	1039,3358
39	9,12	-139,4647	-2,1895	1034,6456	40	9,12	-138,9393	-5,3555	1029,8239
41	9,60	-137,6539	-8,1543	1024,8705	42	9,60	-135,6969	-10,6082	1019,7854
43	10,08	-133,1509	-12,7390	1014,5687	44	10,08	-130,0936	-14,5682	1009,2204

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
45	10,56	-126,5972	-16,1167	1003,7405	46	10,56	-122,7292	-17,4050	998,1289
47	11,04	-118,5520	-18,4528	992,3857	48	11,04	-114,1233	-19,2792	986,5108
49	11,52	-109,4963	-19,9025	980,5043	50	11,52	-104,7197	-20,3403	974,3662
51	12,00	-99,8381	-20,6094	968,0965	52	12,00	-94,8918	-20,7259	961,6951
53	12,48	-89,9176	-20,7049	955,1621	54	12,48	-84,9484	-20,5610	948,4974
55	12,96	-80,0138	-20,3076	941,7011	56	12,96	-75,1399	-19,9577	934,7732
57	13,44	-70,3501	-19,5231	927,7136	58	13,44	-65,6646	-19,0153	920,5224
59	13,92	-61,1009	-18,4447	913,1996	60	13,92	-56,6741	-17,8210	905,7451
61	14,40	-52,3971	-17,1534	898,1590	62	14,40	-48,2803	-16,4501	890,4413
63	14,88	-44,3323	-15,7188	882,5919	64	14,88	-40,5598	-14,9668	874,6109
65	15,36	-36,9677	-14,2003	866,4983	66	15,36	-33,5597	-13,4253	858,2540
67	15,84	-30,3376	-12,6471	849,8781	68	15,84	-27,3023	-11,8705	841,3706
69	16,32	-24,4534	-11,0999	832,7314	70	16,32	-21,7894	-10,3392	823,9606
71	16,80	-19,3080	-9,5918	815,0582	72	16,80	-17,0060	-8,8607	806,0241
73	17,28	-14,8794	-8,1486	796,8584	74	17,28	-12,9237	-7,4579	787,5610
75	17,76	-11,1338	-6,7906	778,1321	76	17,76	-9,5041	-6,1485	768,5714
77	18,24	-8,0285	-5,5330	758,8792	78	18,24	-6,7006	-4,9454	749,0553
79	18,72	-5,5137	-4,3867	739,0998	80	18,72	-4,4609	-3,8578	729,0126
81	19,20	-3,5350	-3,3594	718,7939	82	19,20	-2,7287	-2,8920	708,4434
83	19,68	-2,0346	-2,4560	697,9614	84	19,68	-1,4452	-2,0518	687,3477
85	20,16	-0,9527	-1,6794	676,6024	86	20,16	-0,5497	-1,3392	665,7254
87	20,64	-0,2283	-1,0310	654,7168	88	20,64	0,0192	-0,7550	643,5766
89	21,12	0,2004	-0,5112	632,3047	90	21,12	0,3231	-0,2994	620,9012
91	21,60	0,3949	-0,1196	609,3661	92	21,60	0,4236	0,0282	597,6993
93	22,08	0,4168	0,1442	585,9010	94	22,08	0,3822	0,2284	573,9709
95	22,56	0,3274	0,2808	561,9093	96	22,56	0,2600	0,3016	549,7159
97	23,04	0,1876	0,2907	537,3910	98	23,04	0,1179	0,2483	524,9344
99	23,52	0,0583	0,1742	512,3462	100	23,52	0,0165	0,0686	499,6264
101	24,00	0,0000	0,0686	486,7749	102				

Combinazione n° 13

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	256,7071	86,0000	675,0000	2	0,00	236,4795	80,8523	677,1747
3	0,48	217,0750	77,4419	679,3150	4	0,48	198,4889	74,0610	681,4209
5	0,96	180,7143	70,7188	683,4925	6	0,96	163,7418	67,4241	685,5298
7	1,44	147,5600	64,1846	687,5327	8	1,44	132,1557	61,0075	689,5012
9	1,92	117,5139	57,8990	691,4354	10	1,92	103,6181	54,8647	693,3352
11	2,40	90,4506	51,9095	695,2006	12	2,40	77,9923	49,0378	697,0317
13	2,88	66,2232	46,2533	698,8285	14	2,88	55,1225	43,5590	700,5930
15	3,36	44,6683	40,9576	702,3378	16	3,36	34,8385	38,4513	704,0652
17	3,84	25,6102	36,0415	705,7750	18	3,84	16,9602	33,7296	707,4673
19	4,32	8,8651	31,5162	709,1420	20	4,32	1,3012	29,4019	710,7992
21	4,80	-5,7552	27,3865	712,4389	22	4,80	-12,3280	25,4698	714,0611
23	5,28	-18,4408	23,6512	715,6657	24	5,28	-24,1171	21,9298	717,2529
25	5,76	-29,3802	20,3043	718,8224	26	5,76	-34,2533	18,7734	720,3745
27	6,24	-38,7589	17,3352	721,9090	28	6,24	-42,9193	15,9881	723,4260
29	6,72	-46,7565	14,7298	724,9255	30	6,72	-50,2916	13,5581	726,4075
31	7,20	-53,5455	12,4706	727,8719	32	7,20	-56,5385	11,4646	729,3188
33	7,68	-59,2900	10,5374	730,7481	34	7,68	-61,8190	9,6862	732,1600
35	8,16	-64,1437	7,0922	731,0635	36	8,16	-65,8458	4,7309	728,6372
37	8,64	-66,9812	2,5917	726,1133	38	8,64	-67,6032	0,6638	723,4917
39	9,12	-67,7625	-1,0638	720,7723	40	9,12	-67,5072	-2,6021	717,9552
41	9,60	-66,8827	-3,9620	715,0404	42	9,60	-65,9318	-5,1543	712,0279
43	10,08	-64,6948	-6,1896	708,9177	44	10,08	-63,2093	-7,0783	705,7097
45	10,56	-61,5105	-7,8307	702,4041	46	10,56	-59,6311	-8,4567	699,0007
47	11,04	-57,6015	-8,9658	695,4997	48	11,04	-55,4498	-9,3673	691,9009
49	11,52	-53,2016	-9,6701	688,2044	50	11,52	-50,8808	-9,8829	684,4102
51	12,00	-48,5089	-10,0136	680,5182	52	12,00	-46,1056	-10,0702	676,5286
53	12,48	-43,6888	-10,0600	672,4412	54	12,48	-41,2744	-9,9901	668,2562
55	12,96	-38,8767	-9,8670	663,9734	56	12,96	-36,5087	-9,6969	659,5929
57	13,44	-34,1814	-9,4858	655,1147	58	13,44	-31,9048	-9,2391	650,5387
59	13,92	-29,6874	-8,9618	645,8651	60	13,92	-27,5366	-8,6588	641,0938
61	14,40	-25,4585	-8,3344	636,2247	62	14,40	-23,4582	-7,9927	631,2579
63	14,88	-21,5400	-7,6374	626,1934	64	14,88	-19,7070	-7,2720	621,0312
65	15,36	-17,9617	-6,8996	615,7713	66	15,36	-16,3058	-6,5230	610,4137
67	15,84	-14,7403	-6,1449	604,9583	68	15,84	-13,2655	-5,7676	599,4053
69	16,32	-11,8813	-5,3932	593,7545	70	16,32	-10,5869	-5,0236	588,0060
71	16,80	-9,3813	-4,6604	582,1598	72	16,80	-8,2628	-4,3052	576,2159
73	17,28	-7,2295	-3,9592	570,1743	74	17,28	-6,2793	-3,6236	564,0350
75	17,76	-5,4097	-3,2994	557,7979	76	17,76	-4,6178	-2,9874	551,4632
77	18,24	-3,9008	-2,6883	545,0307	78	18,24	-3,2556	-2,4028	538,5005
79	18,72	-2,6790	-2,1314	531,8726	80	18,72	-2,1674	-1,8744	525,1470
81	19,20	-1,7176	-1,6323	518,3237	82	19,20	-1,3258	-1,4052	511,4026
83	19,68	-0,9886	-1,1933	504,3839	84	19,68	-0,7022	-0,9969	497,2674
85	20,16	-0,4629	-0,8160	490,0532	86	20,16	-0,2671	-0,6507	482,7413
87	20,64	-0,1109	-0,5010	475,3317	88	20,64	0,0093	-0,3668	467,8244
89	21,12	0,0974	-0,2484	460,2193	90	21,12	0,1570	-0,1455	452,5166
91	21,60	0,1919	-0,0581	444,7161	92	21,60	0,2058	0,0137	436,8179
93	22,08	0,2025	0,0701	428,8221	94	22,08	0,1857	0,1110	420,7285
95	22,56	0,1591	0,1364	412,5371	96	22,56	0,1263	0,1465	404,2481
97	23,04	0,0912	0,1413	395,8614	98	23,04	0,0573	0,1206	387,3769
99	23,52	0,0283	0,0847	378,7947	100	23,52	0,0080	0,0333	370,1149
101	24,00	0,0000	0,0333	361,3373	102				

Combinazione n° 14

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	465,6547	156,0000	953,0000	2	0,00	428,9628	146,6623	954,9504
3	0,48	393,7639	140,4761	956,8567	4	0,48	360,0496	134,3431	958,7187
5	0,96	327,8073	128,2806	960,5366	6	0,96	297,0200	122,3041	962,3103
7	1,44	267,6670	116,4279	964,0397	8	1,44	239,7243	110,6647	965,7250
9	1,92	213,1647	105,0261	967,3661	10	1,92	187,9585	99,5220	968,9629
11	2,40	164,0732	94,1615	970,5156	12	2,40	141,4744	88,9523	972,0241
13	2,88	120,1259	83,9013	973,4884	14	2,88	99,9896	79,0140	974,9112
15	3,36	81,0262	74,2953	976,3088	16	3,36	63,1953	69,7488	977,6838
17	3,84	46,4556	65,3776	979,0362	18	3,84	30,7650	61,1839	980,3661
19	4,32	16,0809	57,1690	981,6735	20	4,32	2,3603	53,3336	982,9583
21	4,80	-10,4397	49,6778	984,2206	22	4,80	-22,3624	46,2011	985,4603
23	5,28	-33,4507	42,9023	986,6775	24	5,28	-43,7472	39,7796	987,8721
25	5,76	-53,2943	36,8311	989,0442	26	5,76	-62,1338	34,0540	990,1937
27	6,24	-70,3068	31,4453	991,3207	28	6,24	-77,8536	29,0016	992,4251
29	6,72	-84,8140	26,7191	993,5070	30	6,72	-91,2266	24,5937	994,5664
31	7,20	-97,1291	22,6210	995,6031	32	7,20	-102,5582	20,7962	996,6174
33	7,68	-107,5493	19,1144	997,6091	34	7,68	-112,1367	17,5704	998,5783
35	8,16	-116,3536	12,8649	996,3208	36	8,16	-119,4412	8,5816	992,3528
37	8,64	-121,5008	4,7013	988,2590	38	8,64	-122,6291	1,2041	984,0396
39	9,12	-122,9181	-1,9297	979,6945	40	9,12	-122,4549	-4,7201	975,2237
41	9,60	-121,3221	-7,1869	970,6272	42	9,60	-119,5973	-9,3496	965,9050
43	10,08	-117,3534	-11,2276	961,0571	44	10,08	-114,6588	-12,8397	956,0835
45	10,56	-111,5772	-14,2046	950,9842	46	10,56	-108,1681	-15,3400	945,7593
47	11,04	-104,4865	-16,2635	940,4086	48	11,04	-100,5833	-16,9918	934,9322
49	11,52	-96,5052	-17,5412	929,3302	50	11,52	-92,2954	-17,9270	923,6024
51	12,00	-87,9929	-18,1642	917,7489	52	12,00	-83,6335	-18,2669	911,7698
53	12,48	-79,2494	-18,2484	905,6649	54	12,48	-74,8698	-18,1215	899,4344
55	12,96	-70,5206	-17,8982	893,0781	56	12,96	-66,2250	-17,5898	886,5962
57	13,44	-62,0035	-17,2068	879,9886	58	13,44	-57,8738	-16,7593	873,2553
59	13,92	-53,8516	-16,2563	866,3962	60	13,92	-49,9501	-15,7067	859,4115
61	14,40	-46,1805	-15,1182	852,3011	62	14,40	-42,5521	-14,4984	845,0650
63	14,88	-39,0725	-13,8539	837,7032	64	14,88	-35,7476	-13,1910	830,2157
65	15,36	-32,5817	-12,5155	822,6025	66	15,36	-29,5780	-11,8324	814,8636
67	15,84	-26,7382	-11,1466	806,9990	68	15,84	-24,0630	-10,4622	799,0087
69	16,32	-21,5521	-9,7830	790,8927	70	16,32	-19,2042	-9,1125	782,6511
71	16,80	-17,0172	-8,4537	774,2837	72	16,80	-14,9883	-7,8094	765,7906
73	17,28	-13,1140	-7,1818	757,1719	74	17,28	-11,3904	-6,5731	748,4274
75	17,76	-9,8129	-5,9849	739,5572	76	17,76	-8,3765	-5,4190	730,5614
77	18,24	-7,0759	-4,8765	721,4398	78	18,24	-5,9056	-4,3586	712,1926
79	18,72	-4,8595	-3,8663	702,8197	80	18,72	-3,9316	-3,4001	693,3210
81	19,20	-3,1156	-2,9609	683,6967	82	19,20	-2,4050	-2,5489	673,9467
83	19,68	-1,7932	-2,1647	664,0710	84	19,68	-1,2737	-1,8084	654,0695
85	20,16	-0,8397	-1,4802	643,9424	86	20,16	-0,4845	-1,1803	633,6896
87	20,64	-0,2012	-0,9087	623,3111	88	20,64	0,0169	-0,6654	612,8069
89	21,12	0,1766	-0,4505	602,1770	90	21,12	0,2847	-0,2638	591,4214
91	21,60	0,3481	-0,1054	580,5402	92	21,60	0,3733	0,0249	569,5332
93	22,08	0,3674	0,1271	558,4005	94	22,08	0,3369	0,2013	547,1421
95	22,56	0,2886	0,2475	535,7581	96	22,56	0,2292	0,2658	524,2483
97	23,04	0,1654	0,2562	512,6128	98	23,04	0,1039	0,2188	500,8517
99	23,52	0,0514	0,1536	488,9648	100	23,52	0,0145	0,0605	476,9523
101	24,00	0,0000	0,0605	464,8140	102				

Combinazione n° 15

n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]	n°	Y [m]	M [kNm]	T [kN]	N [kN]
1	0,00	349,2410	117,0000	765,0000	2	0,00	321,7221	109,9967	767,1021
3	0,48	295,3229	105,3571	769,1666	4	0,48	270,0372	100,7573	771,1936
5	0,96	245,8555	96,2104	773,1831	6	0,96	222,7650	91,7281	775,1350
7	1,44	200,7502	87,3209	777,0493	8	1,44	179,7932	82,9986	778,9262
9	1,92	159,8735	78,7695	780,7654	10	1,92	140,9689	74,6415	782,5672
11	2,40	123,0549	70,6211	784,3314	12	2,40	106,1058	66,7143	786,0580
13	2,88	90,0944	62,9260	787,7472	14	2,88	74,9922	59,2605	789,4010
15	3,36	60,7697	55,7214	791,0335	16	3,36	47,3965	52,3116	792,6467
17	3,84	34,8417	49,0332	794,2409	18	3,84	23,0738	45,8879	795,8158
19	4,32	12,0607	42,8767	797,3716	20	4,32	1,7702	40,0002	798,9083
21	4,80	-7,8298	37,2584	800,4258	22	4,80	-16,7718	34,6508	801,9241
23	5,28	-25,0880	32,1767	803,4033	24	5,28	-32,8104	29,8347	804,8634
25	5,76	-39,9708	27,6233	806,3043	26	5,76	-46,6004	25,5405	807,7260
27	6,24	-52,7301	23,5840	809,1286	28	6,24	-58,3902	21,7512	810,5121
29	6,72	-63,6105	20,0394	811,8764	30	6,72	-68,4200	18,4453	813,2215
31	7,20	-72,8468	16,9658	814,5475	32	7,20	-76,9186	15,5972	815,8543
33	7,68	-80,6619	14,3358	817,1420	34	7,68	-84,1025	13,1778	818,4105
35	8,16	-87,2652	9,6486	816,9381	36	8,16	-89,5809	6,4362	814,0128
37	8,64	-91,1256	3,5260	810,9806	38	8,64	-91,9718	0,9031	807,8417
39	9,12	-92,1886	-1,4473	804,5960	40	9,12	-91,8412	-3,5401	801,2436
41	9,60	-90,9916	-5,3902	797,7843	42	9,60	-89,6980	-7,0122	794,2183
43	10,08	-88,0150	-8,4207	790,5456	44	10,08	-85,9941	-9,6298	786,7660
45	10,56	-83,6829	-10,6534	782,8797	46	10,56	-81,1261	-11,5050	778,8866
47	11,04	-78,3649	-12,1976	774,7867	48	11,04	-75,4375	-12,7439	770,5801
49	11,52	-72,3789	-13,1559	766,2667	50	11,52	-69,2215	-13,4453	761,8465
51	12,00	-65,9947	-13,6232	757,3195	52	12,00	-62,7251	-13,7002	752,6858
53	12,48	-59,4371	-13,6863	747,9453	54	12,48	-56,1523	-13,5912	743,0980
55	12,96	-52,8905	-13,4237	738,1440	56	12,96	-49,6688	-13,1923	733,0832
57	13,44	-46,5026	-12,9051	727,9156	58	13,44	-43,4054	-12,5694	722,6412
59	13,92	-40,3887	-12,1923	717,2601	60	13,92	-37,4626	-11,7800	711,7722
61	14,40	-34,6354	-11,3387	706,1775	62	14,40	-31,9141	-10,8738	700,4760
63	14,88	-29,3044	-10,3904	694,6678	64	14,88	-26,8107	-9,8933	688,7528
65	15,36	-24,4363	-9,3866	682,7310	66	15,36	-22,1835	-8,8743	676,6025

n°	Y	M	T	N	n°	Y	M	T	N
	[m]	[kNm]	[kN]	[kN]		[m]	[kNm]	[kN]	[kN]
67	15,84	-20,0537	-8,3599	670,3672	68	15,84	-18,0473	-7,8466	664,0251
69	16,32	-16,1641	-7,3373	657,5762	70	16,32	-14,4032	-6,8344	651,0206
71	16,80	-12,7629	-6,3403	644,3582	72	16,80	-11,2412	-5,8570	637,5890
73	17,28	-9,8355	-5,3864	630,7131	74	17,28	-8,5428	-4,9298	623,7304
75	17,76	-7,3597	-4,4887	616,6409	76	17,76	-6,2824	-4,0642	609,4446
77	18,24	-5,3070	-3,6574	602,1416	78	18,24	-4,4292	-3,2690	594,7318
79	18,72	-3,6446	-2,8997	587,2152	80	18,72	-2,9487	-2,5501	579,5918
81	19,20	-2,3367	-2,2206	571,8617	82	19,20	-1,8037	-1,9117	564,0248
83	19,68	-1,3449	-1,6235	556,0811	84	19,68	-0,9553	-1,3563	548,0307
85	20,16	-0,6298	-1,1101	539,8735	86	20,16	-0,3633	-0,8852	531,6095
87	20,64	-0,1509	-0,6815	523,2387	88	20,64	0,0127	-0,4991	514,7612
89	21,12	0,1325	-0,3379	506,1769	90	21,12	0,2135	-0,1979	497,4858
91	21,60	0,2610	-0,0791	488,6879	92	21,60	0,2800	0,0187	479,7833
93	22,08	0,2755	0,0953	470,7719	94	22,08	0,2527	0,1510	461,6537
95	22,56	0,2164	0,1856	452,4288	96	22,56	0,1719	0,1994	443,0971
97	23,04	0,1240	0,1922	433,6586	98	23,04	0,0779	0,1641	424,1133
99	23,52	0,0385	0,1152	414,4613	100	23,52	0,0109	0,0453	404,7025
101	24,00	0,0000	0,0453	394,8369	102				

Diagramma Carico-Cedimento verticale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kN]
w Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	w	n°	N	w	n°	N	w	n°	N	w
	[kN]	[cm]		[kN]	[cm]		[kN]	[cm]		[kN]	[cm]
1	486,67	0,104	2	1198,82	0,255	3	2267,05	0,483	4	3664,01	0,824
5	4126,61	1,092	6	4505,60	1,360	7	4756,60	1,539	8		

Diagramma Carico-Cedimento orizzontale

Simbologia adottata

N Carico sul palo espressa in [kN]
u Cedimento del palo espresso in [cm]

n°	N	u	n°	N	u	n°	N	u	n°	N	u
	[kN]	[cm]		[kN]	[cm]		[kN]	[cm]		[kN]	[cm]
1	166,14	1,175	2	166,21	1,176	3	166,49	1,178	4	167,62	1,186
5	172,12	1,218	6	190,11	1,345	7	223,31	1,580	8	256,51	1,815
9	289,71	2,050	10	322,91	2,285	11	356,11	2,519	12	389,31	2,754
13	422,27	2,989	14	423,44	2,998	15	425,76	3,014	16	435,04	3,081
17	435,86	3,087	18	437,49	3,099	19	437,68	3,100	20	438,05	3,103
21	439,41	3,114	22			23			24		

Descrizione armature

Il progetto e la verifica delle armature sono stati effettuati con il metodo degli stati limite ultimi.

Nei primi 8,00 [m] l'armatura longitudinale è costituita da 24 $\phi 26$ mentre l'armatura trasversale è costituita da staffe $\phi 10$ / 10 [cm].

A partire dalla quota di 8,00 [m] l'armatura longitudinale è costituita da 16 $\phi 26$ mentre l'armatura trasversale è costituita da staffe $\phi 10$ / 10 [cm].

