

LAVORI DI COLLEGAMENTO TRA LA S.S.11 A MAGENTA E LA TANGENZIALE OVEST DI MILANO

VARIANTE DI ABBIATEGRASSO E ADEGUAMENTO IN SEDE DEL TRATTO ABBIATEGRASSO-VIGEVANO FINO AL PONTE SUL FIUME TICINO

1° STRALCIO DA MAGENTA A VIGEVANO - TRATTA C

PROGETTO ESECUTIVO - COD. MI608

 <p>STUDIO CORONA</p>	 <p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p> <p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	 <p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	 <p>Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
	<p>Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)</p>	 <p>Società designata: GA&M</p> <p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p> <p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	<p>ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Via Imperatore Traiano n. 2 - 20124 Bari</p> <p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p>  <p>Dott. Ing. Giuseppe Danilo MALGERI</p>	<p>INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p>  <p>Ing. Fabrizio BAJETTI</p>	<p>GEOLOGO</p>  <p>Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI</p>	<p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p>  <p>Ing. Gianluca CICIRIELLO</p>	

HM03

H - PROGETTO STRUTTURALE OPERE PRINCIPALI
HM - VI02 - VIADOTTO N.02 - SVINCOLO 10
RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.</p> <p>LO203 E 2301</p>		<p>NOME FILE</p> <p>HM03-P00VI02STRRE03_A.dwg</p>		<p>REVISIONE</p> <p>A</p>	<p>SCALA:</p> <p>-----</p>
<p>CODICE ELAB.</p> <p>P00VI02STRRE03</p>					
C					
B					
A	EMISSIONE	Ottobre 2023	ARCH. SOHEILA NEGARESTANI	ING. GAETANO RANIERI	ING. FABRIZIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA.....	8
3	UNITA' DI MISURA	8
4	MATERIALI	9
4.1	Calcestruzzi	9
4.1.1	Calcestruzzo per opere di sottofondazione	9
4.1.2	Calcestruzzo per pali di fondazione (UNI 11104-2016)	9
4.1.3	Calcestruzzo per zattere di fondazione (UNI 11104-2016).....	9
4.1.4	Calcestruzzo per elevazioni (UNI 11104-2016).....	10
4.2	Acciai.....	10
4.2.1	Acciaio per armatura lenta	10
4.3	Calcolo dei copriferri minimi	11
4.3.1	Pali di fondazione	11
4.3.2	Zattere di fondazione	12
4.3.3	Elevazioni	13
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	14
5.1	Definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di calcolo	14
5.2	Approccio di calcolo	15
6	ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	16
6.1	Identificazione della località e dei parametri sismici generali.....	16
6.2	Definizione della strategia progettuale	17
6.3	Parametri di calcolo	18
6.3.1	Parametri numerici sismici	18
6.3.2	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	19
6.3.3	Categoria dei terreni di fondazione e categoria topografica	19
6.3.4	Fattori di struttura.....	19
6.4	Definizione dello spettro di progetto elastico per lo SLV.....	20
6.5	Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLV	23
6.6	Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLC.....	24
7	ANALISI DEI CARICHI.....	25
7.1	Peso proprio delle strutture in cemento armato.....	25
7.2	Peso proprio delle strutture metalliche	25
7.3	Peso proprio delle lastre prefabbricate tralicciate in cemento armato.....	25
7.4	Peso proprio della soletta in cemento armato	25
7.5	Peso proprio della pavimentazione stradale.....	25
7.6	Peso proprio dei cordoli laterali in cemento armato.....	25
7.7	Peso proprio delle barriere guard - rail.....	26
7.8	Peso proprio delle velette laterali prefabbricate in cemento armato	26
7.9	Azione del ritiro sulla soletta	26
7.10	Carichi accidentali	27
7.10.1	Carichi viaggianti da traffico	27
7.10.2	Carico accidentale folla.....	32
7.10.3	Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)	32
7.10.4	Azione termica longitudinale	32
7.10.5	Azione termica differenziale	32
7.11	Azione trasversale del vento	42

7.12	Azione sismica	43
7.12.1	Azione inerziale delle masse.....	43
8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
8.1	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni quasi- permanenti	44
8.2	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni frequenti.....	44
8.3	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni caratteristiche.....	44
8.4	Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo statiche.....	45
8.5	Combinazione di carico sismiche.....	46
8.6	Definizione dei carichi elementari e dei coefficienti di partecipazione.....	46
9	MODELLO DI CALCOLO	47
9.1	Validazione e taratura dei dati di predimensionamento del sistema di isolamento	50
10	SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLO SPICCATO DELLE ELEVAZIONI.....	51
10.1	Elevazione sinistra	51
10.2	Elevazione destra.....	53
11	SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLE ELEVAZIONI.....	55
11.1	Sezione e armatura di verifica	55
11.2	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	55
11.2.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente.....	55
11.2.2	Combinazione SLE – Frequente	56
11.2.3	Combinazione SLE – RARA	57
11.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	57
11.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione	58
11.4.1	Combinazione SLU – STR.....	58
11.4.2	Combinazione SLV	59
11.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	60
11.5.1	Direzione longitudinale.....	60
11.5.2	Direzione trasversale	61
12	SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLA TRAVATA POSTERIORE	62
12.1	Definizione del modello di calcolo e dei carichi agenti	62
12.2	Diagrammi delle azioni sollecitanti.....	70
12.2.1	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanente	70
12.2.2	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Frequente.....	71
12.2.3	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristica.....	72
12.2.4	Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR	73
13	SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVATA POSTERIORE.....	74
13.1	Definizioni delle sezioni di verifica	74
13.2	Riepilogo delle azioni sollecitanti sulle sezioni di verifica	74
13.3	Sezione A-A - Sezione ed armatura di verifica	75
13.4	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	75
13.4.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	75
13.4.2	Combinazione SLE - Frequente.....	76
13.4.3	Combinazione SLE - Caratteristica	77
13.5	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	78
13.5.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente.....	78
13.5.2	Combinazione SLE – Frequente	79