Verifica armature pali

Simbologia adottata

Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso espressa in [m]
A_r area di armatura espressa in [cmq]
 σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
 σ_r tensione nell'acciaio espressa in [kPa]
A_s Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [cmq]
A_c Area dei ferri tesi, espresso in [cmq]
M_{pf} Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
N_{pf} Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
E_{ps} Deformazione unitaria media, espresso in [%]
s_m Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
w_m Ampiezza della fessura, espressa in [mm]
CS coefficiente di sicurezza
M momento agente, espresso in [kNm]
N sforzo normale agente, espresso in [kN]

Mu	momento ultimo, espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
T	taglio agente, espresso in [kN]
V _{Rcd}	resistenza di calcolo a taglio-compressione, espresso in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di calcolo a taglio-trazione, espresso in [kN]
V _{Rd}	taglio resistente, espresso in [kN]

Verifiche a presso-flessione

Combinazione n° 1

Y [m]	A _r [cmq]	M [kNm]	N [kN]	M _u [kNm]	N _u [kN]	CS
0,00	127,42	495,50	1440,00	1597,07	4641,30	3.22
0,24	127,42	456,46	1441,56	1577,30	4981,30	3.46
0,48	127,42	419,01	1443,05	1548,08	5331,58	3.69
0,72	127,42	383,13	1444,49	1516,03	5715,79	3.96
0,96	127,42	348,82	1445,86	1480,82	6137,99	4.25
1,20	127,42	316,06	1447,17	1436,88	6579,17	4.55
1,44	127,42	284,83	1448,42	1388,20	7059,43	4.87
1,68	127,42	255,09	1449,61	1332,83	7574,13	5.22
1,92	127,42	226,83	1450,74	1266,95	8103,10	5.59
2,16	127,42	200,01	1451,81	1194,08	8667,57	5.97
2,40	127,42	174,59	1452,81	1110,44	9240,23	6.36
2,64	127,42	150,54	1453,76	1017,72	9827,87	6.76
2,88	127,42	127,83	1454,64	915,83	10421,96	7.16
3,12	127,42	106,40	1455,46	803,31	10988,73	7.55
3,36	127,42	86,22	1456,25	684,23	11556,54	7.94
3,60	127,42	67,25	1457,01	559,62	12125,05	8.32
3,84	127,42	49,43	1457,73	422,01	12444,56	8.54
4,08	127,42	32,74	1458,43	278,65	12413,88	8.51
4,32	127,42	17,11	1459,09	145,25	12385,32	8.49
4,56	127,42	2,51	1459,73	21,26	12358,78	8.47
4,80	127,42	-11,11	1460,33	94,13	12374,38	8.47
5,04	127,42	-23,80	1460,90	201,94	12397,46	8.49
5,28	127,42	-35,59	1461,44	302,48	12418,98	8.50
5,52	127,42	-46,55	1461,94	396,09	12439,01	8.51
5,76	127,42	-56,71	1462,42	483,09	12457,64	8.52
6,00	127,42	-66,12	1462,86	549,98	12168,45	8.32
6,24	127,42	-74,81	1463,28	608,62	11904,01	8.14
6,48	127,42	-82,84	1463,66	660,33	11666,39	7.97
6,72	127,42	-90,25	1464,01	706,20	11455,58	7.82
6,96	127,42	-97,07	1464,33	746,99	11268,08	7.70
7,20	127,42	-103,36	1464,61	782,71	11091,48	7.57
7,44	127,42	-109,13	1464,87	814,50	10932,95	7.46
7,68	127,42	-114,44	1465,10	842,94	10791,19	7.37
7,92	127,42	-119,32	1465,29	868,43	10664,11	7.28
8,16	84,95	-123,81	1461,00	789,04	9310,73	6.37
8,40	84,95	-127,10	1454,33	805,41	9215,96	6.34
8,64	84,95	-129,29	1447,49	817,12	9148,19	6.32
8,88	84,95	-130,49	1440,47	824,73	9104,12	6.32
9,12	84,95	-130,80	1433,27	828,72	9081,04	6.34
9,36	84,95	-130,30	1425,91	829,46	9076,71	6.37
9,60	84,95	-129,10	1418,36	827,30	9089,23	6.41
9,84	84,95	-127,26	1410,65	822,50	9117,00	6.46
10,08	84,95	-124,88	1402,75	815,32	9158,60	6.53
10,32	84,95	-122,01	1394,69	805,95	9212,83	6.61
10,56	84,95	-118,73	1386,45	794,58	9278,62	6.69
10,80	84,95	-115,10	1378,03	781,39	9354,99	6.79
11,04	84,95	-111,18	1369,44	766,02	9434,90	6.89
11,28	84,95	-107,03	1360,67	748,91	9520,77	7.00
11,52	84,95	-102,69	1351,73	730,36	9613,82	7.11
11,76	84,95	-98,21	1342,62	710,53	9713,37	7.23
12,00	84,95	-93,63	1333,33	689,53	9818,77	7.36
12,24	84,95	-88,99	1323,86	667,49	9929,38	7.50
12,48	84,95	-84,33	1314,23	644,53	10044,59	7.64
12,72	84,95	-79,67	1304,41	620,41	10157,82	7.79
12,96	84,95	-75,04	1294,42	595,49	10271,88	7.94
13,20	84,95	-70,47	1284,26	570,03	10388,40	8.09
13,44	84,95	-65,98	1273,92	544,16	10506,84	8.25
13,68	84,95	-61,58	1263,41	517,99	10626,67	8.41
13,92	84,95	-57,30	1252,72	491,57	10746,25	8.58
14,16	84,95	-53,15	1241,86	463,99	10840,85	8.73
14,40	84,95	-49,14	1230,82	432,82	10840,85	8.81
14,64	84,95	-45,28	1219,61	402,48	10840,85	8.89
14,88	84,95	-41,58	1208,23	373,05	10840,85	8.97
15,12	84,95	-38,04	1196,66	344,60	10840,85	9.06
15,36	84,95	-34,67	1184,93	317,20	10840,85	9.15
15,60	84,95	-31,47	1173,02	290,88	10840,85	9.24
15,84	84,95	-28,45	1160,93	265,69	10840,85	9.34
16,08	84,95	-25,61	1148,67	241,66	10840,85	9.44
16,32	84,95	-22,93	1136,24	218,81	10840,85	9.54
16,56	84,95	-20,44	1123,63	197,16	10840,85	9.65
16,80	84,95	-18,11	1110,85	176,72	10840,85	9.76
17,04	84,95	-15,95	1097,89	157,49	10840,85	9.87
17,28	84,95	-13,95	1084,75	139,46	10840,85	9.99

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
17,52	84,95	-12,12	1071,45	122,64	10840,85	10.12
17,76	84,95	-10,44	1057,96	107,00	10840,85	10.25
18,00	84,95	-8,91	1044,31	92,53	10840,85	10.38
18,24	84,95	-7,53	1030,47	79,21	10840,85	10.52
18,48	84,95	-6,28	1016,47	67,02	10840,85	10.67
18,72	84,95	-5,17	1002,28	55,93	10840,85	10.82
18,96	84,95	-4,18	987,93	45,91	10840,85	10.97
19,20	84,95	-3,32	973,40	36,92	10840,85	11.14
19,44	84,95	-2,56	958,69	28,94	10840,85	11.31
19,68	84,95	-1,91	943,81	21,92	10840,85	11.49
19,92	84,95	-1,36	928,76	15,82	10840,85	11.67
20,16	84,95	-0,89	913,53	10,60	10840,85	11.87
20,40	84,95	-0,52	898,12	6,22	10840,85	12.07
20,64	84,95	-0,21	882,54	2,63	10840,85	12.28
20,88	84,95	0,02	866,79	0,22	10840,85	12.51
21,12	84,95	0,19	850,86	2,39	10840,85	12.74
21,36	84,95	0,30	834,75	3,93	10840,85	12.99
21,60	84,95	0,37	818,48	4,91	10840,85	13.25
21,84	84,95	0,40	802,02	5,37	10840,85	13.52
22,08	84,95	0,39	785,40	5,40	10840,85	13.80
22,32	84,95	0,36	768,59	5,06	10840,85	14.10
22,56	84,95	0,31	751,62	4,43	10840,85	14.42
22,80	84,95	0,24	734,46	3,60	10840,85	14.76
23,04	84,95	0,18	717,14	2,66	10840,85	15.12
23,28	84,95	0,11	699,64	1,71	10840,85	15.49
23,52	84,95	0,05	681,96	0,87	10840,85	15.90
23,76	84,95	0,02	664,11	0,25	10840,85	16.32
24,00	84,95	0,00	646,08	0,00	10840,85	16.78

Combinazione n° 2

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
0,00	127,42	701,47	176,00	1334,43	334,81	1.90
0,24	127,42	646,19	178,58	1339,66	370,22	2.07
0,48	127,42	593,17	181,14	1345,68	410,93	2.27
0,72	127,42	542,38	183,68	1352,65	458,08	2.49
0,96	127,42	493,81	186,21	1360,79	513,13	2.76
1,20	127,42	447,43	188,72	1370,38	578,00	3.06
1,44	127,42	403,22	191,21	1381,80	655,28	3.43
1,68	127,42	361,12	193,69	1395,59	748,53	3.86
1,92	127,42	321,11	196,15	1412,48	862,80	4.40
2,16	127,42	283,14	198,59	1433,57	1005,49	5.06
2,40	127,42	247,16	201,02	1454,64	1183,08	5.89
2,64	127,42	213,12	203,43	1476,64	1409,52	6.93
2,88	127,42	180,96	205,82	1506,14	1713,09	8.32
3,12	127,42	150,63	208,20	1547,53	2139,07	10.27
3,36	127,42	122,06	210,57	1582,38	2729,85	12.96
3,60	127,42	95,20	212,93	1616,89	3616,51	16.98
3,84	127,42	69,98	215,28	1585,87	4878,55	22.66
4,08	127,42	46,34	217,62	1425,34	6693,03	30.76
4,32	127,42	24,22	219,96	1057,09	9598,35	43.64
4,56	127,42	3,56	222,28	198,30	12396,68	55.77
4,80	127,42	-15,73	224,60	778,20	11113,95	49.48
5,04	127,42	-33,69	226,91	1237,77	8337,39	36.74
5,28	127,42	-50,39	229,21	1439,88	6549,54	28.57
5,52	127,42	-65,90	231,50	1541,20	5414,01	23.39
5,76	127,42	-80,28	233,78	1596,90	4650,17	19.89
6,00	127,42	-93,60	236,06	1608,39	4056,39	17.18
6,24	127,42	-105,91	238,32	1616,49	3637,49	15.26
6,48	127,42	-117,28	240,58	1609,78	3302,23	13.73
6,72	127,42	-127,76	242,83	1597,00	3035,28	12.50
6,96	127,42	-137,42	245,07	1587,20	2830,48	11.55
7,20	127,42	-146,32	247,30	1579,50	2669,68	10.80
7,44	127,42	-154,49	249,53	1573,35	2541,15	10.18
7,68	127,42	-162,01	251,74	1568,37	2436,98	9.68
7,92	127,42	-168,92	253,95	1564,28	2351,63	9.26
8,16	84,95	-175,28	254,94	1182,96	1720,60	6.75
8,40	84,95	-179,93	255,28	1177,49	1670,59	6.54
8,64	84,95	-183,03	255,57	1174,07	1639,39	6.41
8,88	84,95	-184,73	255,82	1172,32	1623,45	6.35
9,12	84,95	-185,17	256,02	1171,99	1620,44	6.33
9,36	84,95	-184,47	256,17	1172,91	1628,80	6.36
9,60	84,95	-182,76	256,27	1174,96	1647,56	6.43
9,84	84,95	-180,16	256,33	1178,09	1676,14	6.54
10,08	84,95	-176,78	256,34	1182,28	1714,31	6.69
10,32	84,95	-172,72	256,30	1187,51	1762,11	6.88
10,56	84,95	-168,08	256,21	1193,83	1819,80	7.10
10,80	84,95	-162,95	256,08	1201,29	1887,90	7.37
11,04	84,95	-157,40	255,90	1209,98	1967,15	7.69
11,28	84,95	-151,52	255,67	1219,99	2058,56	8.05
11,52	84,95	-145,38	255,39	1231,48	2163,42	8.47
11,76	84,95	-139,03	255,07	1244,61	2283,33	8.95
12,00	84,95	-132,55	254,70	1259,62	2420,33	9.50
12,24	84,95	-125,99	254,28	1270,66	2564,57	10.09
12,48	84,95	-119,38	253,81	1279,69	2720,70	10.72
12,72	84,95	-112,78	253,30	1289,89	2896,93	11.44
12,96	84,95	-106,23	252,74	1301,43	3096,23	12.25
13,20	84,95	-99,76	252,13	1314,51	3322,17	13.18
13,44	84,95	-93,40	251,47	1324,97	3567,29	14.19
13,68	84,95	-87,18	250,77	1322,81	3804,96	15.17

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
13,92	84,95	-81,12	250,02	1320,42	4069,53	16.28
14,16	84,95	-75,25	249,22	1317,75	4364,54	17.51
14,40	84,95	-69,57	248,38	1309,07	4673,79	18.82
14,64	84,95	-64,10	247,48	1288,44	4974,43	20.10
14,88	84,95	-58,86	246,54	1265,93	5302,54	21.51
15,12	84,95	-53,85	245,55	1241,37	5660,50	23.05
15,36	84,95	-49,08	244,52	1209,95	6027,78	24.65
15,60	84,95	-44,56	243,43	1175,12	6420,25	26.37
15,84	84,95	-40,28	242,30	1136,58	6837,27	28.22
16,08	84,95	-36,25	241,12	1090,33	7252,80	30.08
16,32	84,95	-32,47	239,90	1041,24	7693,87	32.07
16,56	84,95	-28,93	238,63	982,92	8107,63	33.98
16,80	84,95	-25,63	237,30	921,73	8532,50	35.96
17,04	84,95	-22,58	235,94	854,66	8930,85	37.85
17,28	84,95	-19,76	234,52	785,85	9329,15	39.78
17,52	84,95	-17,16	233,06	713,89	9696,47	41.61
17,76	84,95	-14,78	231,55	642,05	10057,01	43.43
18,00	84,95	-12,62	229,99	569,98	10388,66	45.17
18,24	84,95	-10,66	228,38	499,83	10709,13	46.89
18,48	84,95	-8,90	226,73	425,36	10840,85	47.81
18,72	84,95	-7,32	225,03	352,66	10840,85	48.18
18,96	84,95	-5,92	223,28	287,56	10840,85	48.55
19,20	84,95	-4,69	221,48	229,72	10840,85	48.95
19,44	84,95	-3,62	219,64	178,81	10840,85	49.36
19,68	84,95	-2,70	217,75	134,49	10840,85	49.79
19,92	84,95	-1,92	215,81	96,38	10840,85	50.23
20,16	84,95	-1,26	213,83	64,13	10840,85	50.70
20,40	84,95	-0,73	211,79	37,36	10840,85	51.19
20,64	84,95	-0,30	209,71	15,67	10840,85	51.69
20,88	84,95	0,03	207,59	1,33	10840,85	52.22
21,12	84,95	0,27	205,41	14,04	10840,85	52.78
21,36	84,95	0,43	203,19	22,88	10840,85	53.35
21,60	84,95	0,52	200,92	28,29	10840,85	53.96
21,84	84,95	0,56	198,60	30,70	10840,85	54.59
22,08	84,95	0,55	196,23	30,57	10840,85	55.24
22,32	84,95	0,51	193,82	28,38	10840,85	55.93
22,56	84,95	0,43	191,36	24,63	10840,85	56.65
22,80	84,95	0,35	188,85	19,82	10840,85	57.40
23,04	84,95	0,25	186,30	14,50	10840,85	58.19
23,28	84,95	0,16	183,69	9,23	10840,85	59.02
23,52	84,95	0,08	181,04	4,63	10840,85	59.88
23,76	84,95	0,02	178,35	1,33	10840,85	60.79
24,00	84,95	0,00	175,60	0,00	10840,85	61.74

Combinazione n° 3

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
0,00	127,42	546,25	417,00	1447,02	1104,64	2.65
0,24	127,42	503,21	419,38	1457,74	1214,91	2.90
0,48	127,42	461,92	421,74	1470,11	1342,25	3.18
0,72	127,42	422,37	424,07	1484,51	1490,51	3.51
0,96	127,42	384,54	426,38	1501,45	1664,80	3.90
1,20	127,42	348,43	428,66	1521,57	1871,96	4.37
1,44	127,42	313,99	430,92	1545,81	2121,44	4.92
1,68	127,42	281,22	433,15	1567,27	2414,03	5.57
1,92	127,42	250,06	435,36	1583,69	2757,23	6.33
2,16	127,42	220,49	437,54	1604,08	3183,11	7.28
2,40	127,42	192,47	439,69	1615,46	3690,47	8.39
2,64	127,42	165,96	441,82	1604,24	4270,83	9.67
2,88	127,42	140,92	443,93	1578,11	4971,51	11.20
3,12	127,42	117,30	446,01	1512,94	5752,87	12.90
3,36	127,42	95,05	448,08	1423,54	6710,75	14.98
3,60	127,42	74,13	450,13	1296,05	7869,51	17.48
3,84	127,42	54,50	452,17	1112,19	9228,24	20.41
4,08	127,42	36,09	454,20	853,33	10739,39	23.64
4,32	127,42	18,86	456,22	510,50	12346,17	27.06
4,56	127,42	2,77	458,22	74,75	12370,23	27.00
4,80	127,42	-12,25	460,21	330,64	12425,01	27.00
5,04	127,42	-26,23	462,19	661,78	11659,70	25.23
5,28	127,42	-39,24	464,15	891,74	10547,88	22.73
5,52	127,42	-51,32	466,10	1056,91	9599,38	20.59
5,76	127,42	-62,52	468,04	1175,11	8797,43	18.80
6,00	127,42	-72,89	469,97	1262,39	8139,69	17.32
6,24	127,42	-82,48	471,88	1329,08	7604,28	16.11
6,48	127,42	-91,33	473,78	1378,76	7152,54	15.10
6,72	127,42	-99,49	475,67	1417,05	6774,76	14.24
6,96	127,42	-107,02	477,54	1448,56	6463,94	13.54
7,20	127,42	-113,94	479,40	1474,79	6205,16	12.94
7,44	127,42	-120,31	481,25	1494,23	5977,13	12.42
7,68	127,42	-126,16	483,09	1510,40	5783,37	11.97
7,92	127,42	-131,54	484,91	1524,15	5618,42	11.59
8,16	84,95	-136,49	484,89	1310,35	4655,06	9.60
8,40	84,95	-140,11	483,89	1316,11	4545,30	9.39
8,64	84,95	-142,53	482,83	1316,88	4460,99	9.24
8,88	84,95	-143,85	481,69	1317,33	4411,03	9.16
9,12	84,95	-144,19	480,48	1317,52	4390,23	9.14
9,36	84,95	-143,65	479,20	1317,47	4394,93	9.17
9,60	84,95	-142,32	477,84	1317,22	4422,59	9.26

Y	Ar	M	N	Mu	Nu	CS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
9,84	84,95	-140,30	476,42	1316,78	4471,48	9.39
10,08	84,95	-137,66	474,92	1316,16	4540,50	9.56
10,32	84,95	-134,50	473,35	1312,77	4619,92	9.76
10,56	84,95	-130,89	471,71	1306,65	4709,02	9.98
10,80	84,95	-126,89	469,99	1299,50	4813,30	10.24
11,04	84,95	-122,57	468,21	1291,31	4932,68	10.54
11,28	84,95	-117,99	466,35	1282,07	5067,28	10.87
11,52	84,95	-113,21	464,43	1271,77	5217,34	11.23
11,76	84,95	-108,27	462,43	1260,39	5383,21	11.64
12,00	84,95	-103,22	460,35	1247,89	5565,39	12.09
12,24	84,95	-98,11	458,21	1233,58	5761,39	12.57
12,48	84,95	-92,97	456,00	1215,70	5962,98	13.08
12,72	84,95	-87,83	453,71	1196,40	6180,46	13.62
12,96	84,95	-82,73	451,35	1175,65	6414,31	14.21
13,20	84,95	-77,69	448,92	1153,40	6665,04	14.85
13,44	84,95	-72,73	446,42	1127,41	6919,64	15.50
13,68	84,95	-67,89	443,85	1098,36	7180,69	16.18
13,92	84,95	-63,17	441,20	1067,65	7456,58	16.90
14,16	84,95	-58,60	438,48	1035,06	7745,60	17.66
14,40	84,95	-54,17	435,69	996,43	8013,84	18.39
14,64	84,95	-49,92	432,83	956,32	8292,31	19.16
14,88	84,95	-45,84	429,90	914,83	8580,41	19.96
15,12	84,95	-41,93	426,90	869,09	8847,34	20.72
15,36	84,95	-38,22	423,82	822,30	9118,20	21.51
15,60	84,95	-34,70	420,67	774,63	9391,67	22.33
15,84	84,95	-31,37	417,45	724,54	9643,03	23.10
16,08	84,95	-28,23	414,16	674,39	9894,73	23.89
16,32	84,95	-25,28	410,80	624,11	10140,85	24.69
16,56	84,95	-22,53	407,36	573,60	10372,10	25.46
16,80	84,95	-19,96	403,86	523,93	10599,48	26.25
17,04	84,95	-17,58	400,28	475,25	10819,60	27.03
17,28	84,95	-15,38	396,63	420,48	10840,85	27.33
17,52	84,95	-13,36	392,91	368,67	10840,85	27.59
17,76	84,95	-11,51	389,11	320,71	10840,85	27.86
18,00	84,95	-9,83	385,25	276,51	10840,85	28.14
18,24	84,95	-8,30	381,31	235,99	10840,85	28.43
18,48	84,95	-6,93	377,30	199,05	10840,85	28.73
18,72	84,95	-5,70	373,22	165,58	10840,85	29.05
18,96	84,95	-4,61	369,07	135,47	10840,85	29.37
19,20	84,95	-3,65	364,85	108,60	10840,85	29.71
19,44	84,95	-2,82	360,55	84,83	10840,85	30.07
19,68	84,95	-2,10	356,19	64,02	10840,85	30.44
19,92	84,95	-1,49	351,75	46,05	10840,85	30.82
20,16	84,95	-0,99	347,24	30,75	10840,85	31.22
20,40	84,95	-0,57	342,65	17,98	10840,85	31.64
20,64	84,95	-0,24	338,00	7,57	10840,85	32.07
20,88	84,95	0,02	333,27	0,64	10840,85	32.53
21,12	84,95	0,21	328,47	6,84	10840,85	33.00
21,36	84,95	0,33	323,60	11,19	10840,85	33.50
21,60	84,95	0,41	318,66	13,89	10840,85	34.02
21,84	84,95	0,44	313,65	15,14	10840,85	34.56
22,08	84,95	0,43	308,57	15,14	10840,85	35.13
22,32	84,95	0,40	303,41	14,12	10840,85	35.73
22,56	84,95	0,34	298,18	12,31	10840,85	36.36
22,80	84,95	0,27	292,88	9,95	10840,85	37.01
23,04	84,95	0,19	287,51	7,31	10840,85	37.71
23,28	84,95	0,12	282,07	4,68	10840,85	38.43
23,52	84,95	0,06	276,55	2,36	10840,85	39.20
23,76	84,95	0,02	270,96	0,68	10840,85	40.01
24,00	84,95	0,00	265,30	0,00	10840,85	40.86

Combinazione n° 4

Y	Ar	M	N	Mu	Nu	CS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
0,00	127,42	489,53	448,00	1470,44	1345,68	3.00
0,24	127,42	450,96	450,36	1483,65	1481,67	3.29
0,48	127,42	413,96	452,69	1498,96	1639,21	3.62
0,72	127,42	378,51	454,99	1516,85	1823,34	4.01
0,96	127,42	344,62	457,27	1537,97	2040,73	4.46
1,20	127,42	312,25	459,53	1561,73	2298,32	5.00
1,44	127,42	281,39	461,75	1575,46	2585,25	5.60
1,68	127,42	252,02	463,95	1592,00	2930,79	6.32
1,92	127,42	224,10	466,13	1612,23	3353,47	7.19
2,16	127,42	197,60	468,27	1612,91	3822,33	8.16
2,40	127,42	172,49	470,39	1602,33	4369,73	9.29
2,64	127,42	148,73	472,49	1575,35	5004,62	10.59
2,88	127,42	126,29	474,56	1517,23	5701,42	12.01
3,12	127,42	105,12	476,60	1441,35	6535,05	13.71
3,36	127,42	85,18	478,63	1339,07	7524,11	15.72
3,60	127,42	66,44	480,64	1196,13	8653,56	18.00
3,84	127,42	48,84	482,64	1003,10	9913,15	20.54
4,08	127,42	32,34	484,63	750,82	11250,47	23.21
4,32	127,42	16,91	486,61	432,42	12446,79	25.58
4,56	127,42	2,48	488,57	62,81	12367,68	25.31
4,80	127,42	-10,98	490,52	277,75	12413,68	25.31
5,04	127,42	-23,51	492,45	575,44	12053,81	24.48
5,28	127,42	-35,17	494,37	787,33	11068,43	22.39
5,52	127,42	-45,99	496,28	948,28	10232,76	20.62
5,76	127,42	-56,03	498,17	1070,20	9515,76	19.10
6,00	127,42	-65,32	500,05	1161,42	8891,18	17.78

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
6,24	127,42	-73,91	501,92	1233,18	8374,25	16.68
6,48	127,42	-81,85	503,78	1288,44	7930,56	15.74
6,72	127,42	-89,16	505,62	1334,01	7564,71	14.96
6,96	127,42	-95,90	507,44	1369,35	7245,38	14.28
7,20	127,42	-102,11	509,26	1397,36	6969,08	13.68
7,44	127,42	-107,82	511,06	1421,02	6735,64	13.18
7,68	127,42	-113,06	512,84	1441,16	6536,89	12.75
7,92	127,42	-117,89	514,62	1458,43	6366,53	12.37
8,16	84,95	-122,32	514,47	1264,77	5319,48	10.34
8,40	84,95	-125,57	513,30	1272,76	5202,91	10.14
8,64	84,95	-127,73	512,06	1278,18	5124,04	10.01
8,88	84,95	-128,92	510,74	1281,42	5076,70	9.94
9,12	84,95	-129,22	509,35	1282,81	5056,44	9.93
9,36	84,95	-128,73	507,88	1282,57	5059,99	9.96
9,60	84,95	-127,54	506,34	1280,86	5084,94	10.04
9,84	84,95	-125,73	504,73	1277,80	5129,53	10.16
10,08	84,95	-123,37	503,03	1273,48	5192,48	10.32
10,32	84,95	-120,54	501,27	1267,96	5272,90	10.52
10,56	84,95	-117,30	499,43	1261,29	5370,20	10.75
10,80	84,95	-113,72	497,51	1253,48	5484,03	11.02
11,04	84,95	-109,84	495,52	1244,54	5614,24	11.33
11,28	84,95	-105,74	493,45	1233,88	5758,04	11.67
11,52	84,95	-101,45	491,31	1220,39	5910,02	12.03
11,76	84,95	-97,03	489,10	1205,58	6077,04	12.42
12,00	84,95	-92,51	486,81	1189,41	6259,25	12.86
12,24	84,95	-87,92	484,44	1171,87	6456,90	13.33
12,48	84,95	-83,31	482,00	1152,94	6670,25	13.84
12,72	84,95	-78,71	479,49	1130,83	6888,91	14.37
12,96	84,95	-74,14	476,90	1105,84	7113,48	14.92
13,20	84,95	-69,62	474,23	1079,31	7351,85	15.50
13,44	84,95	-65,18	471,49	1051,24	7604,02	16.13
13,68	84,95	-60,84	468,68	1019,51	7853,56	16.76
13,92	84,95	-56,61	465,79	984,27	8098,22	17.39
14,16	84,95	-52,51	462,83	947,66	8352,46	18.05
14,40	84,95	-48,55	459,79	909,49	8613,47	18.73
14,64	84,95	-44,73	456,67	867,54	8856,33	19.39
14,88	84,95	-41,08	453,49	824,67	9104,45	20.08
15,12	84,95	-37,58	450,22	781,04	9357,00	20.78
15,36	84,95	-34,25	446,88	735,07	9590,22	21.46
15,60	84,95	-31,09	443,47	688,74	9822,72	22.15
15,84	84,95	-28,11	439,98	642,40	10055,25	22.85
16,08	84,95	-25,30	436,42	595,43	10272,17	23.54
16,32	84,95	-22,66	432,78	548,92	10485,05	24.23
16,56	84,95	-20,19	429,07	503,19	10694,02	24.92
16,80	84,95	-17,89	425,28	456,03	10840,85	25.49
17,04	84,95	-15,76	421,42	405,34	10840,85	25.72
17,28	84,95	-13,79	417,48	358,00	10840,85	25.97
17,52	84,95	-11,97	413,47	313,96	10840,85	26.22
17,76	84,95	-10,32	409,38	273,18	10840,85	26.48
18,00	84,95	-8,81	405,22	235,59	10840,85	26.75
18,24	84,95	-7,44	400,98	201,11	10840,85	27.04
18,48	84,95	-6,21	396,67	169,67	10840,85	27.33
18,72	84,95	-5,11	392,29	141,18	10840,85	27.64
18,96	84,95	-4,13	387,83	115,54	10840,85	27.95
19,20	84,95	-3,28	383,29	92,64	10840,85	28.28
19,44	84,95	-2,53	378,68	72,38	10840,85	28.63
19,68	84,95	-1,89	373,99	54,65	10840,85	28.99
19,92	84,95	-1,34	369,23	39,31	10840,85	29.36
20,16	84,95	-0,88	364,40	26,26	10840,85	29.75
20,40	84,95	-0,51	359,48	15,36	10840,85	30.16
20,64	84,95	-0,21	354,50	6,47	10840,85	30.58
20,88	84,95	0,02	349,44	0,55	10840,85	31.02
21,12	84,95	0,19	344,30	5,85	10840,85	31.49
21,36	84,95	0,30	339,09	9,57	10840,85	31.97
21,60	84,95	0,37	333,81	11,88	10840,85	32.48
21,84	84,95	0,39	328,45	12,95	10840,85	33.01
22,08	84,95	0,39	323,02	12,96	10840,85	33.56
22,32	84,95	0,35	317,51	12,09	10840,85	34.14
22,56	84,95	0,30	311,92	10,54	10840,85	34.76
22,80	84,95	0,24	306,26	8,53	10840,85	35.40
23,04	84,95	0,17	300,53	6,27	10840,85	36.07
23,28	84,95	0,11	294,72	4,02	10840,85	36.78
23,52	84,95	0,05	288,84	2,03	10840,85	37.53
23,76	84,95	0,02	282,88	0,58	10840,85	38.32
24,00	84,95	0,00	276,84	0,00	10840,85	39.16

Combinazione n° 5

Y [m]	Ar [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	CS
0,00	127,42	119,40	1052,00	1075,72	9477,96	9.01
0,24	127,42	109,99	1053,87	1022,69	9798,89	9.30
0,48	127,42	100,97	1055,69	967,78	10119,08	9.59
0,72	127,42	92,32	1057,47	911,88	10444,98	9.88
0,96	127,42	84,05	1059,20	852,54	10743,30	10.14
1,20	127,42	76,16	1060,88	792,68	11041,77	10.41
1,44	127,42	68,63	1062,51	732,24	11335,89	10.67
1,68	127,42	61,47	1064,09	671,06	11617,05	10.92
1,92	127,42	54,66	1065,63	610,20	11896,76	11.16
2,16	127,42	48,19	1067,12	549,64	12169,98	11.40
2,40	127,42	42,07	1068,56	489,76	12439,58	11.64

Y	Ar	M	N	Mu	Nu	CS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
2,64	127,42	36,28	1069,95	421,92	12444,54	11.63
2,88	127,42	30,80	1071,30	357,40	12430,73	11.60
3,12	127,42	25,64	1072,60	296,82	12417,77	11.58
3,36	127,42	20,78	1073,87	240,01	12405,61	11.55
3,60	127,42	16,20	1075,12	186,80	12394,22	11.53
3,84	127,42	11,91	1076,35	137,05	12383,57	11.51
4,08	127,42	7,89	1077,55	90,58	12373,62	11.48
4,32	127,42	4,12	1078,73	47,26	12364,35	11.46
4,56	127,42	0,61	1079,88	6,92	12355,71	11.44
4,80	127,42	-2,68	1081,01	30,61	12360,78	11.43
5,04	127,42	-5,73	1082,11	65,54	12368,26	11.43
5,28	127,42	-8,58	1083,19	97,99	12375,21	11.42
5,52	127,42	-11,22	1084,24	128,10	12381,65	11.42
5,76	127,42	-13,67	1085,27	155,98	12387,62	11.41
6,00	127,42	-15,93	1086,28	181,76	12393,14	11.41
6,24	127,42	-18,03	1087,26	205,57	12398,23	11.40
6,48	127,42	-19,96	1088,22	227,52	12402,93	11.40
6,72	127,42	-21,75	1089,15	247,74	12407,26	11.39
6,96	127,42	-23,39	1090,06	266,33	12411,24	11.39
7,20	127,42	-24,90	1090,95	283,42	12414,90	11.38
7,44	127,42	-26,30	1091,81	299,10	12418,25	11.37
7,68	127,42	-27,58	1092,64	313,50	12421,34	11.37
7,92	127,42	-28,75	1093,45	326,70	12424,16	11.36
8,16	84,95	-29,83	1090,78	296,51	10840,85	9.94
8,40	84,95	-30,63	1086,27	305,64	10840,85	9.98
8,64	84,95	-31,15	1081,61	312,25	10840,85	10.02
8,88	84,95	-31,44	1076,82	316,55	10840,85	10.07
9,12	84,95	-31,52	1071,90	318,76	10840,85	10.11
9,36	84,95	-31,40	1066,84	319,06	10840,85	10.16
9,60	84,95	-31,11	1061,65	317,66	10840,85	10.21
9,84	84,95	-30,67	1056,31	314,72	10840,85	10.26
10,08	84,95	-30,09	1050,85	310,42	10840,85	10.32
10,32	84,95	-29,40	1045,25	304,92	10840,85	10.37
10,56	84,95	-28,61	1039,51	298,36	10840,85	10.43
10,80	84,95	-27,74	1033,63	290,89	10840,85	10.49
11,04	84,95	-26,79	1027,62	282,63	10840,85	10.55
11,28	84,95	-25,79	1021,48	273,71	10840,85	10.61
11,52	84,95	-24,74	1015,20	264,24	10840,85	10.68
11,76	84,95	-23,67	1008,78	254,32	10840,85	10.75
12,00	84,95	-22,56	1002,23	244,05	10840,85	10.82
12,24	84,95	-21,44	995,54	233,52	10840,85	10.89
12,48	84,95	-20,32	988,72	222,80	10840,85	10.96
12,72	84,95	-19,20	981,76	211,98	10840,85	11.04
12,96	84,95	-18,08	974,67	201,12	10840,85	11.12
13,20	84,95	-16,98	967,44	190,28	10840,85	11.21
13,44	84,95	-15,90	960,07	179,52	10840,85	11.29
13,68	84,95	-14,84	952,57	168,88	10840,85	11.38
13,92	84,95	-13,81	944,93	158,42	10840,85	11.47
14,16	84,95	-12,81	937,16	148,16	10840,85	11.57
14,40	84,95	-11,84	929,25	138,14	10840,85	11.67
14,64	84,95	-10,91	921,20	128,40	10840,85	11.77
14,88	84,95	-10,02	913,02	118,96	10840,85	11.87
15,12	84,95	-9,17	904,71	109,83	10840,85	11.98
15,36	84,95	-8,35	896,26	101,05	10840,85	12.10
15,60	84,95	-7,58	887,67	92,62	10840,85	12.21
15,84	84,95	-6,86	878,95	84,56	10840,85	12.33
16,08	84,95	-6,17	870,09	76,87	10840,85	12.46
16,32	84,95	-5,53	861,10	69,57	10840,85	12.59
16,56	84,95	-4,92	851,97	62,66	10840,85	12.72
16,80	84,95	-4,36	842,70	56,13	10840,85	12.86
17,04	84,95	-3,84	833,30	50,00	10840,85	13.01
17,28	84,95	-3,36	823,76	44,25	10840,85	13.16
17,52	84,95	-2,92	814,09	38,89	10840,85	13.32
17,76	84,95	-2,52	804,28	33,91	10840,85	13.48
18,00	84,95	-2,15	794,34	29,31	10840,85	13.65
18,24	84,95	-1,81	784,26	25,08	10840,85	13.82
18,48	84,95	-1,51	774,05	21,21	10840,85	14.01
18,72	84,95	-1,25	763,70	17,69	10840,85	14.20
18,96	84,95	-1,01	753,21	14,51	10840,85	14.39
19,20	84,95	-0,80	742,59	11,66	10840,85	14.60
19,44	84,95	-0,62	731,83	9,13	10840,85	14.81
19,68	84,95	-0,46	720,94	6,91	10840,85	15.04
19,92	84,95	-0,33	709,91	4,99	10840,85	15.27
20,16	84,95	-0,22	698,74	3,34	10840,85	15.51
20,40	84,95	-0,12	687,44	1,96	10840,85	15.77
20,64	84,95	-0,05	676,01	0,83	10840,85	16.04
20,88	84,95	0,00	664,44	0,07	10840,85	16.32
21,12	84,95	0,05	652,73	0,75	10840,85	16.61
21,36	84,95	0,07	640,89	1,23	10840,85	16.92
21,60	84,95	0,09	628,91	1,54	10840,85	17.24
21,84	84,95	0,10	616,80	1,68	10840,85	17.58
22,08	84,95	0,09	604,55	1,69	10840,85	17.93
22,32	84,95	0,09	592,16	1,58	10840,85	18.31
22,56	84,95	0,07	579,64	1,38	10840,85	18.70
22,80	84,95	0,06	566,98	1,12	10840,85	19.12
23,04	84,95	0,04	554,19	0,83	10840,85	19.56
23,28	84,95	0,03	541,26	0,53	10840,85	20.03
23,52	84,95	0,01	528,20	0,27	10840,85	20.52
23,76	84,95	0,00	515,00	0,08	10840,85	21.05
24,00	84,95	0,00	501,66	0,00	10840,85	21.61

Combinazione n° 6

Y	Ar	M	N	Mu	Nu	CS
[m]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
0,00	127,42	743,26	1153,00	1568,16	2432,66	2.11
0,24	127,42	684,69	1154,79	1579,21	2663,46	2.31
0,48	127,42	628,51	1156,53	1591,93	2929,34	2.53
0,72	127,42	574,69	1158,21	1606,71	3238,09	2.80
0,96	127,42	523,23	1159,85	1617,49	3585,51	3.09
1,20	127,42	474,09	1161,43	1610,53	3945,51	3.40
1,44	127,42	427,24	1162,97	1602,47	4362,03	3.75
1,68	127,42	382,64	1164,45	1589,35	4836,75	4.15
1,92	127,42	340,24	1165,88	1549,83	5310,63	4.56
2,16	127,42	300,01	1167,26	1504,53	5853,70	5.01
2,40	127,42	261,89	1168,58	1448,57	6463,79	5.53
2,64	127,42	225,81	1169,86	1379,41	7146,17	6.11
2,88	127,42	191,74	1171,09	1292,77	7895,83	6.74
3,12	127,42	159,60	1172,26	1186,82	8717,27	7.44
3,36	127,42	129,33	1173,41	1057,59	9595,44	8.18
3,60	127,42	100,87	1174,53	901,62	10498,58	8.94
3,84	127,42	74,15	1175,63	718,87	11397,36	9.69
4,08	127,42	49,11	1176,70	514,48	12328,26	10.48
4,32	127,42	25,67	1177,74	270,51	12412,13	10.54
4,56	127,42	3,77	1178,76	39,51	12362,69	10.49
4,80	127,42	-16,66	1179,75	175,03	12391,70	10.50
5,04	127,42	-35,69	1180,71	375,91	12434,70	10.53
5,28	127,42	-53,39	1181,65	549,85	12169,01	10.30
5,52	127,42	-69,83	1182,56	682,78	11563,21	9.78
5,76	127,42	-85,07	1183,45	793,41	11038,09	9.33
6,00	127,42	-99,18	1184,31	885,78	10577,59	8.93
6,24	127,42	-112,22	1185,14	961,59	10155,17	8.57
6,48	127,42	-124,27	1185,95	1025,21	9784,21	8.25
6,72	127,42	-135,38	1186,73	1078,79	9456,89	7.97
6,96	127,42	-145,61	1187,49	1122,73	9156,06	7.71
7,20	127,42	-155,03	1188,22	1160,71	8896,02	7.49
7,44	127,42	-163,70	1188,92	1193,74	8669,93	7.29
7,68	127,42	-171,67	1189,60	1221,72	8466,23	7.12
7,92	127,42	-178,99	1190,25	1245,02	8279,22	6.96
8,16	84,95	-185,72	1187,15	1108,75	7087,36	5.97
8,40	84,95	-190,65	1182,08	1122,76	6961,49	5.89
8,64	84,95	-193,93	1176,85	1132,60	6873,00	5.84
8,88	84,95	-195,73	1171,48	1138,90	6816,40	5.82
9,12	84,95	-196,20	1165,97	1142,12	6787,49	5.82
9,36	84,95	-195,46	1160,31	1142,62	6783,03	5.85
9,60	84,95	-193,65	1154,50	1140,67	6800,51	5.89
9,84	84,95	-190,90	1148,55	1136,51	6837,95	5.95
10,08	84,95	-187,31	1142,45	1130,29	6893,79	6.03
10,32	84,95	-183,01	1136,21	1122,17	6966,79	6.13
10,56	84,95	-178,09	1129,82	1112,24	7055,97	6.25
10,80	84,95	-172,65	1123,28	1100,60	7160,53	6.37
11,04	84,95	-166,78	1116,60	1087,32	7279,84	6.52
11,28	84,95	-160,55	1109,77	1072,46	7413,37	6.68
11,52	84,95	-154,04	1102,80	1056,06	7560,69	6.86
11,76	84,95	-147,32	1095,68	1038,17	7721,45	7.05
12,00	84,95	-140,45	1088,42	1016,30	7875,84	7.24
12,24	84,95	-133,49	1081,01	992,76	8039,30	7.44
12,48	84,95	-126,49	1073,45	967,78	8212,74	7.65
12,72	84,95	-119,50	1065,75	941,42	8395,74	7.88
12,96	84,95	-112,56	1057,90	913,75	8587,84	8.12
13,20	84,95	-105,71	1049,91	882,78	8768,10	8.35
13,44	84,95	-98,97	1041,77	850,64	8954,15	8.60
13,68	84,95	-92,38	1033,48	817,49	9146,00	8.85
13,92	84,95	-85,96	1025,05	783,46	9343,02	9.11
14,16	84,95	-79,73	1016,47	747,37	9528,46	9.37
14,40	84,95	-73,71	1007,75	710,49	9713,56	9.64
14,64	84,95	-67,92	998,88	673,20	9900,68	9.91
14,88	84,95	-62,37	989,87	635,60	10088,25	10.19
15,12	84,95	-57,06	980,71	597,18	10264,14	10.47
15,36	84,95	-52,01	971,40	558,89	10439,42	10.75
15,60	84,95	-47,21	961,95	520,89	10613,38	11.03
15,84	84,95	-42,68	952,35	483,25	10783,63	11.32
16,08	84,95	-38,41	942,61	441,73	10840,85	11.50
16,32	84,95	-34,40	932,72	399,83	10840,85	11.62
16,56	84,95	-30,65	922,68	360,15	10840,85	11.75
16,80	84,95	-27,16	912,50	322,70	10840,85	11.88
17,04	84,95	-23,92	902,18	287,47	10840,85	12.02
17,28	84,95	-20,93	891,70	254,48	10840,85	12.16
17,52	84,95	-18,18	881,08	223,70	10840,85	12.30
17,76	84,95	-15,66	870,32	195,10	10840,85	12.46
18,00	84,95	-13,37	859,41	168,66	10840,85	12.61
18,24	84,95	-11,29	848,35	144,33	10840,85	12.78
18,48	84,95	-9,43	837,15	122,07	10840,85	12.95
18,72	84,95	-7,76	825,80	101,82	10840,85	13.13
18,96	84,95	-6,28	814,31	83,54	10840,85	13.31
19,20	84,95	-4,97	802,67	67,16	10840,85	13.51
19,44	84,95	-3,84	790,88	52,62	10840,85	13.71
19,68	84,95	-2,86	778,95	39,83	10840,85	13.92
19,92	84,95	-2,03	766,88	28,74	10840,85	14.14
20,16	84,95	-1,34	754,65	19,25	10840,85	14.37
20,40	84,95	-0,77	742,29	11,29	10840,85	14.60
20,64	84,95	-0,32	729,77	4,77	10840,85	14.86
20,88	84,95	0,03	717,11	0,41	10840,85	15.12
21,12	84,95	0,28	704,30	4,34	10840,85	15.39

Y [m]	A _r [cmq]	M [kNm]	N [kN]	M _u [kNm]	N _u [kN]	CS
21,36	84,95	0,45	691,35	7,13	10840,85	15.68
21,60	84,95	0,56	678,26	8,88	10840,85	15.98
21,84	84,95	0,60	665,01	9,71	10840,85	16.30
22,08	84,95	0,59	651,62	9,76	10840,85	16.64
22,32	84,95	0,54	638,09	9,14	10840,85	16.99
22,56	84,95	0,46	624,41	8,00	10840,85	17.36
22,80	84,95	0,37	610,58	6,49	10840,85	17.76
23,04	84,95	0,26	596,61	4,80	10840,85	18.17
23,28	84,95	0,17	582,49	3,09	10840,85	18.61
23,52	84,95	0,08	568,22	1,56	10840,85	19.08
23,76	84,95	0,02	553,81	0,45	10840,85	19.57
24,00	84,95	0,00	539,26	0,00	10840,85	20.10

Combinazione n° 7

Y [m]	A _r [cmq]	σ _c [kPa]	σ _t [kPa]
0,00	127,42	7682	93574
0,24	127,42	7111	87285
0,48	127,42	6565	81252
0,72	127,42	6046	75488
0,96	127,42	5556	70011
1,20	127,42	5097	64844
1,44	127,42	4672	60017
1,68	127,42	4283	55562
1,92	127,42	3931	51503
2,16	127,42	3618	47855
2,40	127,42	3342	44604
2,64	127,42	3097	41697
2,88	127,42	2868	38986
3,12	127,42	2653	36430
3,36	127,42	2450	34024
3,60	127,42	2259	31762
3,84	127,42	2080	29640
4,08	127,42	1912	27652
4,32	127,42	1756	25793
4,56	127,42	1609	24057
4,80	127,42	1698	25118
5,04	127,42	1828	26671
5,28	127,42	1949	28117
5,52	127,42	2062	29461
5,76	127,42	2167	30708
6,00	127,42	2263	31864
6,24	127,42	2353	32934
6,48	127,42	2436	33923
6,72	127,42	2512	34836
6,96	127,42	2583	35678
7,20	127,42	2648	36454
7,44	127,42	2708	37169
7,68	127,42	2763	37827
7,92	127,42	2813	38433
8,16	84,95	3171	43173
8,40	84,95	3201	43508
8,64	84,95	3218	43691
8,88	84,95	3224	43737
9,12	84,95	3220	43659
9,36	84,95	3206	43469
9,60	84,95	3184	43180
9,84	84,95	3154	42802
10,08	84,95	3118	42346
10,32	84,95	3076	41822
10,56	84,95	3030	41238
10,80	84,95	2979	40605
11,04	84,95	2925	39929
11,28	84,95	2867	39217
11,52	84,95	2808	38478
11,76	84,95	2746	37716
12,00	84,95	2684	36937
12,24	84,95	2620	36147
12,48	84,95	2556	35350
12,72	84,95	2492	34551
12,96	84,95	2427	33752
13,20	84,95	2364	32958
13,44	84,95	2301	32172
13,68	84,95	2238	31395
13,92	84,95	2177	30630
14,16	84,95	2118	29880
14,40	84,95	2059	29145
14,64	84,95	2002	28428
14,88	84,95	1947	27728
15,12	84,95	1893	27048
15,36	84,95	1841	26387
15,60	84,95	1791	25746
15,84	84,95	1742	25126
16,08	84,95	1696	24525
16,32	84,95	1651	23946
16,56	84,95	1607	23386
16,80	84,95	1566	22847
17,04	84,95	1526	22326
17,28	84,95	1488	21825
17,52	84,95	1451	21343

Y [m]	A _r [cmq]	σ _c [kPa]	σ _t [kPa]
17,76	84,95	1417	20878
18,00	84,95	1383	20430
18,24	84,95	1351	19998
18,48	84,95	1320	19582
18,72	84,95	1291	19180
18,96	84,95	1263	18792
19,20	84,95	1236	18417
19,44	84,95	1210	18054
19,68	84,95	1185	17702
19,92	84,95	1161	17360
20,16	84,95	1137	17027
20,40	84,95	1115	16702
20,64	84,95	1093	16384
20,88	84,95	1072	16076
21,12	84,95	1055	15816
21,36	84,95	1037	15544
21,60	84,95	1018	15263
21,84	84,95	999	14973
22,08	84,95	979	14675
22,32	84,95	959	14371
22,56	84,95	938	14060
22,80	84,95	917	13745
23,04	84,95	895	13426
23,28	84,95	874	13104
23,52	84,95	852	12779
23,76	84,95	830	12454
24,00	84,95	809	12129