13.6	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	80
13.7	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	81
13.8	Sezione B-B - Sezione ed armatura di verifica	82
13.9	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	82
13.9.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	82
13.9.2	Combinazione SLE - Frequente.....	83
13.9.3	Combinazione SLE - Caratteristica	84
13.10	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	85
13.10.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente	85
13.10.2	Combinazione SLE – Frequente.....	86
13.11	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	87
13.12	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	88
13.13	Sezione C-C - Sezione ed armatura di verifica	89
13.14	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.....	89
13.14.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	89
13.14.2	Combinazione SLE - Frequente	90
13.14.3	Combinazione SLE - Caratteristica.....	91
13.15	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite di fessurazione	92
13.15.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente	92
13.15.2	Combinazione SLE – Frequente.....	93
13.16	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	94
14	SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE..	95
14.1	Azioni sollecitanti desunte dal modello di calcolo	95
14.1.1	Zattera sinistra	95
14.1.2	Zattera destra	107
14.1.3	Riepilogo delle azioni sollecitanti desunte dal modello di calcolo	119
14.2	Azioni sollecitanti sul singolo palo connesse alla deformabilità orizzontale del terreno 120	
14.2.1	Valutazione della costante di reazione orizzontale del terreno	120
14.2.2	Zattera sinistra.....	122
14.2.3	Zattera destra	127
14.2.4	Riepilogo delle azioni sollecitanti di verifica.....	132
15	SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE	133
15.1	Sezione ed armatura di verifica	133
15.2	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	133
15.2.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente - N_{max}	133
15.2.2	Combinazione SLE - Quasi Permanente – N_{min}	134
15.2.3	Combinazione SLE - Frequente - N_{max}	135
15.2.4	Combinazione SLE - Frequente – N_{min}	136
15.2.5	Combinazione SLE - Caratteristica - N_{max}	137
15.2.6	Combinazione SLE - Caratteristica – N_{min}	138
15.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	139
15.3.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente - N_{max}	139
15.3.2	Combinazione SLE – Quasi Permanente – N_{min}	140
15.3.3	Combinazione SLE – Frequente - N_{max}	141
15.3.4	Combinazione SLE – Frequente - N_{min}	142
15.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione	143
15.4.1	Condizione statica SLU - STR - N_{max}	143