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
7	0,00	37,17	856,95	387,47	1066,00	0,0000	0,00	0.000
7	0,24	37,17	856,29	387,68	1067,86	0,0000	0,00	0.000
7	0,48	37,17	855,62	387,86	1069,67	0,0000	0,00	0.000
7	0,71	37,17	854,99	388,05	1071,43	0,0000	0,00	0.000
7	0,95	37,17	854,38	388,24	1073,15	0,0000	0,00	0.000
7	1,19	37,17	853,77	388,42	1074,81	0,0000	0,00	0.000
7	1,43	37,17	853,19	388,59	1076,43	0,0000	0,00	0.000
7	1,66	37,17	852,61	388,75	1078,00	0,0000	0,00	0.000
7	1,90	37,17	852,07	388,92	1079,52	0,0000	0,00	0.000
7	2,14	37,17	851,53	389,08	1081,00	0,0000	0,00	0.000
7	2,38	37,17	851,01	389,22	1082,42	0,0000	0,00	0.000
7	2,61	37,17	850,53	389,38	1083,80	0,0000	0,00	0.000
7	2,85	37,17	850,04	389,52	1085,13	0,0000	0,00	0.000
7	3,09	37,17	849,58	389,66	1086,41	0,0000	0,00	0.000
7	3,33	37,17	849,13	389,79	1087,67	0,0000	0,00	0.000
7	3,56	37,17	848,68	389,92	1088,90	0,0000	0,00	0.000
7	3,80	37,17	848,25	390,05	1090,11	0,0000	0,00	0.000
7	4,04	37,17	847,83	390,18	1091,29	0,0000	0,00	0.000
7	4,28	37,17	847,41	390,30	1092,45	0,0000	0,00	0.000
7	4,51	37,17	847,00	390,41	1093,58	0,0000	0,00	0.000
7	4,75	37,17	846,60	390,53	1094,69	0,0000	0,00	0.000
7	4,99	37,17	846,22	390,65	1095,78	0,0000	0,00	0.000
7	5,23	37,17	845,84	390,76	1096,84	0,0000	0,00	0.000
7	5,47	37,17	845,47	390,87	1097,87	0,0000	0,00	0.000
7	5,70	37,17	845,11	390,98	1098,88	0,0000	0,00	0.000
7	5,94	37,17	844,76	391,09	1099,87	0,0000	0,00	0.000
7	6,18	37,17	844,41	391,19	1100,83	0,0000	0,00	0.000
7	6,42	37,17	844,08	391,29	1101,77	0,0000	0,00	0.000
7	6,65	37,17	843,75	391,39	1102,68	0,0000	0,00	0.000
7	6,89	37,17	843,43	391,48	1103,57	0,0000	0,00	0.000
7	7,13	37,17	843,13	391,58	1104,43	0,0000	0,00	0.000
7	7,37	37,17	842,82	391,66	1105,27	0,0000	0,00	0.000
7	7,60	37,17	842,53	391,75	1106,08	0,0000	0,00	0.000
7	7,84	37,17	842,25	391,83	1106,87	0,0000	0,00	0.000
7	8,08	26,55	869,06	359,65	1104,14	0,0000	0,00	0.000
7	8,32	26,55	870,93	359,17	1099,55	0,0000	0,00	0.000
7	8,55	26,55	872,89	358,68	1094,81	0,0000	0,00	0.000
7	8,79	26,55	874,89	358,17	1089,95	0,0000	0,00	0.000
7	9,03	26,55	876,96	357,64	1084,94	0,0000	0,00	0.000
7	9,27	26,55	879,08	357,10	1079,80	0,0000	0,00	0.000
7	9,50	26,55	881,27	356,55	1074,52	0,0000	0,00	0.000
7	9,74	26,55	883,52	355,98	1069,10	0,0000	0,00	0.000
7	9,98	26,55	885,85	355,40	1063,55	0,0000	0,00	0.000
7	10,22	26,55	888,24	354,81	1057,85	0,0000	0,00	0.000
7	10,46	26,55	890,69	354,20	1052,03	0,0000	0,00	0.000
7	10,69	26,55	893,18	353,57	1046,06	0,0000	0,00	0.000
7	10,93	26,55	895,76	352,93	1039,96	0,0000	0,00	0.000
7	11,17	26,55	898,41	352,28	1033,72	0,0000	0,00	0.000
7	11,41	26,55	901,10	351,61	1027,34	0,0000	0,00	0.000
7	11,64	26,55	903,89	350,93	1020,83	0,0000	0,00	0.000
7	11,88	26,55	906,72	350,23	1014,18	0,0000	0,00	0.000
7	12,12	26,55	909,63	349,52	1007,39	0,0000	0,00	0.000
7	12,36	26,55	912,61	348,80	1000,46	0,0000	0,00	0.000
7	12,59	26,55	915,65	348,06	993,40	0,0000	0,00	0.000
7	12,83	26,55	918,77	347,31	986,20	0,0000	0,00	0.000
7	13,07	26,55	921,95	346,54	978,87	0,0000	0,00	0.000
7	13,31	26,55	925,20	345,75	971,39	0,0000	0,00	0.000
7	13,54	26,55	928,53	344,96	963,78	0,0000	0,00	0.000
7	13,78	26,55	931,93	344,14	956,04	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
7	14,02	26,55	935,40	343,32	948,15	0,0000	0,00	0.000
7	14,26	26,55	938,95	342,48	940,13	0,0000	0,00	0.000
7	14,50	26,55	942,56	341,63	931,97	0,0000	0,00	0.000
7	14,73	26,55	946,25	340,76	923,68	0,0000	0,00	0.000
7	14,97	26,55	950,03	339,88	915,24	0,0000	0,00	0.000
7	15,21	26,55	953,87	338,98	906,67	0,0000	0,00	0.000
7	15,45	26,55	957,79	338,07	897,97	0,0000	0,00	0.000
7	15,68	26,55	961,78	337,14	889,12	0,0000	0,00	0.000
7	15,92	26,55	965,86	336,20	880,14	0,0000	0,00	0.000
7	16,16	26,55	970,02	335,25	871,02	0,0000	0,00	0.000
7	16,40	26,55	974,24	334,27	861,77	0,0000	0,00	0.000
7	16,63	26,55	978,56	333,29	852,38	0,0000	0,00	0.000
7	16,87	26,55	982,96	332,30	842,85	0,0000	0,00	0.000
7	17,11	26,55	987,44	331,29	833,18	0,0000	0,00	0.000
7	17,35	26,55	991,99	330,26	823,38	0,0000	0,00	0.000
7	17,58	26,55	996,64	329,22	813,44	0,0000	0,00	0.000
7	17,82	26,55	1001,35	328,16	803,36	0,0000	0,00	0.000
7	18,06	26,55	1006,17	327,09	793,15	0,0000	0,00	0.000
7	18,30	26,55	1011,07	326,01	782,79	0,0000	0,00	0.000
7	18,53	26,55	1016,05	324,91	772,31	0,0000	0,00	0.000
7	18,77	26,55	1021,12	323,80	761,68	0,0000	0,00	0.000
7	19,01	26,55	1026,28	322,67	750,92	0,0000	0,00	0.000
7	19,25	26,55	1031,53	321,53	740,02	0,0000	0,00	0.000
7	19,49	26,55	1036,86	320,38	728,98	0,0000	0,00	0.000
7	19,72	26,55	1042,29	319,21	717,81	0,0000	0,00	0.000
7	19,96	26,55	1047,81	318,02	706,49	0,0000	0,00	0.000
7	20,20	26,55	1053,43	316,83	695,05	0,0000	0,00	0.000
7	20,44	26,55	1059,12	315,61	683,46	0,0000	0,00	0.000
7	20,67	26,55	1064,93	314,39	671,74	0,0000	0,00	0.000
7	20,91	26,55	1070,81	313,13	659,88	0,0000	0,00	0.000
7	21,15	26,55	1076,80	311,88	647,88	0,0000	0,00	0.000
7	21,39	26,55	1082,89	310,61	635,75	0,0000	0,00	0.000
7	21,62	26,55	1089,08	309,33	623,48	0,0000	0,00	0.000
7	21,86	26,55	1095,36	308,03	611,07	0,0000	0,00	0.000
7	22,10	26,55	1101,74	306,71	598,53	0,0000	0,00	0.000
7	22,34	26,55	1108,23	305,39	585,84	0,0000	0,00	0.000
7	22,57	26,55	1114,81	304,05	573,03	0,0000	0,00	0.000
7	22,81	26,55	1121,49	302,69	560,07	0,0000	0,00	0.000
7	23,05	26,55	1128,28	301,32	546,98	0,0000	0,00	0.000
7	23,29	26,55	1135,18	299,93	533,75	0,0000	0,00	0.000
7	23,52	26,55	1142,18	298,53	520,38	0,0000	0,00	0.000
7	23,76	0,00	0,00	0,00	506,87	0,0029	1000,00	0.000

Combinazione n° 8

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
0,00	127,42	8702	134743
0,24	127,42	8038	120511
0,48	127,42	7400	106894
0,72	127,42	6788	93899
0,96	127,42	6202	81531
1,20	127,42	5641	69801
1,44	127,42	5106	60926
1,68	127,42	4596	55366
1,92	127,42	4111	50061
2,16	127,42	3653	45016
2,40	127,42	3223	40244
2,64	127,42	2824	35778
2,88	127,42	2461	31671
3,12	127,42	2141	28001
3,36	127,42	1869	24828
3,60	127,42	1641	22125
3,84	127,42	1432	19654
4,08	127,42	1237	17340
4,32	127,42	1054	15176
4,56	127,42	883	13157
4,80	127,42	988	14409
5,04	127,42	1141	16237
5,28	127,42	1284	17939
5,52	127,42	1416	19523
5,76	127,42	1539	20993
6,00	127,42	1653	22357
6,24	127,42	1759	23621
6,48	127,42	1858	24809
6,72	127,42	1954	25945
6,96	127,42	2045	27028
7,20	127,42	2132	28056
7,44	127,42	2215	29026
7,68	127,42	2292	29937
7,92	127,42	2365	30790
8,16	84,95	2736	35401
8,40	84,95	2794	36051
8,64	84,95	2833	36481
8,88	84,95	2854	36704
9,12	84,95	2858	36739
9,36	84,95	2848	36604
9,60	84,95	2824	36317
9,84	84,95	2788	35896
10,08	84,95	2743	35360
10,32	84,95	2688	34727

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
10,56	84,95	2627	34012
10,80	84,95	2561	33232
11,04	84,95	2490	32401
11,28	84,95	2416	31534
11,52	84,95	2341	30643
11,76	84,95	2265	29740
12,00	84,95	2188	28834
12,24	84,95	2113	27934
12,48	84,95	2039	27047
12,72	84,95	1967	26179
12,96	84,95	1897	25334
13,20	84,95	1829	24513
13,44	84,95	1763	23715
13,68	84,95	1699	22933
13,92	84,95	1636	22168
14,16	84,95	1575	21420
14,40	84,95	1515	20693
14,64	84,95	1458	19987
14,88	84,95	1402	19305
15,12	84,95	1348	18646
15,36	84,95	1297	18013
15,60	84,95	1247	17404
15,84	84,95	1200	16821
16,08	84,95	1155	16264
16,32	84,95	1112	15732
16,56	84,95	1072	15226
16,80	84,95	1033	14745
17,04	84,95	997	14288
17,28	84,95	962	13856
17,52	84,95	930	13446
17,76	84,95	899	13060
18,00	84,95	871	12695
18,24	84,95	844	12350
18,48	84,95	819	12026
18,72	84,95	796	11721
18,96	84,95	774	11433
19,20	84,95	753	11162
19,44	84,95	734	10907
19,68	84,95	716	10667
19,92	84,95	700	10440
20,16	84,95	684	10225
20,40	84,95	670	10022
20,64	84,95	656	9829
20,88	84,95	643	9650
21,12	84,95	636	9527
21,36	84,95	627	9394
21,60	84,95	618	9251
21,84	84,95	608	9099
22,08	84,95	597	8940
22,32	84,95	586	8775
22,56	84,95	575	8605
22,80	84,95	563	8431
23,04	84,95	551	8254
23,28	84,95	539	8076
23,52	84,95	527	7897
23,76	84,95	515	7719
24,00	84,95	503	7542

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
8	0,00	37,17	1067,87	332,57	551,00	0,0497	191,55	0.162
8	0,24	37,17	1066,83	332,81	553,27	0,0409	191,52	0.133
8	0,48	37,17	1065,80	333,05	555,52	0,0321	191,48	0.104
8	0,71	37,17	1064,79	333,28	557,73	0,0231	191,45	0.075
8	0,95	37,17	1063,80	333,52	559,92	0,0000	0,00	0.000
8	1,19	37,17	1062,81	333,75	562,07	0,0000	0,00	0.000
8	1,43	37,17	1061,84	333,97	564,20	0,0000	0,00	0.000
8	1,66	37,17	1060,89	334,20	566,29	0,0000	0,00	0.000
8	1,90	37,17	1059,95	334,41	568,36	0,0000	0,00	0.000
8	2,14	37,17	1059,02	334,63	570,39	0,0000	0,00	0.000
8	2,38	37,17	1058,12	334,85	572,40	0,0000	0,00	0.000
8	2,61	37,17	1057,22	335,06	574,37	0,0000	0,00	0.000
8	2,85	37,17	1056,33	335,26	576,32	0,0000	0,00	0.000
8	3,09	37,17	1055,47	335,47	578,24	0,0000	0,00	0.000
8	3,33	37,17	1054,61	335,67	580,13	0,0000	0,00	0.000
8	3,56	37,17	1053,76	335,88	582,02	0,0000	0,00	0.000
8	3,80	37,17	1052,92	336,07	583,89	0,0000	0,00	0.000
8	4,04	37,17	1052,07	336,27	585,74	0,0000	0,00	0.000
8	4,28	37,17	1051,25	336,46	587,58	0,0000	0,00	0.000
8	4,51	37,17	1050,43	336,66	589,40	0,0000	0,00	0.000
8	4,75	37,17	1049,61	336,85	591,21	0,0000	0,00	0.000
8	4,99	37,17	1048,81	337,05	593,01	0,0000	0,00	0.000
8	5,23	37,17	1048,00	337,23	594,78	0,0000	0,00	0.000
8	5,47	37,17	1047,21	337,41	596,54	0,0000	0,00	0.000
8	5,70	37,17	1046,44	337,61	598,29	0,0000	0,00	0.000
8	5,94	37,17	1045,66	337,79	600,02	0,0000	0,00	0.000
8	6,18	37,17	1044,89	337,98	601,74	0,0000	0,00	0.000
8	6,42	37,17	1044,13	338,16	603,44	0,0000	0,00	0.000
8	6,65	37,17	1043,37	338,33	605,13	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
8	6,89	37,17	1042,63	338,52	606,80	0,0000	0,00	0.000
8	7,13	37,17	1041,88	338,69	608,45	0,0000	0,00	0.000
8	7,37	37,17	1041,15	338,87	610,09	0,0000	0,00	0.000
8	7,60	37,17	1040,43	339,04	611,72	0,0000	0,00	0.000
8	7,84	37,17	1039,71	339,21	613,33	0,0000	0,00	0.000
8	8,08	26,55	1094,52	308,21	612,75	0,0000	0,00	0.000
8	8,32	26,55	1095,40	308,03	611,01	0,0000	0,00	0.000
8	8,55	26,55	1096,32	307,83	609,18	0,0000	0,00	0.000
8	8,79	26,55	1097,28	307,63	607,28	0,0000	0,00	0.000
8	9,03	26,55	1098,30	307,42	605,28	0,0000	0,00	0.000
8	9,27	26,55	1099,36	307,21	603,20	0,0000	0,00	0.000
8	9,50	26,55	1100,46	306,98	601,04	0,0000	0,00	0.000
8	9,74	26,55	1101,61	306,74	598,79	0,0000	0,00	0.000
8	9,98	26,55	1102,80	306,50	596,45	0,0000	0,00	0.000
8	10,22	26,55	1104,04	306,24	594,03	0,0000	0,00	0.000
8	10,46	26,55	1105,32	305,98	591,53	0,0000	0,00	0.000
8	10,69	26,55	1106,65	305,72	588,94	0,0000	0,00	0.000
8	10,93	26,55	1108,02	305,44	586,26	0,0000	0,00	0.000
8	11,17	26,55	1109,43	305,14	583,50	0,0000	0,00	0.000
8	11,41	26,55	1110,89	304,85	580,65	0,0000	0,00	0.000
8	11,64	26,55	1112,40	304,54	577,72	0,0000	0,00	0.000
8	11,88	26,55	1113,95	304,22	574,70	0,0000	0,00	0.000
8	12,12	26,55	1115,54	303,90	571,60	0,0000	0,00	0.000
8	12,36	26,55	1117,19	303,57	568,41	0,0000	0,00	0.000
8	12,59	26,55	1118,88	303,22	565,14	0,0000	0,00	0.000
8	12,83	26,55	1120,61	302,87	561,78	0,0000	0,00	0.000
8	13,07	26,55	1122,40	302,51	558,34	0,0000	0,00	0.000
8	13,31	26,55	1124,22	302,14	554,81	0,0000	0,00	0.000
8	13,54	26,55	1126,09	301,76	551,20	0,0000	0,00	0.000
8	13,78	26,55	1128,01	301,37	547,50	0,0000	0,00	0.000
8	14,02	26,55	1129,99	300,98	543,71	0,0000	0,00	0.000
8	14,26	26,55	1132,00	300,57	539,85	0,0000	0,00	0.000
8	14,50	26,55	1134,06	300,16	535,89	0,0000	0,00	0.000
8	14,73	26,55	1136,18	299,74	531,85	0,0000	0,00	0.000
8	14,97	26,55	1138,33	299,30	527,73	0,0000	0,00	0.000
8	15,21	26,55	1140,53	298,86	523,52	0,0000	0,00	0.000
8	15,45	26,55	1142,79	298,41	519,22	0,0000	0,00	0.000
8	15,68	26,55	1145,08	297,95	514,84	0,0000	0,00	0.000
8	15,92	26,55	1147,45	297,49	510,37	0,0000	0,00	0.000
8	16,16	26,55	1149,85	297,02	505,82	0,0000	0,00	0.000
8	16,40	26,55	1152,28	296,52	501,19	0,0000	0,00	0.000
8	16,63	26,55	1154,78	296,03	496,46	0,0000	0,00	0.000
8	16,87	26,55	1157,34	295,53	491,66	0,0000	0,00	0.000
8	17,11	26,55	1159,93	295,02	486,77	0,0000	0,00	0.000
8	17,35	26,55	1162,58	294,50	481,79	0,0000	0,00	0.000
8	17,58	26,55	1165,26	293,96	476,73	0,0000	0,00	0.000
8	17,82	26,55	1168,02	293,43	471,58	0,0000	0,00	0.000
8	18,06	26,55	1170,82	292,88	466,34	0,0000	0,00	0.000
8	18,30	26,55	1173,66	292,32	461,03	0,0000	0,00	0.000
8	18,53	26,55	1176,57	291,76	455,62	0,0000	0,00	0.000
8	18,77	26,55	1179,52	291,18	450,13	0,0000	0,00	0.000
8	19,01	26,55	1182,52	290,60	444,56	0,0000	0,00	0.000
8	19,25	26,55	1185,57	290,00	438,90	0,0000	0,00	0.000
8	19,49	26,55	1188,68	289,41	433,16	0,0000	0,00	0.000
8	19,72	26,55	1191,84	288,80	427,33	0,0000	0,00	0.000
8	19,96	26,55	1195,05	288,18	421,41	0,0000	0,00	0.000
8	20,20	26,55	1198,31	287,55	415,41	0,0000	0,00	0.000
8	20,44	26,55	1201,63	286,91	409,33	0,0000	0,00	0.000
8	20,67	26,55	1205,00	286,26	403,16	0,0000	0,00	0.000
8	20,91	26,55	1208,42	285,61	396,90	0,0000	0,00	0.000
8	21,15	26,55	1211,91	284,95	390,56	0,0000	0,00	0.000
8	21,39	26,55	1215,44	284,27	384,13	0,0000	0,00	0.000
8	21,62	26,55	1219,03	283,60	377,62	0,0000	0,00	0.000
8	21,86	26,55	1222,67	282,90	371,02	0,0000	0,00	0.000
8	22,10	26,55	1226,37	282,20	364,34	0,0000	0,00	0.000
8	22,34	26,55	1230,12	281,49	357,58	0,0000	0,00	0.000
8	22,57	26,55	1233,93	280,77	350,72	0,0000	0,00	0.000
8	22,81	26,55	1237,81	280,05	343,79	0,0000	0,00	0.000
8	23,05	26,55	1241,73	279,31	336,76	0,0000	0,00	0.000
8	23,29	26,55	1245,71	278,56	329,65	0,0000	0,00	0.000
8	23,52	26,55	1249,75	277,81	322,46	0,0000	0,00	0.000
8	23,76	0,00	0,00	0,00	315,18	0,0018	1000,00	0.000

Combinazione n° 9

Y [m]	At [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
0,00	127,42	7141	87494
0,24	127,42	6601	78713
0,48	127,42	6082	73065
0,72	127,42	5586	67639
0,96	127,42	5111	62436
1,20	127,42	4660	57463
1,44	127,42	4233	52729
1,68	127,42	3832	48251
1,92	127,42	3459	44056
2,16	127,42	3117	40178
2,40	127,42	2810	36655
2,64	127,42	2540	33515
2,88	127,42	2305	30761
3,12	127,42	2100	28332

Y [m]	A_r [cmq]	σ_c [kPa]	σ_t [kPa]
3,36	127,42	1909	26073
3,60	127,42	1730	23950
3,84	127,42	1562	21959
4,08	127,42	1405	20094
4,32	127,42	1257	18351
4,56	127,42	1120	16725
4,80	127,42	1205	17737
5,04	127,42	1328	19215
5,28	127,42	1443	20591
5,52	127,42	1550	21871
5,76	127,42	1650	23059
6,00	127,42	1742	24162
6,24	127,42	1827	25183
6,48	127,42	1906	26128
6,72	127,42	1979	27002
6,96	127,42	2047	27809
7,20	127,42	2109	28554
7,44	127,42	2166	29241
7,68	127,42	2219	29875
7,92	127,42	2268	30460
8,16	84,95	2568	34382
8,40	84,95	2600	34749
8,64	84,95	2621	34975
8,88	84,95	2630	35069
9,12	84,95	2629	35041
9,36	84,95	2619	34904
9,60	84,95	2600	34669
9,84	84,95	2574	34348
10,08	84,95	2542	33952
10,32	84,95	2505	33492
10,56	84,95	2463	32979
10,80	84,95	2418	32422
11,04	84,95	2370	31828
11,28	84,95	2319	31204
11,52	84,95	2266	30554
11,76	84,95	2211	29883
12,00	84,95	2155	29198
12,24	84,95	2098	28502
12,48	84,95	2041	27800
12,72	84,95	1984	27097
12,96	84,95	1927	26395
13,20	84,95	1870	25698
13,44	84,95	1814	25009
13,68	84,95	1759	24330
13,92	84,95	1705	23663
14,16	84,95	1652	23010
14,40	84,95	1601	22372
14,64	84,95	1551	21751
14,88	84,95	1503	21148
15,12	84,95	1456	20563
15,36	84,95	1410	19998
15,60	84,95	1367	19452
15,84	84,95	1325	18926
16,08	84,95	1285	18420
16,32	84,95	1247	17933
16,56	84,95	1210	17467
16,80	84,95	1175	17020
17,04	84,95	1142	16591
17,28	84,95	1110	16182
17,52	84,95	1080	15790
17,76	84,95	1051	15416
18,00	84,95	1024	15058
18,24	84,95	998	14717
18,48	84,95	973	14391
18,72	84,95	950	14079
18,96	84,95	928	13781
19,20	84,95	907	13495
19,44	84,95	887	13222
19,68	84,95	868	12959
19,92	84,95	850	12706
20,16	84,95	833	12463
20,40	84,95	816	12228
20,64	84,95	800	12000
20,88	84,95	786	11783
21,12	84,95	774	11611
21,36	84,95	763	11429
21,60	84,95	750	11238
21,84	84,95	737	11040
22,08	84,95	723	10835
22,32	84,95	709	10625
22,56	84,95	695	10409
22,80	84,95	680	10190
23,04	84,95	665	9967
23,28	84,95	650	9743
23,52	84,95	635	9517
23,76	84,95	619	9291
24,00	84,95	604	9065

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
9	0,00	37,17	992,39	350,79	722,00	0,0000	0,00	0.000
9	0,24	37,17	991,49	351,03	724,14	0,0000	0,00	0.000
9	0,48	37,17	990,60	351,25	726,24	0,0000	0,00	0.000
9	0,71	37,17	989,72	351,47	728,30	0,0000	0,00	0.000
9	0,95	37,17	988,85	351,68	730,33	0,0000	0,00	0.000
9	1,19	37,17	988,02	351,90	732,32	0,0000	0,00	0.000
9	1,43	37,17	987,18	352,10	734,28	0,0000	0,00	0.000
9	1,66	37,17	986,38	352,31	736,20	0,0000	0,00	0.000
9	1,90	37,17	985,58	352,51	738,09	0,0000	0,00	0.000
9	2,14	37,17	984,81	352,72	739,93	0,0000	0,00	0.000
9	2,38	37,17	984,03	352,90	741,75	0,0000	0,00	0.000
9	2,61	37,17	983,29	353,10	743,52	0,0000	0,00	0.000
9	2,85	37,17	982,56	353,28	745,26	0,0000	0,00	0.000
9	3,09	37,17	981,84	353,46	746,97	0,0000	0,00	0.000
9	3,33	37,17	981,12	353,63	748,66	0,0000	0,00	0.000
9	3,56	37,17	980,43	353,82	750,32	0,0000	0,00	0.000
9	3,80	37,17	979,74	353,99	751,97	0,0000	0,00	0.000
9	4,04	37,17	979,05	354,17	753,60	0,0000	0,00	0.000
9	4,28	37,17	978,38	354,34	755,22	0,0000	0,00	0.000
9	4,51	37,17	977,71	354,51	756,81	0,0000	0,00	0.000
9	4,75	37,17	977,05	354,68	758,39	0,0000	0,00	0.000
9	4,99	37,17	976,39	354,84	759,95	0,0000	0,00	0.000
9	5,23	37,17	975,76	355,01	761,48	0,0000	0,00	0.000
9	5,47	37,17	975,12	355,17	763,01	0,0000	0,00	0.000
9	5,70	37,17	974,49	355,33	764,51	0,0000	0,00	0.000
9	5,94	37,17	973,87	355,49	765,99	0,0000	0,00	0.000
9	6,18	37,17	973,27	355,65	767,46	0,0000	0,00	0.000
9	6,42	37,17	972,65	355,79	768,90	0,0000	0,00	0.000
9	6,65	37,17	972,07	355,96	770,33	0,0000	0,00	0.000
9	6,89	37,17	971,48	356,10	771,74	0,0000	0,00	0.000
9	7,13	37,17	970,90	356,25	773,14	0,0000	0,00	0.000
9	7,37	37,17	970,33	356,39	774,51	0,0000	0,00	0.000
9	7,60	37,17	969,76	356,54	775,86	0,0000	0,00	0.000
9	7,84	37,17	969,21	356,68	777,20	0,0000	0,00	0.000
9	8,08	26,55	1014,34	325,29	775,91	0,0000	0,00	0.000
9	8,32	26,55	1015,60	325,00	773,22	0,0000	0,00	0.000
9	8,55	26,55	1016,94	324,72	770,43	0,0000	0,00	0.000
9	8,79	26,55	1018,32	324,41	767,54	0,0000	0,00	0.000
9	9,03	26,55	1019,76	324,10	764,55	0,0000	0,00	0.000
9	9,27	26,55	1021,23	323,78	761,45	0,0000	0,00	0.000
9	9,50	26,55	1022,77	323,44	758,25	0,0000	0,00	0.000
9	9,74	26,55	1024,33	323,09	754,95	0,0000	0,00	0.000
9	9,98	26,55	1025,97	322,74	751,55	0,0000	0,00	0.000
9	10,22	26,55	1027,66	322,37	748,04	0,0000	0,00	0.000
9	10,46	26,55	1029,40	322,00	744,43	0,0000	0,00	0.000
9	10,69	26,55	1031,19	321,60	740,72	0,0000	0,00	0.000
9	10,93	26,55	1033,03	321,21	736,91	0,0000	0,00	0.000
9	11,17	26,55	1034,93	320,80	732,99	0,0000	0,00	0.000
9	11,41	26,55	1036,87	320,37	728,97	0,0000	0,00	0.000
9	11,64	26,55	1038,87	319,95	724,85	0,0000	0,00	0.000
9	11,88	26,55	1040,91	319,50	720,63	0,0000	0,00	0.000
9	12,12	26,55	1043,02	319,04	716,30	0,0000	0,00	0.000
9	12,36	26,55	1045,19	318,59	711,87	0,0000	0,00	0.000
9	12,59	26,55	1047,40	318,11	707,34	0,0000	0,00	0.000
9	12,83	26,55	1049,67	317,63	702,71	0,0000	0,00	0.000
9	13,07	26,55	1051,99	317,13	697,97	0,0000	0,00	0.000
9	13,31	26,55	1054,36	316,62	693,13	0,0000	0,00	0.000
9	13,54	26,55	1056,79	316,10	688,19	0,0000	0,00	0.000
9	13,78	26,55	1059,28	315,57	683,15	0,0000	0,00	0.000
9	14,02	26,55	1061,83	315,04	678,00	0,0000	0,00	0.000
9	14,26	26,55	1064,43	314,49	672,76	0,0000	0,00	0.000
9	14,50	26,55	1067,07	313,93	667,41	0,0000	0,00	0.000
9	14,73	26,55	1069,79	313,36	661,95	0,0000	0,00	0.000
9	14,97	26,55	1072,56	312,78	656,40	0,0000	0,00	0.000
9	15,21	26,55	1075,38	312,19	650,74	0,0000	0,00	0.000
9	15,45	26,55	1078,26	311,58	644,98	0,0000	0,00	0.000
9	15,68	26,55	1081,20	310,96	639,12	0,0000	0,00	0.000
9	15,92	26,55	1084,20	310,34	633,15	0,0000	0,00	0.000
9	16,16	26,55	1087,26	309,71	627,08	0,0000	0,00	0.000
9	16,40	26,55	1090,38	309,07	620,91	0,0000	0,00	0.000
9	16,63	26,55	1093,55	308,40	614,64	0,0000	0,00	0.000
9	16,87	26,55	1096,78	307,73	608,27	0,0000	0,00	0.000
9	17,11	26,55	1100,08	307,06	601,79	0,0000	0,00	0.000
9	17,35	26,55	1103,43	306,37	595,21	0,0000	0,00	0.000
9	17,58	26,55	1106,86	305,67	588,53	0,0000	0,00	0.000
9	17,82	26,55	1110,33	304,96	581,74	0,0000	0,00	0.000
9	18,06	26,55	1113,87	304,24	574,86	0,0000	0,00	0.000
9	18,30	26,55	1117,47	303,51	567,87	0,0000	0,00	0.000
9	18,53	26,55	1121,13	302,76	560,77	0,0000	0,00	0.000
9	18,77	26,55	1124,86	302,01	553,58	0,0000	0,00	0.000
9	19,01	26,55	1128,65	301,25	546,28	0,0000	0,00	0.000
9	19,25	26,55	1132,50	300,47	538,88	0,0000	0,00	0.000
9	19,49	26,55	1136,42	299,69	531,38	0,0000	0,00	0.000
9	19,72	26,55	1140,40	298,89	523,78	0,0000	0,00	0.000
9	19,96	26,55	1144,45	298,09	516,07	0,0000	0,00	0.000
9	20,20	26,55	1148,56	297,27	508,26	0,0000	0,00	0.000
9	20,44	26,55	1152,73	296,44	500,35	0,0000	0,00	0.000
9	20,67	26,55	1156,97	295,60	492,34	0,0000	0,00	0.000
9	20,91	26,55	1161,28	294,75	484,22	0,0000	0,00	0.000
9	21,15	26,55	1165,66	293,89	476,00	0,0000	0,00	0.000
9	21,39	26,55	1170,10	293,02	467,68	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
9	21,62	26,55	1174,61	292,14	459,26	0,0000	0,00	0.000
9	21,86	26,55	1179,19	291,24	450,73	0,0000	0,00	0.000
9	22,10	26,55	1183,84	290,34	442,10	0,0000	0,00	0.000
9	22,34	26,55	1188,56	289,42	433,37	0,0000	0,00	0.000
9	22,57	26,55	1193,34	288,50	424,54	0,0000	0,00	0.000
9	22,81	26,55	1198,21	287,57	415,60	0,0000	0,00	0.000
9	23,05	26,55	1203,14	286,62	406,56	0,0000	0,00	0.000
9	23,29	26,55	1208,14	285,66	397,42	0,0000	0,00	0.000
9	23,52	26,55	1213,21	284,70	388,18	0,0000	0,00	0.000
9	23,76	0,00	0,00	0,00	378,83	0,0022	1000,00	0.000

Combinazione n° 10

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σf [kPa]
0,00	127,42	8860	106447
0,24	127,42	8190	97903
0,48	127,42	7548	90887
0,72	127,42	6932	84148
0,96	127,42	6344	77688
1,20	127,42	5786	71516
1,44	127,42	5257	65646
1,68	127,42	4761	60101
1,92	127,42	4302	54914
2,16	127,42	3881	50127
2,40	127,42	3504	45787
2,64	127,42	3172	41922
2,88	127,42	2884	38528
3,12	127,42	2630	35516
3,36	127,42	2392	32702
3,60	127,42	2169	30057
3,84	127,42	1960	27575
4,08	127,42	1764	25250
4,32	127,42	1581	23076
4,56	127,42	1409	21046
4,80	127,42	1513	22287
5,04	127,42	1665	24104
5,28	127,42	1807	25795
5,52	127,42	1939	27367
5,76	127,42	2061	28826
6,00	127,42	2175	30179
6,24	127,42	2280	31431
6,48	127,42	2376	32588
6,72	127,42	2466	33657
6,96	127,42	2549	34643
7,20	127,42	2625	35553
7,44	127,42	2695	36390
7,68	127,42	2759	37162
7,92	127,42	2819	37872
8,16	84,95	3191	42731
8,40	84,95	3230	43174
8,64	84,95	3254	43442
8,88	84,95	3265	43547
9,12	84,95	3263	43503
9,36	84,95	3250	43323
9,60	84,95	3226	43022
9,84	84,95	3194	42614
10,08	84,95	3153	42113
10,32	84,95	3106	41534
10,56	84,95	3054	40888
10,80	84,95	2997	40187
11,04	84,95	2936	39441
11,28	84,95	2873	38658
11,52	84,95	2806	37842
11,76	84,95	2738	37001
12,00	84,95	2668	36142
12,24	84,95	2597	35271
12,48	84,95	2526	34392
12,72	84,95	2454	33511
12,96	84,95	2383	32632
13,20	84,95	2312	31759
13,44	84,95	2242	30896
13,68	84,95	2173	30045
13,92	84,95	2106	29210
14,16	84,95	2040	28392
14,40	84,95	1975	27593
14,64	84,95	1913	26815
14,88	84,95	1852	26059
15,12	84,95	1793	25327
15,36	84,95	1737	24618
15,60	84,95	1682	23933
15,84	84,95	1630	23273
16,08	84,95	1580	22638
16,32	84,95	1532	22028
16,56	84,95	1486	21442
16,80	84,95	1442	20880
17,04	84,95	1400	20342
17,28	84,95	1360	19827
17,52	84,95	1322	19335
17,76	84,95	1286	18864
18,00	84,95	1252	18414

Y [m]	A _r [cmq]	σ _c [kPa]	σ _r [kPa]
18,24	84,95	1220	17984
18,48	84,95	1189	17573
18,72	84,95	1160	17180
18,96	84,95	1132	16804
19,20	84,95	1105	16443
19,44	84,95	1080	16098
19,68	84,95	1056	15766
19,92	84,95	1034	15447
20,16	84,95	1012	15140
20,40	84,95	991	14842
20,64	84,95	971	14554
20,88	84,95	952	14280
21,12	84,95	938	14060
21,36	84,95	923	13829
21,60	84,95	907	13588
21,84	84,95	890	13337
22,08	84,95	873	13078
22,32	84,95	855	12812
22,56	84,95	837	12540
22,80	84,95	818	12263
23,04	84,95	799	11983
23,28	84,95	780	11700
23,52	84,95	761	11415
23,76	84,95	742	11130
24,00	84,95	723	10846

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
10	0,00	37,17	911,07	372,12	922,00	0,0362	186,07	0.115
10	0,24	37,17	910,30	372,33	923,98	0,0273	186,04	0.086
10	0,48	37,17	909,56	372,54	925,91	0,0000	0,00	0.000
10	0,71	37,17	908,82	372,74	927,80	0,0000	0,00	0.000
10	0,95	37,17	908,11	372,94	929,64	0,0000	0,00	0.000
10	1,19	37,17	907,41	373,13	931,45	0,0000	0,00	0.000
10	1,43	37,17	906,72	373,31	933,21	0,0000	0,00	0.000
10	1,66	37,17	906,07	373,50	934,92	0,0000	0,00	0.000
10	1,90	37,17	905,42	373,68	936,60	0,0000	0,00	0.000
10	2,14	37,17	904,79	373,85	938,23	0,0000	0,00	0.000
10	2,38	37,17	904,18	374,02	939,82	0,0000	0,00	0.000
10	2,61	37,17	903,59	374,19	941,36	0,0000	0,00	0.000
10	2,85	37,17	903,01	374,35	942,86	0,0000	0,00	0.000
10	3,09	37,17	902,44	374,50	944,32	0,0000	0,00	0.000
10	3,33	37,17	901,89	374,65	945,76	0,0000	0,00	0.000
10	3,56	37,17	901,35	374,81	947,17	0,0000	0,00	0.000
10	3,80	37,17	900,81	374,95	948,56	0,0000	0,00	0.000
10	4,04	37,17	900,29	375,10	949,93	0,0000	0,00	0.000
10	4,28	37,17	899,78	375,25	951,28	0,0000	0,00	0.000
10	4,51	37,17	899,27	375,39	952,61	0,0000	0,00	0.000
10	4,75	37,17	898,76	375,52	953,91	0,0000	0,00	0.000
10	4,99	37,17	898,28	375,67	955,20	0,0000	0,00	0.000
10	5,23	37,17	897,79	375,80	956,46	0,0000	0,00	0.000
10	5,47	37,17	897,32	375,93	957,70	0,0000	0,00	0.000
10	5,70	37,17	896,85	376,05	958,91	0,0000	0,00	0.000
10	5,94	37,17	896,40	376,19	960,11	0,0000	0,00	0.000
10	6,18	37,17	895,95	376,31	961,28	0,0000	0,00	0.000
10	6,42	37,17	895,51	376,43	962,43	0,0000	0,00	0.000
10	6,65	37,17	895,08	376,55	963,56	0,0000	0,00	0.000
10	6,89	37,17	894,66	376,67	964,66	0,0000	0,00	0.000
10	7,13	37,17	894,24	376,78	965,75	0,0000	0,00	0.000
10	7,37	37,17	893,84	376,90	966,81	0,0000	0,00	0.000
10	7,60	37,17	893,44	377,01	967,85	0,0000	0,00	0.000
10	7,84	37,17	893,05	377,12	968,87	0,0000	0,00	0.000
10	8,08	26,55	927,24	345,27	966,74	0,0000	0,00	0.000
10	8,32	26,55	928,90	344,87	962,95	0,0000	0,00	0.000
10	8,55	26,55	930,63	344,47	959,03	0,0000	0,00	0.000
10	8,79	26,55	932,40	344,04	954,99	0,0000	0,00	0.000
10	9,03	26,55	934,22	343,60	950,82	0,0000	0,00	0.000
10	9,27	26,55	936,11	343,15	946,54	0,0000	0,00	0.000
10	9,50	26,55	938,06	342,69	942,13	0,0000	0,00	0.000
10	9,74	26,55	940,07	342,22	937,59	0,0000	0,00	0.000
10	9,98	26,55	942,14	341,73	932,94	0,0000	0,00	0.000
10	10,22	26,55	944,26	341,23	928,16	0,0000	0,00	0.000
10	10,46	26,55	946,45	340,72	923,26	0,0000	0,00	0.000
10	10,69	26,55	948,69	340,19	918,24	0,0000	0,00	0.000
10	10,93	26,55	950,98	339,65	913,10	0,0000	0,00	0.000
10	11,17	26,55	953,35	339,10	907,83	0,0000	0,00	0.000
10	11,41	26,55	955,78	338,54	902,44	0,0000	0,00	0.000
10	11,64	26,55	958,25	337,96	896,93	0,0000	0,00	0.000
10	11,88	26,55	960,80	337,37	891,30	0,0000	0,00	0.000
10	12,12	26,55	963,41	336,76	885,54	0,0000	0,00	0.000
10	12,36	26,55	966,07	336,15	879,66	0,0000	0,00	0.000
10	12,59	26,55	968,82	335,52	873,66	0,0000	0,00	0.000
10	12,83	26,55	971,61	334,88	867,53	0,0000	0,00	0.000
10	13,07	26,55	974,48	334,23	861,28	0,0000	0,00	0.000
10	13,31	26,55	977,40	333,56	854,91	0,0000	0,00	0.000
10	13,54	26,55	980,39	332,88	848,42	0,0000	0,00	0.000
10	13,78	26,55	983,44	332,19	841,80	0,0000	0,00	0.000
10	14,02	26,55	986,55	331,48	835,07	0,0000	0,00	0.000
10	14,26	26,55	989,75	330,77	828,21	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
10	14,50	26,55	992,99	330,03	821,22	0,0000	0,00	0.000
10	14,73	26,55	996,31	329,29	814,12	0,0000	0,00	0.000
10	14,97	26,55	999,70	328,53	806,89	0,0000	0,00	0.000
10	15,21	26,55	1003,16	327,76	799,54	0,0000	0,00	0.000
10	15,45	26,55	1006,68	326,98	792,07	0,0000	0,00	0.000
10	15,68	26,55	1010,27	326,18	784,47	0,0000	0,00	0.000
10	15,92	26,55	1013,94	325,38	776,75	0,0000	0,00	0.000
10	16,16	26,55	1017,67	324,56	768,91	0,0000	0,00	0.000
10	16,40	26,55	1021,47	323,72	760,95	0,0000	0,00	0.000
10	16,63	26,55	1025,34	322,87	752,86	0,0000	0,00	0.000
10	16,87	26,55	1029,29	322,01	744,65	0,0000	0,00	0.000
10	17,11	26,55	1033,31	321,14	736,32	0,0000	0,00	0.000
10	17,35	26,55	1037,40	320,26	727,87	0,0000	0,00	0.000
10	17,58	26,55	1041,56	319,36	719,29	0,0000	0,00	0.000
10	17,82	26,55	1045,81	318,45	710,59	0,0000	0,00	0.000
10	18,06	26,55	1050,12	317,52	701,77	0,0000	0,00	0.000
10	18,30	26,55	1054,51	316,59	692,82	0,0000	0,00	0.000
10	18,53	26,55	1058,99	315,64	683,76	0,0000	0,00	0.000
10	18,77	26,55	1063,52	314,68	674,57	0,0000	0,00	0.000
10	19,01	26,55	1068,15	313,71	665,26	0,0000	0,00	0.000
10	19,25	26,55	1072,85	312,72	655,82	0,0000	0,00	0.000
10	19,49	26,55	1077,62	311,71	646,26	0,0000	0,00	0.000
10	19,72	26,55	1082,48	310,70	636,58	0,0000	0,00	0.000
10	19,96	26,55	1087,41	309,68	626,78	0,0000	0,00	0.000
10	20,20	26,55	1092,43	308,64	616,86	0,0000	0,00	0.000
10	20,44	26,55	1097,53	307,59	606,81	0,0000	0,00	0.000
10	20,67	26,55	1102,70	306,52	596,64	0,0000	0,00	0.000
10	20,91	26,55	1107,97	305,44	586,35	0,0000	0,00	0.000
10	21,15	26,55	1113,32	304,35	575,93	0,0000	0,00	0.000
10	21,39	26,55	1118,74	303,24	565,39	0,0000	0,00	0.000
10	21,62	26,55	1124,27	302,14	554,73	0,0000	0,00	0.000
10	21,86	26,55	1129,86	301,00	543,95	0,0000	0,00	0.000
10	22,10	26,55	1135,55	299,86	533,05	0,0000	0,00	0.000
10	22,34	26,55	1141,32	298,71	522,02	0,0000	0,00	0.000
10	22,57	26,55	1147,18	297,54	510,87	0,0000	0,00	0.000
10	22,81	26,55	1153,13	296,36	499,59	0,0000	0,00	0.000
10	23,05	26,55	1159,16	295,16	488,20	0,0000	0,00	0.000
10	23,29	26,55	1165,30	293,96	476,68	0,0000	0,00	0.000
10	23,52	26,55	1171,52	292,74	465,04	0,0000	0,00	0.000
10	23,76	0,00	0,00	0,00	453,28	0,0026	1000,00	0.000

Combinazione n° 11

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σf [kPa]
0,00	127,42	5301	64000
0,24	127,42	4904	59659
0,48	127,42	4524	55487
0,72	127,42	4162	51491
0,96	127,42	3818	47679
1,20	127,42	3495	44065
1,44	127,42	3192	40667
1,68	127,42	2914	37508
1,92	127,42	2661	34612
2,16	127,42	2435	31996
2,40	127,42	2235	29666
2,64	127,42	2060	27606
2,88	127,42	1903	25742
3,12	127,42	1755	23988
3,36	127,42	1615	22339
3,60	127,42	1484	20789
3,84	127,42	1361	19337
4,08	127,42	1246	17977
4,32	127,42	1139	16707
4,56	127,42	1038	15522
4,80	127,42	1101	16277
5,04	127,42	1193	17373
5,28	127,42	1278	18395
5,52	127,42	1358	19346
5,76	127,42	1431	20230
6,00	127,42	1500	21051
6,24	127,42	1563	21812
6,48	127,42	1622	22517
6,72	127,42	1676	23169
6,96	127,42	1727	23772
7,20	127,42	1773	24329
7,44	127,42	1816	24844
7,68	127,42	1855	25320
7,92	127,42	1891	25759
8,16	84,95	2134	28975
8,40	84,95	2157	29226
8,64	84,95	2170	29372
8,88	84,95	2175	29423
9,12	84,95	2173	29388
9,36	84,95	2165	29275
9,60	84,95	2151	29093
9,84	84,95	2132	28849
10,08	84,95	2108	28552
10,32	84,95	2080	28207

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
10,56	84,95	2049	27821
10,80	84,95	2015	27400
11,04	84,95	1979	26950
11,28	84,95	1940	26475
11,52	84,95	1900	25980
11,76	84,95	1859	25470
12,00	84,95	1817	24948
12,24	84,95	1774	24418
12,48	84,95	1730	23884
12,72	84,95	1687	23347
12,96	84,95	1644	22812
13,20	84,95	1601	22279
13,44	84,95	1558	21751
13,68	84,95	1516	21231
13,92	84,95	1475	20718
14,16	84,95	1435	20216
14,40	84,95	1395	19724
14,64	84,95	1357	19244
14,88	84,95	1320	18777
15,12	84,95	1284	18322
15,36	84,95	1249	17881
15,60	84,95	1215	17455
15,84	84,95	1183	17042
16,08	84,95	1151	16643
16,32	84,95	1121	16258
16,56	84,95	1093	15888
16,80	84,95	1065	15531
17,04	84,95	1039	15187
17,28	84,95	1013	14857
17,52	84,95	989	14539
17,76	84,95	966	14234
18,00	84,95	944	13940
18,24	84,95	923	13658
18,48	84,95	903	13386
18,72	84,95	883	13124
18,96	84,95	865	12872
19,20	84,95	847	12629
19,44	84,95	830	12394
19,68	84,95	814	12166
19,92	84,95	799	11945
20,16	84,95	784	11731
20,40	84,95	769	11522
20,64	84,95	755	11318
20,88	84,95	741	11121
21,12	84,95	731	10957
21,36	84,95	719	10785
21,60	84,95	708	10606
21,84	84,95	695	10421
22,08	84,95	683	10231
22,32	84,95	670	10036
22,56	84,95	656	9837
22,80	84,95	643	9634
23,04	84,95	629	9429
23,28	84,95	615	9221
23,52	84,95	601	9012
23,76	84,95	587	8803
24,00	84,95	573	8593

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
11	0,00	37,17	1015,18	345,14	669,00	0,0000	0,00	0.000
11	0,24	37,17	1014,24	345,38	671,18	0,0000	0,00	0.000
11	0,48	37,17	1013,31	345,61	673,32	0,0000	0,00	0.000
11	0,71	37,17	1012,40	345,84	675,44	0,0000	0,00	0.000
11	0,95	37,17	1011,49	346,05	677,51	0,0000	0,00	0.000
11	1,19	37,17	1010,61	346,28	679,56	0,0000	0,00	0.000
11	1,43	37,17	1009,74	346,49	681,56	0,0000	0,00	0.000
11	1,66	37,17	1008,88	346,70	683,54	0,0000	0,00	0.000
11	1,90	37,17	1008,04	346,90	685,48	0,0000	0,00	0.000
11	2,14	37,17	1007,22	347,10	687,39	0,0000	0,00	0.000
11	2,38	37,17	1006,41	347,30	689,26	0,0000	0,00	0.000
11	2,61	37,17	1005,62	347,51	691,10	0,0000	0,00	0.000
11	2,85	37,17	1004,84	347,69	692,90	0,0000	0,00	0.000
11	3,09	37,17	1004,09	347,89	694,67	0,0000	0,00	0.000
11	3,33	37,17	1003,32	348,07	696,42	0,0000	0,00	0.000
11	3,56	37,17	1002,58	348,25	698,16	0,0000	0,00	0.000
11	3,80	37,17	1001,84	348,44	699,88	0,0000	0,00	0.000
11	4,04	37,17	1001,11	348,62	701,58	0,0000	0,00	0.000
11	4,28	37,17	1000,39	348,80	703,26	0,0000	0,00	0.000
11	4,51	37,17	999,69	348,98	704,93	0,0000	0,00	0.000
11	4,75	37,17	998,97	349,15	706,57	0,0000	0,00	0.000
11	4,99	37,17	998,27	349,32	708,20	0,0000	0,00	0.000
11	5,23	37,17	997,58	349,50	709,82	0,0000	0,00	0.000
11	5,47	37,17	996,90	349,67	711,41	0,0000	0,00	0.000
11	5,70	37,17	996,23	349,83	712,99	0,0000	0,00	0.000
11	5,94	37,17	995,57	350,01	714,55	0,0000	0,00	0.000
11	6,18	37,17	994,90	350,16	716,09	0,0000	0,00	0.000
11	6,42	37,17	994,26	350,33	717,62	0,0000	0,00	0.000
11	6,65	37,17	993,61	350,49	719,13	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
11	6,89	37,17	992,97	350,64	720,62	0,0000	0,00	0.000
11	7,13	37,17	992,36	350,81	722,09	0,0000	0,00	0.000
11	7,37	37,17	991,73	350,96	723,55	0,0000	0,00	0.000
11	7,60	37,17	991,13	351,12	724,99	0,0000	0,00	0.000
11	7,84	37,17	990,53	351,27	726,41	0,0000	0,00	0.000
11	8,08	26,55	1038,63	319,99	725,34	0,0000	0,00	0.000
11	8,32	26,55	1039,79	319,74	722,95	0,0000	0,00	0.000
11	8,55	26,55	1041,01	319,49	720,46	0,0000	0,00	0.000
11	8,79	26,55	1042,26	319,21	717,87	0,0000	0,00	0.000
11	9,03	26,55	1043,56	318,93	715,18	0,0000	0,00	0.000
11	9,27	26,55	1044,92	318,63	712,40	0,0000	0,00	0.000
11	9,50	26,55	1046,33	318,34	709,52	0,0000	0,00	0.000
11	9,74	26,55	1047,78	318,03	706,55	0,0000	0,00	0.000
11	9,98	26,55	1049,28	317,70	703,48	0,0000	0,00	0.000
11	10,22	26,55	1050,84	317,37	700,31	0,0000	0,00	0.000
11	10,46	26,55	1052,45	317,03	697,04	0,0000	0,00	0.000
11	10,69	26,55	1054,09	316,68	693,68	0,0000	0,00	0.000
11	10,93	26,55	1055,79	316,31	690,21	0,0000	0,00	0.000
11	11,17	26,55	1057,55	315,94	686,66	0,0000	0,00	0.000
11	11,41	26,55	1059,36	315,56	683,00	0,0000	0,00	0.000
11	11,64	26,55	1061,21	315,17	679,25	0,0000	0,00	0.000
11	11,88	26,55	1063,12	314,77	675,40	0,0000	0,00	0.000
11	12,12	26,55	1065,07	314,36	671,45	0,0000	0,00	0.000
11	12,36	26,55	1067,08	313,93	667,41	0,0000	0,00	0.000
11	12,59	26,55	1069,13	313,49	663,27	0,0000	0,00	0.000
11	12,83	26,55	1071,24	313,05	659,03	0,0000	0,00	0.000
11	13,07	26,55	1073,40	312,59	654,69	0,0000	0,00	0.000
11	13,31	26,55	1075,62	312,13	650,26	0,0000	0,00	0.000
11	13,54	26,55	1077,88	311,66	645,73	0,0000	0,00	0.000
11	13,78	26,55	1080,20	311,17	641,11	0,0000	0,00	0.000
11	14,02	26,55	1082,58	310,68	636,38	0,0000	0,00	0.000
11	14,26	26,55	1085,01	310,18	631,56	0,0000	0,00	0.000
11	14,50	26,55	1087,48	309,66	626,64	0,0000	0,00	0.000
11	14,73	26,55	1090,02	309,14	621,63	0,0000	0,00	0.000
11	14,97	26,55	1092,61	308,61	616,52	0,0000	0,00	0.000
11	15,21	26,55	1095,25	308,06	611,31	0,0000	0,00	0.000
11	15,45	26,55	1097,94	307,50	606,00	0,0000	0,00	0.000
11	15,68	26,55	1100,69	306,93	600,60	0,0000	0,00	0.000
11	15,92	26,55	1103,50	306,36	595,10	0,0000	0,00	0.000
11	16,16	26,55	1106,35	305,77	589,50	0,0000	0,00	0.000
11	16,40	26,55	1109,27	305,17	583,81	0,0000	0,00	0.000
11	16,63	26,55	1112,25	304,57	578,01	0,0000	0,00	0.000
11	16,87	26,55	1115,27	303,95	572,12	0,0000	0,00	0.000
11	17,11	26,55	1118,37	303,33	566,14	0,0000	0,00	0.000
11	17,35	26,55	1121,50	302,69	560,06	0,0000	0,00	0.000
11	17,58	26,55	1124,71	302,05	553,88	0,0000	0,00	0.000
11	17,82	26,55	1127,97	301,39	547,60	0,0000	0,00	0.000
11	18,06	26,55	1131,28	300,72	541,22	0,0000	0,00	0.000
11	18,30	26,55	1134,66	300,05	534,75	0,0000	0,00	0.000
11	18,53	26,55	1138,09	299,35	528,18	0,0000	0,00	0.000
11	18,77	26,55	1141,58	298,65	521,52	0,0000	0,00	0.000
11	19,01	26,55	1145,14	297,95	514,75	0,0000	0,00	0.000
11	19,25	26,55	1148,75	297,23	507,89	0,0000	0,00	0.000
11	19,49	26,55	1152,41	296,50	500,94	0,0000	0,00	0.000
11	19,72	26,55	1156,15	295,76	493,88	0,0000	0,00	0.000
11	19,96	26,55	1159,95	295,01	486,73	0,0000	0,00	0.000
11	20,20	26,55	1163,80	294,25	479,48	0,0000	0,00	0.000
11	20,44	26,55	1167,72	293,48	472,14	0,0000	0,00	0.000
11	20,67	26,55	1171,69	292,70	464,70	0,0000	0,00	0.000
11	20,91	26,55	1175,74	291,92	457,16	0,0000	0,00	0.000
11	21,15	26,55	1179,84	291,11	449,52	0,0000	0,00	0.000
11	21,39	26,55	1184,01	290,31	441,78	0,0000	0,00	0.000
11	21,62	26,55	1188,24	289,49	433,95	0,0000	0,00	0.000
11	21,86	26,55	1192,54	288,66	426,03	0,0000	0,00	0.000
11	22,10	26,55	1196,90	287,82	418,00	0,0000	0,00	0.000
11	22,34	26,55	1201,33	286,97	409,88	0,0000	0,00	0.000
11	22,57	26,55	1205,82	286,10	401,66	0,0000	0,00	0.000
11	22,81	26,55	1210,38	285,24	393,34	0,0000	0,00	0.000
11	23,05	26,55	1215,00	284,36	384,93	0,0000	0,00	0.000
11	23,29	26,55	1219,70	283,47	376,42	0,0000	0,00	0.000
11	23,52	26,55	1224,45	282,57	367,81	0,0000	0,00	0.000
11	23,76	0,00	0,00	0,00	359,10	0,0021	1000,00	0.000

Combinazione n° 12

Y [m]	At [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
0,00	127,42	10771	138296
0,24	127,42	9954	121369
0,48	127,42	9170	109443
0,72	127,42	8418	101239
0,96	127,42	7700	93369
1,20	127,42	7014	85836
1,44	127,42	6364	78648
1,68	127,42	5749	71822
1,92	127,42	5175	65387
2,16	127,42	4644	59389
2,40	127,42	4162	53884
2,64	127,42	3733	48932
2,88	127,42	3359	44565
3,12	127,42	3037	40758

Y [m]	A_r [cmq]	σ_c [kPa]	σ_t [kPa]
3,36	127,42	2747	37312
3,60	127,42	2474	34074
3,84	127,42	2218	31035
4,08	127,42	1978	28188
4,32	127,42	1753	25525
4,56	127,42	1543	23038
4,80	127,42	1670	24544
5,04	127,42	1855	26753
5,28	127,42	2028	28809
5,52	127,42	2188	30719
5,76	127,42	2336	32491
6,00	127,42	2474	34134
6,24	127,42	2602	35653
6,48	127,42	2719	37058
6,72	127,42	2828	38354
6,96	127,42	2928	39550
7,20	127,42	3021	40652
7,44	127,42	3106	41668
7,68	127,42	3185	42613
7,92	127,42	3259	43497
8,16	84,95	3702	49225
8,40	84,95	3755	49817
8,64	84,95	3788	50186
8,88	84,95	3804	50345
9,12	84,95	3803	50310
9,36	84,95	3787	50101
9,60	84,95	3759	49735
9,84	84,95	3718	49232
10,08	84,95	3667	48609
10,32	84,95	3608	47886
10,56	84,95	3542	47078
10,80	84,95	3471	46202
11,04	84,95	3394	45273
11,28	84,95	3315	44303
11,52	84,95	3233	43304
11,76	84,95	3150	42284
12,00	84,95	3066	41249
12,24	84,95	2980	40200
12,48	84,95	2894	39143
12,72	84,95	2807	38083
12,96	84,95	2721	37027
13,20	84,95	2636	35978
13,44	84,95	2552	34942
13,68	84,95	2469	33921
13,92	84,95	2388	32919
14,16	84,95	2308	31939
14,40	84,95	2231	30983
14,64	84,95	2156	30052
14,88	84,95	2083	29150
15,12	84,95	2013	28275
15,36	84,95	1946	27430
15,60	84,95	1880	26616
15,84	84,95	1818	25832
16,08	84,95	1758	25078
16,32	84,95	1701	24356
16,56	84,95	1646	23663
16,80	84,95	1594	23001
17,04	84,95	1545	22368
17,28	84,95	1498	21763
17,52	84,95	1453	21186
17,76	84,95	1411	20637
18,00	84,95	1371	20113
18,24	84,95	1333	19613
18,48	84,95	1297	19138
18,72	84,95	1263	18685
18,96	84,95	1231	18253
19,20	84,95	1201	17840
19,44	84,95	1172	17447
19,68	84,95	1144	17070
19,92	84,95	1119	16709
20,16	84,95	1094	16363
20,40	84,95	1070	16030
20,64	84,95	1048	15708
20,88	84,95	1027	15404
21,12	84,95	1012	15167
21,36	84,95	995	14916
21,60	84,95	978	14653
21,84	84,95	960	14379
22,08	84,95	941	14096
22,32	84,95	921	13804
22,56	84,95	901	13505
22,80	84,95	881	13201
23,04	84,95	860	12893
23,28	84,95	839	12583
23,52	84,95	818	12270
23,76	84,95	797	11959
24,00	84,95	777	11648

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
12	0,00	37,17	876,83	381,72	1012,00	0,0559	184,87	0.176
12	0,24	37,17	876,13	381,93	1013,90	0,0462	184,85	0.145
12	0,48	37,17	875,43	382,12	1015,76	0,0364	184,82	0.114
12	0,71	37,17	874,75	382,31	1017,57	0,0265	184,80	0.083
12	0,95	37,17	874,11	382,51	1019,33	0,0000	0,00	0.000
12	1,19	37,17	873,46	382,69	1021,05	0,0000	0,00	0.000
12	1,43	37,17	872,84	382,86	1022,72	0,0000	0,00	0.000
12	1,66	37,17	872,23	383,03	1024,35	0,0000	0,00	0.000
12	1,90	37,17	871,66	383,21	1025,93	0,0000	0,00	0.000
12	2,14	37,17	871,09	383,37	1027,46	0,0000	0,00	0.000
12	2,38	37,17	870,53	383,52	1028,95	0,0000	0,00	0.000
12	2,61	37,17	870,01	383,68	1030,39	0,0000	0,00	0.000
12	2,85	37,17	869,48	383,82	1031,78	0,0000	0,00	0.000
12	3,09	37,17	868,99	383,97	1033,13	0,0000	0,00	0.000
12	3,33	37,17	868,50	384,11	1034,45	0,0000	0,00	0.000
12	3,56	37,17	868,03	384,26	1035,75	0,0000	0,00	0.000
12	3,80	37,17	867,56	384,39	1037,03	0,0000	0,00	0.000
12	4,04	37,17	867,10	384,52	1038,28	0,0000	0,00	0.000
12	4,28	37,17	866,64	384,65	1039,51	0,0000	0,00	0.000
12	4,51	37,17	866,20	384,78	1040,72	0,0000	0,00	0.000
12	4,75	37,17	865,76	384,91	1041,90	0,0000	0,00	0.000
12	4,99	37,17	865,33	385,03	1043,06	0,0000	0,00	0.000
12	5,23	37,17	864,93	385,16	1044,19	0,0000	0,00	0.000
12	5,47	37,17	864,51	385,27	1045,31	0,0000	0,00	0.000
12	5,70	37,17	864,12	385,39	1046,39	0,0000	0,00	0.000
12	5,94	37,17	863,73	385,50	1047,46	0,0000	0,00	0.000
12	6,18	37,17	863,35	385,61	1048,50	0,0000	0,00	0.000
12	6,42	37,17	862,97	385,72	1049,51	0,0000	0,00	0.000
12	6,65	37,17	862,60	385,82	1050,51	0,0000	0,00	0.000
12	6,89	37,17	862,26	385,93	1051,48	0,0000	0,00	0.000
12	7,13	37,17	861,91	386,03	1052,42	0,0000	0,00	0.000
12	7,37	37,17	861,57	386,13	1053,35	0,0000	0,00	0.000
12	7,60	37,17	861,23	386,22	1054,25	0,0000	0,00	0.000
12	7,84	37,17	860,92	386,32	1055,12	0,0000	0,00	0.000
12	8,08	26,55	890,43	354,26	1052,62	0,0000	0,00	0.000
12	8,32	26,55	892,23	353,81	1048,32	0,0000	0,00	0.000
12	8,55	26,55	894,11	353,35	1043,89	0,0000	0,00	0.000
12	8,79	26,55	896,02	352,87	1039,34	0,0000	0,00	0.000
12	9,03	26,55	898,02	352,38	1034,65	0,0000	0,00	0.000
12	9,27	26,55	900,06	351,87	1029,82	0,0000	0,00	0.000
12	9,50	26,55	902,16	351,35	1024,87	0,0000	0,00	0.000
12	9,74	26,55	904,33	350,82	1019,79	0,0000	0,00	0.000
12	9,98	26,55	906,56	350,28	1014,57	0,0000	0,00	0.000
12	10,22	26,55	908,84	349,71	1009,22	0,0000	0,00	0.000
12	10,46	26,55	911,21	349,15	1003,74	0,0000	0,00	0.000
12	10,69	26,55	913,61	348,55	998,13	0,0000	0,00	0.000
12	10,93	26,55	916,10	347,96	992,39	0,0000	0,00	0.000
12	11,17	26,55	918,64	347,34	986,51	0,0000	0,00	0.000
12	11,41	26,55	921,24	346,71	980,50	0,0000	0,00	0.000
12	11,64	26,55	923,92	346,07	974,37	0,0000	0,00	0.000
12	11,88	26,55	926,65	345,41	968,10	0,0000	0,00	0.000
12	12,12	26,55	929,44	344,74	961,70	0,0000	0,00	0.000
12	12,36	26,55	932,31	344,05	955,16	0,0000	0,00	0.000
12	12,59	26,55	935,24	343,35	948,50	0,0000	0,00	0.000
12	12,83	26,55	938,26	342,65	941,70	0,0000	0,00	0.000
12	13,07	26,55	941,31	341,92	934,77	0,0000	0,00	0.000
12	13,31	26,55	944,47	341,19	927,71	0,0000	0,00	0.000
12	13,54	26,55	947,66	340,43	920,52	0,0000	0,00	0.000
12	13,78	26,55	950,93	339,66	913,20	0,0000	0,00	0.000
12	14,02	26,55	954,30	338,89	905,75	0,0000	0,00	0.000
12	14,26	26,55	957,70	338,09	898,16	0,0000	0,00	0.000
12	14,50	26,55	961,18	337,27	890,44	0,0000	0,00	0.000
12	14,73	26,55	964,75	336,46	882,59	0,0000	0,00	0.000
12	14,97	26,55	968,38	335,63	874,61	0,0000	0,00	0.000
12	15,21	26,55	972,08	334,77	866,50	0,0000	0,00	0.000
12	15,45	26,55	975,86	333,91	858,25	0,0000	0,00	0.000
12	15,68	26,55	979,70	333,03	849,88	0,0000	0,00	0.000
12	15,92	26,55	983,63	332,14	841,37	0,0000	0,00	0.000
12	16,16	26,55	987,65	331,24	832,73	0,0000	0,00	0.000
12	16,40	26,55	991,72	330,32	823,96	0,0000	0,00	0.000
12	16,63	26,55	995,88	329,39	815,06	0,0000	0,00	0.000
12	16,87	26,55	1000,10	328,44	806,02	0,0000	0,00	0.000
12	17,11	26,55	1004,42	327,48	796,86	0,0000	0,00	0.000
12	17,35	26,55	1008,81	326,51	787,56	0,0000	0,00	0.000
12	17,58	26,55	1013,29	325,53	778,13	0,0000	0,00	0.000
12	17,82	26,55	1017,83	324,52	768,57	0,0000	0,00	0.000
12	18,06	26,55	1022,46	323,50	758,88	0,0000	0,00	0.000
12	18,30	26,55	1027,17	322,47	749,06	0,0000	0,00	0.000
12	18,53	26,55	1031,97	321,44	739,10	0,0000	0,00	0.000
12	18,77	26,55	1036,84	320,38	729,01	0,0000	0,00	0.000
12	19,01	26,55	1041,81	319,31	718,79	0,0000	0,00	0.000
12	19,25	26,55	1046,85	318,22	708,44	0,0000	0,00	0.000
12	19,49	26,55	1051,99	317,13	697,96	0,0000	0,00	0.000
12	19,72	26,55	1057,20	316,01	687,35	0,0000	0,00	0.000
12	19,96	26,55	1062,51	314,89	676,60	0,0000	0,00	0.000
12	20,20	26,55	1067,91	313,75	665,73	0,0000	0,00	0.000
12	20,44	26,55	1073,39	312,60	654,72	0,0000	0,00	0.000
12	20,67	26,55	1078,97	311,43	643,58	0,0000	0,00	0.000
12	20,91	26,55	1084,63	310,25	632,30	0,0000	0,00	0.000
12	21,15	26,55	1090,39	309,07	620,90	0,0000	0,00	0.000
12	21,39	26,55	1096,23	307,85	609,37	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
12	21,62	26,55	1102,16	306,63	597,70	0,0000	0,00	0.000
12	21,86	26,55	1108,20	305,40	585,90	0,0000	0,00	0.000
12	22,10	26,55	1114,32	304,14	573,97	0,0000	0,00	0.000
12	22,34	26,55	1120,55	302,88	561,91	0,0000	0,00	0.000
12	22,57	26,55	1126,87	301,61	549,72	0,0000	0,00	0.000
12	22,81	26,55	1133,27	300,31	537,39	0,0000	0,00	0.000
12	23,05	26,55	1139,79	299,01	524,93	0,0000	0,00	0.000
12	23,29	26,55	1146,40	297,69	512,35	0,0000	0,00	0.000
12	23,52	26,55	1153,12	296,37	499,63	0,0000	0,00	0.000
12	23,76	0,00	0,00	0,00	486,77	0,0028	1000,00	0.000

Combinazione n° 13

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σf [kPa]
0,00	127,42	5303	64077
0,24	127,42	4907	59735
0,48	127,42	4527	55563
0,72	127,42	4165	51567
0,96	127,42	3821	47756
1,20	127,42	3498	44145
1,44	127,42	3197	40753
1,68	127,42	2919	37601
1,92	127,42	2667	34713
2,16	127,42	2442	32107
2,40	127,42	2243	29787
2,64	127,42	2069	27734
2,88	127,42	1911	25871
3,12	127,42	1763	24117
3,36	127,42	1624	22467
3,60	127,42	1493	20918
3,84	127,42	1370	19465
4,08	127,42	1255	18105
4,32	127,42	1147	16835
4,56	127,42	1047	15650
4,80	127,42	1110	16404
5,04	127,42	1201	17501
5,28	127,42	1287	18522
5,52	127,42	1366	19473
5,76	127,42	1440	20357
6,00	127,42	1508	21178
6,24	127,42	1572	21938
6,48	127,42	1630	22643
6,72	127,42	1685	23295
6,96	127,42	1735	23898
7,20	127,42	1781	24455
7,44	127,42	1824	24970
7,68	127,42	1863	25445
7,92	127,42	1900	25884
8,16	84,95	2144	29112
8,40	84,95	2166	29362
8,64	84,95	2179	29508
8,88	84,95	2184	29558
9,12	84,95	2182	29521
9,36	84,95	2174	29408
9,60	84,95	2160	29225
9,84	84,95	2140	28980
10,08	84,95	2117	28682
10,32	84,95	2089	28336
10,56	84,95	2058	27949
10,80	84,95	2024	27527
11,04	84,95	1987	27076
11,28	84,95	1949	26600
11,52	84,95	1909	26105
11,76	84,95	1867	25593
12,00	84,95	1825	25071
12,24	84,95	1782	24540
12,48	84,95	1738	24004
12,72	84,95	1695	23467
12,96	84,95	1652	22930
13,20	84,95	1609	22396
13,44	84,95	1566	21868
13,68	84,95	1524	21346
13,92	84,95	1483	20832
14,16	84,95	1442	20328
14,40	84,95	1403	19836
14,64	84,95	1364	19354
14,88	84,95	1327	18886
15,12	84,95	1291	18430
15,36	84,95	1256	17988
15,60	84,95	1222	17560
15,84	84,95	1190	17146
16,08	84,95	1158	16746
16,32	84,95	1128	16360
16,56	84,95	1099	15988
16,80	84,95	1072	15630
17,04	84,95	1045	15285
17,28	84,95	1020	14953
17,52	84,95	995	14634
17,76	84,95	972	14327
18,00	84,95	950	14032

Y [m]	A _r [cmq]	σ _c [kPa]	σ _t [kPa]
18,24	84,95	929	13749
18,48	84,95	909	13475
18,72	84,95	889	13212
18,96	84,95	871	12959
19,20	84,95	853	12714
19,44	84,95	836	12478
19,68	84,95	820	12248
19,92	84,95	804	12026
20,16	84,95	789	11810
20,40	84,95	774	11600
20,64	84,95	760	11394
20,88	84,95	746	11196
21,12	84,95	736	11030
21,36	84,95	724	10857
21,60	84,95	712	10676
21,84	84,95	700	10490
22,08	84,95	687	10298
22,32	84,95	674	10101
22,56	84,95	661	9900
22,80	84,95	647	9696
23,04	84,95	633	9489
23,28	84,95	619	9280
23,52	84,95	605	9069
23,76	84,95	591	8858
24,00	84,95	576	8646

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
13	0,00	37,17	1012,59	345,79	675,00	0,0000	0,00	0.000
13	0,24	37,17	1011,64	346,02	677,17	0,0000	0,00	0.000
13	0,48	37,17	1010,71	346,25	679,31	0,0000	0,00	0.000
13	0,71	37,17	1009,80	346,47	681,42	0,0000	0,00	0.000
13	0,95	37,17	1008,90	346,69	683,49	0,0000	0,00	0.000
13	1,19	37,17	1008,02	346,91	685,53	0,0000	0,00	0.000
13	1,43	37,17	1007,16	347,12	687,53	0,0000	0,00	0.000
13	1,66	37,17	1006,31	347,33	689,50	0,0000	0,00	0.000
13	1,90	37,17	1005,47	347,53	691,44	0,0000	0,00	0.000
13	2,14	37,17	1004,65	347,73	693,34	0,0000	0,00	0.000
13	2,38	37,17	1003,85	347,94	695,20	0,0000	0,00	0.000
13	2,61	37,17	1003,07	348,14	697,03	0,0000	0,00	0.000
13	2,85	37,17	1002,29	348,32	698,83	0,0000	0,00	0.000
13	3,09	37,17	1001,54	348,52	700,59	0,0000	0,00	0.000
13	3,33	37,17	1000,78	348,70	702,34	0,0000	0,00	0.000
13	3,56	37,17	1000,05	348,89	704,07	0,0000	0,00	0.000
13	3,80	37,17	999,31	349,06	705,77	0,0000	0,00	0.000
13	4,04	37,17	998,58	349,24	707,47	0,0000	0,00	0.000
13	4,28	37,17	997,87	349,42	709,14	0,0000	0,00	0.000
13	4,51	37,17	997,17	349,61	710,80	0,0000	0,00	0.000
13	4,75	37,17	996,47	349,78	712,44	0,0000	0,00	0.000
13	4,99	37,17	995,78	349,95	714,06	0,0000	0,00	0.000
13	5,23	37,17	995,10	350,13	715,67	0,0000	0,00	0.000
13	5,47	37,17	994,41	350,29	717,25	0,0000	0,00	0.000
13	5,70	37,17	993,74	350,46	718,82	0,0000	0,00	0.000
13	5,94	37,17	993,08	350,62	720,37	0,0000	0,00	0.000
13	6,18	37,17	992,43	350,79	721,91	0,0000	0,00	0.000
13	6,42	37,17	991,79	350,95	723,43	0,0000	0,00	0.000
13	6,65	37,17	991,15	351,11	724,93	0,0000	0,00	0.000
13	6,89	37,17	990,52	351,27	726,41	0,0000	0,00	0.000
13	7,13	37,17	989,90	351,43	727,87	0,0000	0,00	0.000
13	7,37	37,17	989,28	351,58	729,32	0,0000	0,00	0.000
13	7,60	37,17	988,68	351,73	730,75	0,0000	0,00	0.000
13	7,84	37,17	988,09	351,89	732,16	0,0000	0,00	0.000
13	8,08	26,55	1035,86	320,60	731,06	0,0000	0,00	0.000
13	8,32	26,55	1037,04	320,34	728,64	0,0000	0,00	0.000
13	8,55	26,55	1038,26	320,08	726,11	0,0000	0,00	0.000
13	8,79	26,55	1039,53	319,80	723,49	0,0000	0,00	0.000
13	9,03	26,55	1040,86	319,52	720,77	0,0000	0,00	0.000
13	9,27	26,55	1042,21	319,22	717,96	0,0000	0,00	0.000
13	9,50	26,55	1043,63	318,91	715,04	0,0000	0,00	0.000
13	9,74	26,55	1045,11	318,60	712,03	0,0000	0,00	0.000
13	9,98	26,55	1046,62	318,27	708,92	0,0000	0,00	0.000
13	10,22	26,55	1048,19	317,94	705,71	0,0000	0,00	0.000
13	10,46	26,55	1049,82	317,60	702,40	0,0000	0,00	0.000
13	10,69	26,55	1051,47	317,23	699,00	0,0000	0,00	0.000
13	10,93	26,55	1053,20	316,87	695,50	0,0000	0,00	0.000
13	11,17	26,55	1054,98	316,50	691,90	0,0000	0,00	0.000
13	11,41	26,55	1056,79	316,11	688,20	0,0000	0,00	0.000
13	11,64	26,55	1058,65	315,70	684,41	0,0000	0,00	0.000
13	11,88	26,55	1060,58	315,30	680,52	0,0000	0,00	0.000
13	12,12	26,55	1062,55	314,88	676,53	0,0000	0,00	0.000
13	12,36	26,55	1064,58	314,46	672,44	0,0000	0,00	0.000
13	12,59	26,55	1066,65	314,02	668,26	0,0000	0,00	0.000
13	12,83	26,55	1068,77	313,56	663,97	0,0000	0,00	0.000
13	13,07	26,55	1070,96	313,11	659,59	0,0000	0,00	0.000
13	13,31	26,55	1073,19	312,64	655,11	0,0000	0,00	0.000
13	13,54	26,55	1075,48	312,16	650,54	0,0000	0,00	0.000
13	13,78	26,55	1077,82	311,67	645,87	0,0000	0,00	0.000
13	14,02	26,55	1080,20	311,17	641,09	0,0000	0,00	0.000
13	14,26	26,55	1082,65	310,66	636,22	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
13	14,50	26,55	1085,16	310,14	631,26	0,0000	0,00	0.000
13	14,73	26,55	1087,71	309,61	626,19	0,0000	0,00	0.000
13	14,97	26,55	1090,32	309,07	621,03	0,0000	0,00	0.000
13	15,21	26,55	1092,99	308,53	615,77	0,0000	0,00	0.000
13	15,45	26,55	1095,70	307,96	610,41	0,0000	0,00	0.000
13	15,68	26,55	1098,47	307,39	604,96	0,0000	0,00	0.000
13	15,92	26,55	1101,30	306,81	599,41	0,0000	0,00	0.000
13	16,16	26,55	1104,18	306,22	593,75	0,0000	0,00	0.000
13	16,40	26,55	1107,12	305,61	588,01	0,0000	0,00	0.000
13	16,63	26,55	1110,12	305,00	582,16	0,0000	0,00	0.000
13	16,87	26,55	1113,17	304,38	576,22	0,0000	0,00	0.000
13	17,11	26,55	1116,28	303,75	570,17	0,0000	0,00	0.000
13	17,35	26,55	1119,45	303,11	564,03	0,0000	0,00	0.000
13	17,58	26,55	1122,67	302,45	557,80	0,0000	0,00	0.000
13	17,82	26,55	1125,96	301,79	551,46	0,0000	0,00	0.000
13	18,06	26,55	1129,29	301,11	545,03	0,0000	0,00	0.000
13	18,30	26,55	1132,70	300,43	538,50	0,0000	0,00	0.000
13	18,53	26,55	1136,16	299,74	531,87	0,0000	0,00	0.000
13	18,77	26,55	1139,68	299,03	525,15	0,0000	0,00	0.000
13	19,01	26,55	1143,25	298,32	518,32	0,0000	0,00	0.000
13	19,25	26,55	1146,90	297,60	511,40	0,0000	0,00	0.000
13	19,49	26,55	1150,60	296,86	504,38	0,0000	0,00	0.000
13	19,72	26,55	1154,36	296,11	497,27	0,0000	0,00	0.000
13	19,96	26,55	1158,18	295,36	490,05	0,0000	0,00	0.000
13	20,20	26,55	1162,07	294,60	482,74	0,0000	0,00	0.000
13	20,44	26,55	1166,01	293,82	475,33	0,0000	0,00	0.000
13	20,67	26,55	1170,03	293,04	467,82	0,0000	0,00	0.000
13	20,91	26,55	1174,09	292,23	460,22	0,0000	0,00	0.000
13	21,15	26,55	1178,23	291,43	452,52	0,0000	0,00	0.000
13	21,39	26,55	1182,43	290,61	444,72	0,0000	0,00	0.000
13	21,62	26,55	1186,69	289,78	436,82	0,0000	0,00	0.000
13	21,86	26,55	1191,02	288,95	428,82	0,0000	0,00	0.000
13	22,10	26,55	1195,42	288,11	420,73	0,0000	0,00	0.000
13	22,34	26,55	1199,88	287,25	412,54	0,0000	0,00	0.000
13	22,57	26,55	1204,41	286,38	404,25	0,0000	0,00	0.000
13	22,81	26,55	1209,00	285,50	395,86	0,0000	0,00	0.000
13	23,05	26,55	1213,65	284,61	387,38	0,0000	0,00	0.000
13	23,29	26,55	1218,38	283,72	378,79	0,0000	0,00	0.000
13	23,52	26,55	1223,18	282,81	370,11	0,0000	0,00	0.000
13	23,76	0,00	0,00	0,00	361,34	0,0021	1000,00	0.000

Combinazione n° 14

Y [m]	Ar [cmq]	σc [kPa]	σf [kPa]
0,00	127,42	9517	117368
0,24	127,42	8797	104809
0,48	127,42	8105	97270
0,72	127,42	7443	90027
0,96	127,42	6810	83081
1,20	127,42	6208	76439
1,44	127,42	5637	70113
1,68	127,42	5100	64124
1,92	127,42	4600	58503
2,16	127,42	4142	53297
2,40	127,42	3728	48554
2,64	127,42	3363	44316
2,88	127,42	3046	40592
3,12	127,42	2770	37319
3,36	127,42	2514	34288
3,60	127,42	2274	31439
3,84	127,42	2049	28766
4,08	127,42	1837	26262
4,32	127,42	1640	23919
4,56	127,42	1455	21732
4,80	127,42	1567	23064
5,04	127,42	1731	25016
5,28	127,42	1883	26832
5,52	127,42	2025	28521
5,76	127,42	2156	30087
6,00	127,42	2278	31540
6,24	127,42	2390	32883
6,48	127,42	2494	34126
6,72	127,42	2591	35273
6,96	127,42	2679	36331
7,20	127,42	2761	37307
7,44	127,42	2836	38205
7,68	127,42	2905	39033
7,92	127,42	2969	39798
8,16	84,95	3365	44949
8,40	84,95	3409	45441
8,64	84,95	3436	45743
8,88	84,95	3448	45865
9,12	84,95	3447	45824
9,36	84,95	3433	45634
9,60	84,95	3407	45311
9,84	84,95	3372	44871
10,08	84,95	3328	44329
10,32	84,95	3277	43701

Y [m]	A _r [cmq]	σ _c [kPa]	σ _t [kPa]
10,56	84,95	3220	43001
10,80	84,95	3159	42242
11,04	84,95	3093	41435
11,28	84,95	3024	40592
11,52	84,95	2953	39718
11,76	84,95	2880	38819
12,00	84,95	2805	37899
12,24	84,95	2729	36966
12,48	84,95	2652	36026
12,72	84,95	2576	35084
12,96	84,95	2499	34144
13,20	84,95	2423	33211
13,44	84,95	2349	32288
13,68	84,95	2275	31379
13,92	84,95	2203	30486
14,16	84,95	2132	29612
14,40	84,95	2063	28759
14,64	84,95	1996	27929
14,88	84,95	1932	27123
15,12	84,95	1869	26341
15,36	84,95	1809	25586
15,60	84,95	1751	24856
15,84	84,95	1695	24154
16,08	84,95	1641	23478
16,32	84,95	1590	22829
16,56	84,95	1541	22207
16,80	84,95	1494	21610
17,04	84,95	1450	21039
17,28	84,95	1408	20494
17,52	84,95	1367	19972
17,76	84,95	1329	19474
18,00	84,95	1293	18999
18,24	84,95	1259	18545
18,48	84,95	1226	18112
18,72	84,95	1195	17698
18,96	84,95	1166	17303
19,20	84,95	1138	16925
19,44	84,95	1112	16562
19,68	84,95	1087	16215
19,92	84,95	1063	15882
20,16	84,95	1040	15561
20,40	84,95	1018	15251
20,64	84,95	997	14952
20,88	84,95	978	14667
21,12	84,95	963	14441
21,36	84,95	948	14204
21,60	84,95	931	13955
21,84	84,95	914	13696
22,08	84,95	896	13429
22,32	84,95	878	13154
22,56	84,95	859	12872
22,80	84,95	840	12586
23,04	84,95	820	12296
23,28	84,95	801	12004
23,52	84,95	781	11710
23,76	84,95	761	11416
24,00	84,95	742	11123

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
14	0,00	37,17	899,11	375,43	953,00	0,0433	185,65	0.137
14	0,24	37,17	898,37	375,64	954,95	0,0341	185,63	0.108
14	0,48	37,17	897,64	375,84	956,86	0,0248	185,60	0.078
14	0,71	37,17	896,94	376,04	958,72	0,0000	0,00	0.000
14	0,95	37,17	896,23	376,23	960,54	0,0000	0,00	0.000
14	1,19	37,17	895,56	376,42	962,31	0,0000	0,00	0.000
14	1,43	37,17	894,90	376,60	964,04	0,0000	0,00	0.000
14	1,66	37,17	894,26	376,79	965,72	0,0000	0,00	0.000
14	1,90	37,17	893,63	376,96	967,37	0,0000	0,00	0.000
14	2,14	37,17	893,03	377,13	968,96	0,0000	0,00	0.000
14	2,38	37,17	892,43	377,29	970,52	0,0000	0,00	0.000
14	2,61	37,17	891,85	377,45	972,02	0,0000	0,00	0.000
14	2,85	37,17	891,31	377,61	973,49	0,0000	0,00	0.000
14	3,09	37,17	890,76	377,76	974,91	0,0000	0,00	0.000
14	3,33	37,17	890,24	377,91	976,31	0,0000	0,00	0.000
14	3,56	37,17	889,73	378,07	977,68	0,0000	0,00	0.000
14	3,80	37,17	889,20	378,20	979,04	0,0000	0,00	0.000
14	4,04	37,17	888,71	378,35	980,37	0,0000	0,00	0.000
14	4,28	37,17	888,22	378,49	981,67	0,0000	0,00	0.000
14	4,51	37,17	887,72	378,62	982,96	0,0000	0,00	0.000
14	4,75	37,17	887,24	378,75	984,22	0,0000	0,00	0.000
14	4,99	37,17	886,78	378,89	985,46	0,0000	0,00	0.000
14	5,23	37,17	886,33	379,03	986,68	0,0000	0,00	0.000
14	5,47	37,17	885,88	379,15	987,87	0,0000	0,00	0.000
14	5,70	37,17	885,43	379,27	989,04	0,0000	0,00	0.000
14	5,94	37,17	885,00	379,40	990,19	0,0000	0,00	0.000
14	6,18	37,17	884,56	379,51	991,32	0,0000	0,00	0.000
14	6,42	37,17	884,16	379,63	992,43	0,0000	0,00	0.000
14	6,65	37,17	883,75	379,75	993,51	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
14	6,89	37,17	883,35	379,86	994,57	0,0000	0,00	0.000
14	7,13	37,17	882,97	379,98	995,60	0,0000	0,00	0.000
14	7,37	37,17	882,58	380,08	996,62	0,0000	0,00	0.000
14	7,60	37,17	882,21	380,19	997,61	0,0000	0,00	0.000
14	7,84	37,17	881,85	380,29	998,58	0,0000	0,00	0.000
14	8,08	26,55	914,39	348,37	996,32	0,0000	0,00	0.000
14	8,32	26,55	916,10	347,95	992,35	0,0000	0,00	0.000
14	8,55	26,55	917,87	347,52	988,26	0,0000	0,00	0.000
14	8,79	26,55	919,70	347,07	984,04	0,0000	0,00	0.000
14	9,03	26,55	921,60	346,63	979,69	0,0000	0,00	0.000
14	9,27	26,55	923,53	346,15	975,22	0,0000	0,00	0.000
14	9,50	26,55	925,54	345,67	970,63	0,0000	0,00	0.000
14	9,74	26,55	927,61	345,18	965,91	0,0000	0,00	0.000
14	9,98	26,55	929,73	344,67	961,06	0,0000	0,00	0.000
14	10,22	26,55	931,91	344,15	956,08	0,0000	0,00	0.000
14	10,46	26,55	934,15	343,62	950,98	0,0000	0,00	0.000
14	10,69	26,55	936,46	343,07	945,76	0,0000	0,00	0.000
14	10,93	26,55	938,83	342,51	940,41	0,0000	0,00	0.000
14	11,17	26,55	941,26	341,94	934,93	0,0000	0,00	0.000
14	11,41	26,55	943,74	341,35	929,33	0,0000	0,00	0.000
14	11,64	26,55	946,29	340,75	923,60	0,0000	0,00	0.000
14	11,88	26,55	948,90	340,14	917,75	0,0000	0,00	0.000
14	12,12	26,55	951,58	339,51	911,77	0,0000	0,00	0.000
14	12,36	26,55	954,32	338,87	905,66	0,0000	0,00	0.000
14	12,59	26,55	957,12	338,22	899,43	0,0000	0,00	0.000
14	12,83	26,55	959,99	337,55	893,08	0,0000	0,00	0.000
14	13,07	26,55	962,93	336,88	886,60	0,0000	0,00	0.000
14	13,31	26,55	965,93	336,18	879,99	0,0000	0,00	0.000
14	13,54	26,55	969,00	335,48	873,26	0,0000	0,00	0.000
14	13,78	26,55	972,13	334,76	866,40	0,0000	0,00	0.000
14	14,02	26,55	975,33	334,03	859,41	0,0000	0,00	0.000
14	14,26	26,55	978,60	333,29	852,30	0,0000	0,00	0.000
14	14,50	26,55	981,92	332,52	845,06	0,0000	0,00	0.000
14	14,73	26,55	985,34	331,76	837,70	0,0000	0,00	0.000
14	14,97	26,55	988,81	330,98	830,22	0,0000	0,00	0.000
14	15,21	26,55	992,35	330,18	822,60	0,0000	0,00	0.000
14	15,45	26,55	995,96	329,37	814,86	0,0000	0,00	0.000
14	15,68	26,55	999,65	328,55	807,00	0,0000	0,00	0.000
14	15,92	26,55	1003,41	327,71	799,01	0,0000	0,00	0.000
14	16,16	26,55	1007,23	326,86	790,89	0,0000	0,00	0.000
14	16,40	26,55	1011,13	325,99	782,65	0,0000	0,00	0.000
14	16,63	26,55	1015,11	325,12	774,28	0,0000	0,00	0.000
14	16,87	26,55	1019,15	324,23	765,79	0,0000	0,00	0.000
14	17,11	26,55	1023,28	323,33	757,17	0,0000	0,00	0.000
14	17,35	26,55	1027,48	322,41	748,43	0,0000	0,00	0.000
14	17,58	26,55	1031,75	321,49	739,56	0,0000	0,00	0.000
14	17,82	26,55	1036,11	320,55	730,56	0,0000	0,00	0.000
14	18,06	26,55	1040,53	319,59	721,44	0,0000	0,00	0.000
14	18,30	26,55	1045,02	318,61	712,19	0,0000	0,00	0.000
14	18,53	26,55	1049,60	317,63	702,82	0,0000	0,00	0.000
14	18,77	26,55	1054,27	316,64	693,32	0,0000	0,00	0.000
14	19,01	26,55	1059,01	315,63	683,70	0,0000	0,00	0.000
14	19,25	26,55	1063,83	314,61	673,95	0,0000	0,00	0.000
14	19,49	26,55	1068,74	313,58	664,07	0,0000	0,00	0.000
14	19,72	26,55	1073,72	312,53	654,07	0,0000	0,00	0.000
14	19,96	26,55	1078,79	311,48	643,94	0,0000	0,00	0.000
14	20,20	26,55	1083,93	310,39	633,69	0,0000	0,00	0.000
14	20,44	26,55	1089,16	309,31	623,31	0,0000	0,00	0.000
14	20,67	26,55	1094,48	308,21	612,81	0,0000	0,00	0.000
14	20,91	26,55	1099,88	307,10	602,18	0,0000	0,00	0.000
14	21,15	26,55	1105,37	305,97	591,42	0,0000	0,00	0.000
14	21,39	26,55	1110,95	304,84	580,54	0,0000	0,00	0.000
14	21,62	26,55	1116,60	303,68	569,53	0,0000	0,00	0.000
14	21,86	26,55	1122,37	302,52	558,40	0,0000	0,00	0.000
14	22,10	26,55	1128,21	301,34	547,14	0,0000	0,00	0.000
14	22,34	26,55	1134,13	300,14	535,76	0,0000	0,00	0.000
14	22,57	26,55	1140,14	298,93	524,25	0,0000	0,00	0.000
14	22,81	26,55	1146,26	297,72	512,61	0,0000	0,00	0.000
14	23,05	26,55	1152,47	296,49	500,85	0,0000	0,00	0.000
14	23,29	26,55	1158,77	295,25	488,96	0,0000	0,00	0.000
14	23,52	26,55	1165,15	293,99	476,95	0,0000	0,00	0.000
14	23,76	0,00	0,00	0,00	464,81	0,0027	1000,00	0.000

Combinazione n° 15

Y [m]	At [cmq]	σc [kPa]	σt [kPa]
0,00	127,42	7157	85163
0,24	127,42	6617	79281
0,48	127,42	6098	73621
0,72	127,42	5602	68185
0,96	127,42	5129	62977
1,20	127,42	4679	58005
1,44	127,42	4254	53282
1,68	127,42	3857	48829
1,92	127,42	3489	44677
2,16	127,42	3154	40859
2,40	127,42	2855	37410
2,64	127,42	2593	34349
2,88	127,42	2365	31663
3,12	127,42	2162	29254

Y [m]	A_r [cmq]	σ_c [kPa]	σ_t [kPa]
3,36	127,42	1971	26993
3,60	127,42	1792	24869
3,84	127,42	1623	22877
4,08	127,42	1466	21011
4,32	127,42	1318	19267
4,56	127,42	1181	17639
4,80	127,42	1265	18650
5,04	127,42	1389	20127
5,28	127,42	1504	21501
5,52	127,42	1611	22780
5,76	127,42	1710	23967
6,00	127,42	1803	25068
6,24	127,42	1888	26088
6,48	127,42	1967	27032
6,72	127,42	2040	27905
6,96	127,42	2107	28710
7,20	127,42	2169	29454
7,44	127,42	2226	30140
7,68	127,42	2279	30772
7,92	127,42	2327	31355
8,16	84,95	2633	35355
8,40	84,95	2664	35708
8,64	84,95	2683	35920
8,88	84,95	2691	36003
9,12	84,95	2690	35967
9,36	84,95	2679	35824
9,60	84,95	2660	35586
9,84	84,95	2635	35262
10,08	84,95	2603	34865
10,32	84,95	2566	34405
10,56	84,95	2524	33891
10,80	84,95	2479	33332
11,04	84,95	2430	32734
11,28	84,95	2379	32103
11,52	84,95	2325	31446
11,76	84,95	2270	30768
12,00	84,95	2214	30076
12,24	84,95	2156	29373
12,48	84,95	2099	28664
12,72	84,95	2041	27953
12,96	84,95	1983	27243
13,20	84,95	1926	26539
13,44	84,95	1870	25841
13,68	84,95	1814	25154
13,92	84,95	1760	24479
14,16	84,95	1706	23818
14,40	84,95	1654	23172
14,64	84,95	1604	22542
14,88	84,95	1555	21931
15,12	84,95	1507	21337
15,36	84,95	1461	20763
15,60	84,95	1417	20209
15,84	84,95	1375	19674
16,08	84,95	1334	19158
16,32	84,95	1295	18663
16,56	84,95	1258	18187
16,80	84,95	1222	17731
17,04	84,95	1188	17293
17,28	84,95	1156	16874
17,52	84,95	1125	16473
17,76	84,95	1096	16089
18,00	84,95	1068	15721
18,24	84,95	1041	15370
18,48	84,95	1016	15034
18,72	84,95	992	14712
18,96	84,95	970	14403
19,20	84,95	948	14107
19,44	84,95	927	13823
19,68	84,95	908	13550
19,92	84,95	889	13287
20,16	84,95	871	13033
20,40	84,95	854	12787
20,64	84,95	837	12548
20,88	84,95	821	12320
21,12	84,95	810	12136
21,36	84,95	797	11943
21,60	84,95	784	11741
21,84	84,95	770	11531
22,08	84,95	755	11315
22,32	84,95	740	11093
22,56	84,95	725	10865
22,80	84,95	709	10634
23,04	84,95	694	10399
23,28	84,95	678	10163
23,52	84,95	662	9925
23,76	84,95	646	9686
24,00	84,95	630	9448

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
15	0,00	37,17	974,30	355,39	765,00	0,0000	0,00	0.000
15	0,24	37,17	973,41	355,61	767,10	0,0000	0,00	0.000
15	0,48	37,17	972,56	355,83	769,17	0,0000	0,00	0.000
15	0,71	37,17	971,70	356,04	771,19	0,0000	0,00	0.000
15	0,95	37,17	970,88	356,26	773,18	0,0000	0,00	0.000
15	1,19	37,17	970,07	356,46	775,13	0,0000	0,00	0.000
15	1,43	37,17	969,27	356,66	777,05	0,0000	0,00	0.000
15	1,66	37,17	968,50	356,87	778,93	0,0000	0,00	0.000
15	1,90	37,17	967,73	357,06	780,77	0,0000	0,00	0.000
15	2,14	37,17	966,99	357,25	782,57	0,0000	0,00	0.000
15	2,38	37,17	966,26	357,44	784,33	0,0000	0,00	0.000
15	2,61	37,17	965,55	357,64	786,06	0,0000	0,00	0.000
15	2,85	37,17	964,85	357,81	787,75	0,0000	0,00	0.000
15	3,09	37,17	964,17	357,99	789,40	0,0000	0,00	0.000
15	3,33	37,17	963,49	358,15	791,03	0,0000	0,00	0.000
15	3,56	37,17	962,83	358,33	792,65	0,0000	0,00	0.000
15	3,80	37,17	962,18	358,50	794,24	0,0000	0,00	0.000
15	4,04	37,17	961,53	358,67	795,82	0,0000	0,00	0.000
15	4,28	37,17	960,88	358,83	797,37	0,0000	0,00	0.000
15	4,51	37,17	960,26	359,00	798,91	0,0000	0,00	0.000
15	4,75	37,17	959,63	359,16	800,43	0,0000	0,00	0.000
15	4,99	37,17	959,02	359,32	801,92	0,0000	0,00	0.000
15	5,23	37,17	958,41	359,48	803,40	0,0000	0,00	0.000
15	5,47	37,17	957,81	359,63	804,86	0,0000	0,00	0.000
15	5,70	37,17	957,22	359,78	806,30	0,0000	0,00	0.000
15	5,94	37,17	956,64	359,94	807,73	0,0000	0,00	0.000
15	6,18	37,17	956,07	360,09	809,13	0,0000	0,00	0.000
15	6,42	37,17	955,50	360,24	810,51	0,0000	0,00	0.000
15	6,65	37,17	954,94	360,38	811,88	0,0000	0,00	0.000
15	6,89	37,17	954,38	360,52	813,22	0,0000	0,00	0.000
15	7,13	37,17	953,86	360,67	814,55	0,0000	0,00	0.000
15	7,37	37,17	953,31	360,80	815,85	0,0000	0,00	0.000
15	7,60	37,17	952,79	360,94	817,14	0,0000	0,00	0.000
15	7,84	37,17	952,28	361,08	818,41	0,0000	0,00	0.000
15	8,08	26,55	994,99	329,58	816,94	0,0000	0,00	0.000
15	8,32	26,55	996,36	329,27	814,01	0,0000	0,00	0.000
15	8,55	26,55	997,78	328,96	810,98	0,0000	0,00	0.000
15	8,79	26,55	999,26	328,64	807,84	0,0000	0,00	0.000
15	9,03	26,55	1000,77	328,29	804,60	0,0000	0,00	0.000
15	9,27	26,55	1002,36	327,94	801,24	0,0000	0,00	0.000
15	9,50	26,55	1003,99	327,58	797,78	0,0000	0,00	0.000
15	9,74	26,55	1005,67	327,21	794,22	0,0000	0,00	0.000
15	9,98	26,55	1007,41	326,83	790,55	0,0000	0,00	0.000
15	10,22	26,55	1009,18	326,42	786,77	0,0000	0,00	0.000
15	10,46	26,55	1011,03	326,02	782,88	0,0000	0,00	0.000
15	10,69	26,55	1012,92	325,60	778,89	0,0000	0,00	0.000
15	10,93	26,55	1014,87	325,17	774,79	0,0000	0,00	0.000
15	11,17	26,55	1016,86	324,73	770,58	0,0000	0,00	0.000
15	11,41	26,55	1018,93	324,28	766,27	0,0000	0,00	0.000
15	11,64	26,55	1021,04	323,82	761,85	0,0000	0,00	0.000
15	11,88	26,55	1023,21	323,35	757,32	0,0000	0,00	0.000
15	12,12	26,55	1025,42	322,85	752,69	0,0000	0,00	0.000
15	12,36	26,55	1027,71	322,36	747,95	0,0000	0,00	0.000
15	12,59	26,55	1030,04	321,86	743,10	0,0000	0,00	0.000
15	12,83	26,55	1032,43	321,33	738,14	0,0000	0,00	0.000
15	13,07	26,55	1034,87	320,80	733,08	0,0000	0,00	0.000
15	13,31	26,55	1037,39	320,27	727,92	0,0000	0,00	0.000
15	13,54	26,55	1039,94	319,71	722,64	0,0000	0,00	0.000
15	13,78	26,55	1042,55	319,15	717,26	0,0000	0,00	0.000
15	14,02	26,55	1045,23	318,58	711,77	0,0000	0,00	0.000
15	14,26	26,55	1047,97	317,99	706,18	0,0000	0,00	0.000
15	14,50	26,55	1050,76	317,39	700,48	0,0000	0,00	0.000
15	14,73	26,55	1053,61	316,79	694,67	0,0000	0,00	0.000
15	14,97	26,55	1056,53	316,17	688,75	0,0000	0,00	0.000
15	15,21	26,55	1059,49	315,54	682,73	0,0000	0,00	0.000
15	15,45	26,55	1062,52	314,89	676,60	0,0000	0,00	0.000
15	15,68	26,55	1065,61	314,24	670,37	0,0000	0,00	0.000
15	15,92	26,55	1068,75	313,57	664,03	0,0000	0,00	0.000
15	16,16	26,55	1071,96	312,90	657,58	0,0000	0,00	0.000
15	16,40	26,55	1075,23	312,21	651,02	0,0000	0,00	0.000
15	16,63	26,55	1078,58	311,52	644,36	0,0000	0,00	0.000
15	16,87	26,55	1081,97	310,81	637,59	0,0000	0,00	0.000
15	17,11	26,55	1085,44	310,09	630,71	0,0000	0,00	0.000
15	17,35	26,55	1088,95	309,36	623,73	0,0000	0,00	0.000
15	17,58	26,55	1092,54	308,61	616,64	0,0000	0,00	0.000
15	17,82	26,55	1096,19	307,86	609,44	0,0000	0,00	0.000
15	18,06	26,55	1099,90	307,10	602,14	0,0000	0,00	0.000
15	18,30	26,55	1103,67	306,31	594,73	0,0000	0,00	0.000
15	18,53	26,55	1107,52	305,53	587,22	0,0000	0,00	0.000
15	18,77	26,55	1111,44	304,74	579,59	0,0000	0,00	0.000
15	19,01	26,55	1115,41	303,92	571,86	0,0000	0,00	0.000
15	19,25	26,55	1119,45	303,10	564,02	0,0000	0,00	0.000
15	19,49	26,55	1123,56	302,27	556,08	0,0000	0,00	0.000
15	19,72	26,55	1127,74	301,43	548,03	0,0000	0,00	0.000
15	19,96	26,55	1131,99	300,58	539,87	0,0000	0,00	0.000
15	20,20	26,55	1136,30	299,71	531,61	0,0000	0,00	0.000
15	20,44	26,55	1140,68	298,84	523,24	0,0000	0,00	0.000
15	20,67	26,55	1145,14	297,95	514,76	0,0000	0,00	0.000
15	20,91	26,55	1149,65	297,05	506,18	0,0000	0,00	0.000
15	21,15	26,55	1154,25	296,14	497,49	0,0000	0,00	0.000
15	21,39	26,55	1158,90	295,21	488,69	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [cmq]	Ac [cmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
15	21,62	26,55	1163,64	294,28	479,78	0,0000	0,00	0.000
15	21,86	26,55	1168,45	293,34	470,77	0,0000	0,00	0.000
15	22,10	26,55	1173,33	292,39	461,65	0,0000	0,00	0.000
15	22,34	26,55	1178,28	291,42	452,43	0,0000	0,00	0.000
15	22,57	26,55	1183,31	290,45	443,10	0,0000	0,00	0.000
15	22,81	26,55	1188,40	289,45	433,66	0,0000	0,00	0.000
15	23,05	26,55	1193,58	288,46	424,11	0,0000	0,00	0.000
15	23,29	26,55	1198,83	287,44	414,46	0,0000	0,00	0.000
15	23,52	26,55	1204,15	286,42	404,70	0,0000	0,00	0.000
15	23,76	0,00	0,00	0,00	394,84	0,0023	1000,00	0.000

9. DIMENSIONAMENTO GIUNTI DI DILATAZIONE

Considerando la tipologia di vincoli strutturali previsti si osserva che in corrispondenza della spalla sinistra non risultano ammessi spostamenti relativi tra sottostruttura ed impalcato. L'impalcato risulta invece libero di scorrere longitudinalmente rispetto alla spalla destra.

Il massimo spostamento longitudinale associato alle condizioni sismiche, nell'ipotesi di spostamenti in controfase tra le due spalle, risulta essere pari a $8 \text{ mm} \times 2 = 16 \text{ mm}$.

La variazione massima stimata della lunghezza dell'impalcato per le dilatazioni termiche risulta pari a $\Delta L_{\text{impalcato}} = 40 \cdot 0.000012 \cdot 31500 = 15,12 \text{ [mm]}$ che amplificato per 1,5 risulta pari a 22,8 mm.

È prevista l'installazione di giunti in gomma armata tipo GPE (Giunti flessibili che consentono scorrimenti longitudinali e trasversali grazie alla deformazione tangenziale elastica di idonei elementi strutturali in elastomero).

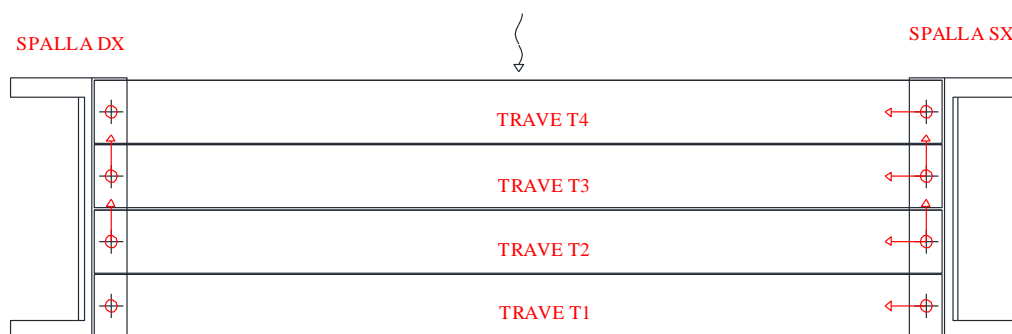
Tenuto conto delle calcolazioni sopra esposte, nonché delle effettive esigenze di realizzazione dell'impalcato, è stato previsto un giunto di dimensioni pari a 100 mm.

10. APPOGGI DA PONTE





10.1 CARATTERISTICHE APPOGGI PREVISTI

Il progetto prevede l'utilizzo di sistemi di appoggio a disco in elastomero armato di differente tipologia al fine di garantire i vincoli considerati nell'analisi.

La seguente immagine schematizza le tipologie di appoggio previsto.



LEGENDA VINCOLI

-  Appoggio tipo 1: (fisso) impediti spostamenti verticali, longitudinali e trasversali
-  Appoggio tipo 2: (unidirezionale trasversale) impediti spostamenti verticali e longitudinali
-  Appoggio tipo 3: (unidirezionale longitudinale) impediti spostamenti verticali e trasversali
-  Appoggio tipo 4: (multidirezionale) impediti spostamenti verticali

Schema di vincolo impalcato

Nella seguente tabella sono riassunte le caratteristiche minime in termini di capacità portante, spostamenti e rotazioni che gli appoggi selezionati dall'impresa esecutrice devono garantire.

Definizione	Simbolo [U.M.]	Appoggi tipo 1	Appoggi tipo 2	Appoggi tipo 3	Appoggi tipo 4
Tipologia di appoggio (Fisso, Unidir. Long., Unidir. Trasv., Multidirez.)		Fisso	Unidirez. trasversale	Unidirez. longitudinale	Multidirez.
Posizioni nella struttura		SPALLA SX	SPALLA SX	SPALLA DX	SPALLA DX
Quantità	[nr.]	2	2	2	2
Spostamento longitudinale massimo (se appoggio uni.long. o multidir.)	u_{long} [± mm]			23	23
Spostamento trasversale massimo (se appoggio uni.trasv. o multidir.)	u_{trasv} [± mm]		4.6		4.6
Pendenza longitudinale	p_{long} [%]	0	0	0	0
Pendenza trasversale	p_{trasv} [%]	0	0	0	0
Combinazione di carico SLE					
Forza verticale massima	N_{zd} [kN]	1236	1282	1236	1282

Forza orizzontale concomitante con N_{zd} (se l'appoggio non è Multidirezionale)	$V_d \text{ coex [kN]}$	150	111	96	
Forza orizzontale massima (se l'appoggio non è Multidirezionale)	$V_d \text{ [kN]}$	150	111	96	
Forza verticale permanente	$N_{Gd} \text{ [kN]}$	764	794	764	794
Forza verticale minima (segno - se trazione)	$N_{min} \text{ [kN]}$	764	794	764	794
Rotazione massima da azioni permanenti	$\alpha_1 [\pm \text{rad}]$	0.006	0.006	0.006	0.006
Rotazione massima da azioni variabili	$\alpha_2 [\pm \text{rad}]$	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
Combinazione di carico SLU					
Forza verticale massima	$N_{zd} \text{ [kN]}$	1682	1753	1682	1753
Forza orizzontale massima (se l'appoggio non è Multidirezionale)	$V_d \text{ [kN]}$	210	150	145	
Forza verticale concomitante con V_d^*	$N_{zd} \text{ coex [kN]}$	1682	1753	1682	1753
Forza verticale minima (segno - se trazione)	$N_{min} \text{ [kN]}$	1050	1089	1050	1089
Rotazione massima da azioni permanenti	$\alpha_1 [\pm \text{rad}]$	0.0082	0.0082	0.0082	0.0082
Rotazione massima da azioni variabili	$\alpha_2 [\pm \text{rad}]$	0.0026	0.0026	0.0026	0.0026
Combinazione di carico Verticale + Sisma					
Forza verticale massima	$N_{zd} \text{ [kN]}$	966	994	966	994
Forza orizzontale massima (se l'appoggio non è Multidirezionale)	$V_d \text{ [kN]}$	300	300	210	
Forza verticale concomitante con V_d	$N_{zd} \text{ coex [kN]}$	966	994	966	994
Forza verticale minima (segno - se trazione)	$N_{min} \text{ [kN]}$	662	687	662	687

Gli appoggi dovranno essere selezionati prima della produzione delle travi prefabbricate così da poter inglobare nel getto eventuali staffe di ancoraggio.

Gli appoggi selezionati dovranno essere oggetto di approvazione da parte della Direzione Lavori.

10.2 SOLLEVAMENTO IMPALCATO PER SOSTITUZIONE DEGLI APPOGGI

Si prevede l'esecuzione dell'attività di sostituzione degli appoggi in condizione di ponte chiuso al traffico.

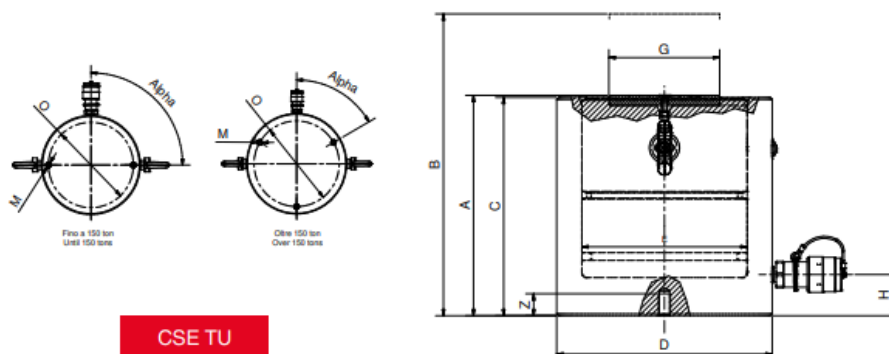
Per la sostituzione degli appoggi è previsto l'utilizzo di n. 4 martinetti in contemporanea posizionati tra le travi 1-2 e le travi 3-4.

La seguente tabella riassume le masse complessive dell'impalcato:

Peso totale travi [daN]	267790
Peso totale traversi [daN]	13078
Peso totale soletta [daN]	184443
Peso totale cordoli [daN]	51672
Peso totale pavimentazione [daN]	61583
Peso totale baraccature [daN]	38872
totale [daN]	617438

Considerando un coefficiente amplificativo di sicurezza pari a 1,5, risulta per ogni punto di spinta un carico pari a 231540 daN (237 t.).

Facendo riferimento a catalogo commerciale della società F.P.T., fornitore di cilindri idraulici specifici per il sollevamento dell'impalcato risulta possibile definire l'ingombro dei martinetti necessari.



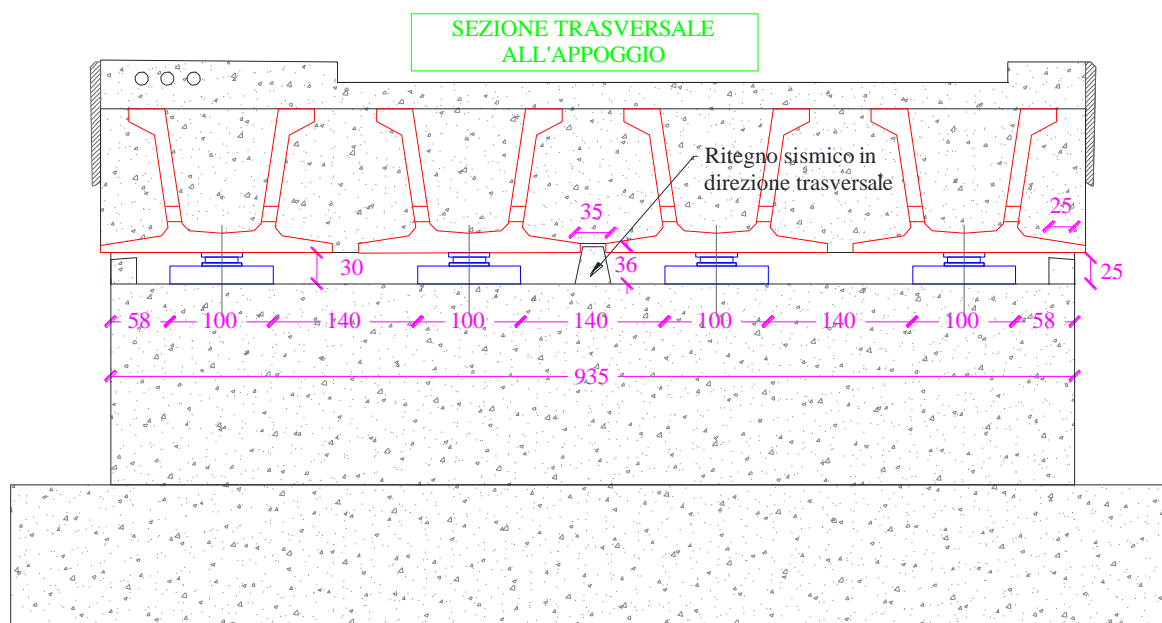
CAP/Forza	CORSA	MODELLO	SEZIONE	VOLUME	MASSA	DIMENSIONI (mm)										
ton (kN)	mm		cm ²	cm ³	kg	A	B	C	D	E	G	H	M	O	Z	Alpha
50 /549,78	50	CSE50/50-TU	78,5	392,7	14,3	139	189	137	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
	100	CSE50/100-TU	78,5	785,4	19,3	189	289	187	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
	150	CSE50/150-TU	78,5	1178,1	24,8	239	389	237	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
	200	CSE50/200-TU	78,5	1570,8	29,8	289	489	287	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
	250	CSE50/250-TU	78,5	1963,5	35,3	339	589	337	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
	300	CSE50/300-TU	78,5	2356,2	40,3	389	689	387	130	100	72	24	M8x1,25	105	10	90
100 /1001,97	50	CSE100/50-TU	143,1	715,7	29	154	204	152	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
	100	CSE100/100-TU	143,1	1431,4	38,5	204	304	202	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
	150	CSE100/150-TU	143,1	2147,1	47,7	254	404	252	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
	200	CSE100/200-TU	143,1	2862,8	57,3	304	504	302	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
	250	CSE100/250-TU	143,1	3578,5	66,9	354	604	352	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
	300	CSE100/300-TU	143,1	4294,2	76,4	404	704	402	175	135	92	33	M12x1,75	150	22	90
150 /1496,77	50	CSE150/50-TU	213,8	1069,1	48	169	219	167	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
	100	CSE150/100-TU	213,8	2138,2	62,1	219	319	217	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
	150	CSE150/150-TU	213,8	3207,4	76,3	269	419	267	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
	200	CSE150/200-TU	213,8	4276,5	90,9	319	519	317	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
	250	CSE150/250-TU	213,8	5345,6	105	369	619	367	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
	300	CSE150/300-TU	213,8	6414,7	119,6	419	719	417	215	165	110	41	M12x1,75	185	22	90
200 /1984,70	50	CSE200/50-TU	283,5	1417,6	68,5	193	243	191	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
	100	CSE200/100-TU	283,5	2835,3	88,2	243	343	241	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
	150	CSE200/150-TU	283,5	4252,9	107,3	293	443	291	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
	200	CSE200/200-TU	283,5	5670,6	127	343	543	341	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
	250	CSE200/250-TU	283,5	7088,2	146,2	393	643	391	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
	300	CSE200/300-TU	283,5	8505,9	165,8	443	743	441	250	190	138	47	M12x1,75	215	22	60
250 /2541,35	50	CSE250/50-TU	363,0	1815,3	94,5	197	247	195	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60
	100	CSE250/100-TU	363,0	3630,5	119,2	247	347	245	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60
	150	CSE250/150-TU	363,0	5445,8	143,4	297	447	295	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60
	200	CSE250/200-TU	363,0	7261,0	167,6	347	547	345	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60
	250	CSE250/250-TU	363,0	9076,3	192,2	397	647	395	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60
	300	CSE250/300-TU	363,0	10891,5	216,4	447	747	445	280	215	148	53	M12x1,75	245	22	60

Considerando martinetti con corsa di 100 mm, l'altezza del martinetto (nella condizione di pistone rientrato) risulta essere 247 mm. Pertanto, l'altezza prevista tra estradosso spalla e intradosso dell'impalcato (pari a 300 mm) risulta sufficiente per l'installazione del pistone oltre che di n.2 piastre di redistribuzione di altezza 20 mm.

11. RITEGNI SISMICI

Come descritto nei precedenti capitoli, gli appoggi previsti sono in grado di trasmettere alle sottostrutture le azioni orizzontali da sisma sia in direzione longitudinale che trasversale.

A favore di sicurezza sono comunque state previste per ogni spalla la presenza di ritegni sismici in direzione trasversale.



Sezione trasversale

Il ritegno è stato dimensionato per farsi carico della totalità del carico sismico trasmesso dall'impalcato alla spalla ovvero pari a 412 kN.

Considerando tale carico orizzontale trasmesso al ritegno ad un'altezza di 0.33 m dall'estradosso della spalla, risultano le seguenti azioni sollecitanti alla base del ritegno:

$$V_{ed} = 412 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 412 \text{ kN} \times 0.33 \text{ m} = 136 \text{ kNm}$$

11.1 VERIFICA SEZIONE ORIZZONTALE

SEZIONE: ORIZZONTALE
ELEMENTO: RITEGNO SISMICO

Armature orizzontale

Armatura tesa ϕ 12 passo 100 mm
Armatura compressa ϕ 12 passo 100 mm

Geometria

B = 1300 mm
H_{BASE} = 350 mm
ricoprimento = 40 mm
diametro barre = 12 mm
d = 298 mm

La seguente scheda mostra la verifica a flessione.

Titolo :

N° figure elementari **Zoom** **N° strati barre** **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	130	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	14,70	4
2	14,70	26

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.
☐ DXF

Sollecitazioni
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
☒ B450C ☐ C32/40
 ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200 000 N/mm² f_{cd} 17,7 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

M-curvatura

☐ Precompresso

Calcoli:
 M_{xRd} 143,4 kN m
 σ_c -17,7 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 21,53 ‰
d 26 cm
x 3,636 x/d 0,1399
 δ 0,7

Il momento resistente risulta maggiore rispetto al momento sollecitante pertanto la verifica risulta rispettata.

11.2 VERIFICA A TAGLIO

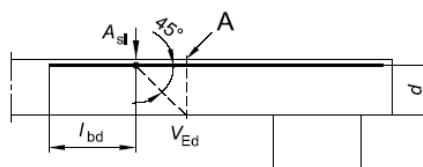
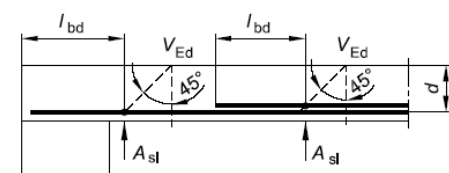
La seguente scheda riporta la verifica per il solo cls resistente.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	412	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		SI	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.98	[-]
		1.98	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0053856	[-]
		0.0053856	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	167.20	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	150.13	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	167.20	[kN]

Risulta necessaria armatura aggiuntiva a taglio.

È previsto l'inserimento di una doppia orditura di ferri $\phi 12/10$ così da costituire un rinforzo a taglio.

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	12	[-]
Passo delle staffe	s	150	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	1357	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	189	[mm]
Cotangente di θ	$\cot\theta$	1.00	[-]
		1.00	[-]
Cotangente di α	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di α	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	V_{Rsd}	669.14	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	8.85	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	V_{Rcd}	1087.63	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	2647.15	[mm ²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	V_{Rd}	669.14	[kN]

La verifica risulta rispettata

12. RIEPILOGO VERIFICHE SIGNIFICATIVE

Si riporta di seguito un riassunto delle principali verifiche degli elementi strutturali.

12.1 VERIFICA IMPALCATO

Si riporta per ogni elemento strutturale le verifiche risultate dimensionanti

a) TRAVE PIÙ SOLLECITATA: TRAVE 1

Prima fase - al getto soletta

Sez 0

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 73250.41 < 219847.20 \text{ daN}$ VERIFICATO

Sez. mezzeria

Verifica a flessione

$M_{d,max} = 55487182.65 < 95118636.14 \text{ daN}\cdot\text{cm}$ $K_r=1.714$ VERIFICATO

Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

Sez 0

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 167507.13 < 239265.42 \text{ daN}$ VERIFICATO

Verifica a torsione

$T_{Ed,max} = 1712447.65 < 2446042.29 \text{ daN}$ VERIFICATO

Verifica a taglio/torsione

$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = 0.704$ VERIFICATO

Sezione mezzeria (1515.0)

Verifica a flessione

$M_{d,max} = 126257353.09 < 142632173.93 \text{ daN}\cdot\text{cm}$ $K_r=1.130$ VERIFICATO

Deformazioni massime impalcato (Combinazione SLE rara - frecce totali di 2a fase)

Trave	F max [cm]	F min [cm]
1	-0.8068	-2.7069
2	-0.8034	-2.5798
3	-0.8377	-2.2252
4	-0.9003	-1.9119

VERIFICATO

b) SOLETTA

Verifica a flessione

$$M_{x,max} = -496566 < -649561 \text{ daN}\cdot\text{cm} \quad \text{coeff. sic.} = 1.31 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

$$M_{x,min} = 372932 < 542668 \text{ daN}\cdot\text{cm} \quad \text{coeff. sic.} = 1.46 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

c) TRAVERSO

Verifica a flessione

$$M_{d,max} = 325 < 736 \text{ kNm} \quad \text{coeff. sic.} = 2.26 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

d) CORDOLO

Verifica a taglio

$$V_{Ed,max} = 10000 < 26900 \text{ daN} \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Verifica a torsione

$$T_{Ed,max} = 100 \text{ kNm} < 172 \text{ kNm} \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Verifica a taglio/torsione

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = 0.95 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Verifica a flessione

$$M_{d,max} = 100 < 130,10 \text{ kNm} \quad \text{coeff. sic.} = 1.30 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

e) VELETTA

Verifica a flessione

$$M_{d,max} = 0.6 < 3,79 \text{ kNm/m} \quad \text{coeff. sic.} = 6.30 \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

12.2 VERIFICA SOTTOSTRUTTURA

Si riporta per ogni elemento strutturale le verifiche risultate dimensionanti

a) PLATEA

Verifica a taglio

$$V_{Ed,max} = 950 < 1059 \text{ kN/m} \quad \underline{\text{VERIFICATO}}$$

Verifica a flessione

$M_{v,max} = 930,7 < 1075 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=1.15 VERIFICATO

$M_{o,max} = 160 < 941 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=5.88 VERIFICATO

b) PARETE PRINCIPALI

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 1142 < 1262 \text{ kN/m}$ VERIFICATO

Verifica a pressoflessione

$M_{v,max} = 284 < 454 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=1.59 VERIFICATO

$M_{o,max} = 765 < 1858 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=2.42 VERIFICATO

c) PARATE PARAGHIAIA

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 508 < 543 \text{ kN/m}$ VERIFICATO

Verifica a pressoflessione

$M_{v,max} = 113 < 163 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=1.44 VERIFICATO

$M_{o,max} = 252 < 281 \text{ kNm/m}$ coeff. sic.=1.11 VERIFICATO

d) BAGGIOLO

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 300 < 331 \text{ kN}$ VERIFICATO

Verifica a pressoflessione

$M_{max} = 90 < 336 \text{ kNm}$ coeff. sic.=3.73 VERIFICATO

e) RITEGNI SISMICI

Verifica a taglio

$V_{Ed,max} = 412 < 669 \text{ kN}$ VERIFICATO

Verifica a pressoflessione

$M_{max} = 136 < 143 \text{ kNm}$ coeff. sic.=1.05 VERIFICATO

f) PALI DI FONDAZIONE

Portata verticale

Sollecitazione verticale massima agli SLU → 1440kN

Capacità portante del palo considerando l'effetto di gruppo → 1643kN VERIFICATO

Portata trasversale

Sollecitazione trasversale massima agli SLU → 249kN

Capacità portante del palo considerando l'effetto di gruppo → 340,84kN VERIFICATO

Verifica a Presso Flessione

Combinazione dei carichi più sfavorevole Med=652kNm e Ned=1153kN VERIFICATO

Verifica a Taglio

Taglio sollecitante massimo agli SLU → 249kN VERIFICATO

Verifica a fessurazione

Apertura massima fessure 0.12 mm <0.2 mm VERIFICATO