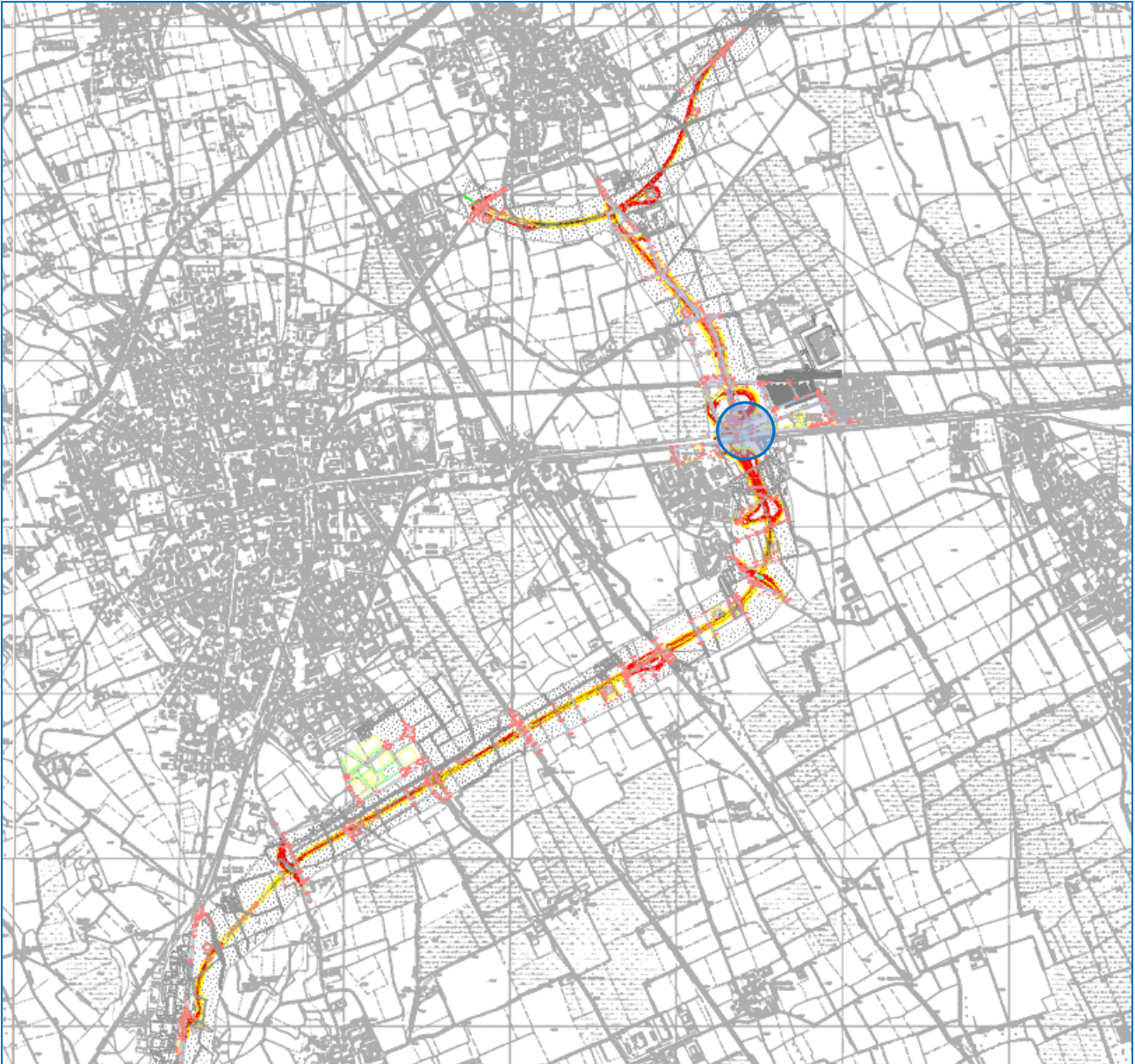
15.4.2	Condizione statica SLU - STR – N_{min}	144
15.4.3	Condizione sismica SLV - N_{max}	145
15.4.4	Condizione sismica SLV – N_{min}	146
15.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	147
16	SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLE ZATTERE DI FONDAZIONE	148
16.1	Zattera di fondazione – Verifiche strutturali.....	148
17	SPALLA A – VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE	150
17.1	Formulazioni adottate per la verifica del carico limite ultimo	150
17.1.1	Palo in terreno coesivo saturo.....	150
17.1.2	Palo in terreno incoerente.....	151
17.2	Valutazione del coefficiente di capacità portante alla punta N_q	152
17.3	Verifiche di portanza verticale (carico limite ultimo) e laterale del palo	153
17.4	Valutazione dell'efficienza dei pali in gruppo	160
17.5	Validazione manuale dei risultati del software	161
17.6	Calcolo dei cedimenti verticali allo Stato Limite di Esercizio – Combinazione caratteristica.....	162
18	SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLO SPICCATO DELLE ELEVAZIONI.....	165
18.1	Elevazione sinistra	165
18.2	Elevazione destra.....	167
19	SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLE ELEVAZIONI.....	169
19.1	Sezione e armatura di verifica	169
19.2	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	169
19.2.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente.....	169
19.2.2	Combinazione SLE – Frequente	170
19.2.3	Combinazione SLE – RARA	171
19.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	171
19.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione	172
19.4.1	Combinazione SLU – STR.....	172
19.4.2	Combinazione SLV	173
19.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	174
19.5.1	Direzione longitudinale.....	174
19.5.2	Direzione trasversale	175
20	SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLA TRAVATA POSTERIORE	176
20.1	Definizione del modello di calcolo e dei carichi agenti	176
20.2	Diagrammi delle azioni sollecitanti.....	184
20.2.1	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanente	184
20.2.2	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Frequente.....	185
20.2.3	Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristica	186
20.2.4	Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR	187
21	SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVATA POSTERIORE.....	188
21.1	Definizioni delle sezioni di verifica	188
21.2	Riepilogo delle azioni sollecitanti sulle sezioni di verifica	188
21.3	Sezione A-A - Sezione ed armatura di verifica	189
21.4	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	189
21.4.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	189

21.4.2	Combinazione SLE - Frequente.....	190
21.4.3	Combinazione SLE - Caratteristica	191
21.5	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	192
21.5.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente.....	192
21.5.2	Combinazione SLE – Frequente	193
21.6	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	194
21.7	Sezione A-A - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	195
21.8	Sezione B-B - Sezione ed armatura di verifica	196
21.9	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	196
21.9.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	196
21.9.2	Combinazione SLE - Frequente.....	197
21.9.3	Combinazione SLE - Caratteristica	198
21.10	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite di fessurazione.....	199
21.10.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente	199
21.10.2	Combinazione SLE – Frequente.....	200
21.11	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	201
21.12	Sezione B-B - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio.....	202
21.13	Sezione C-C - Sezione ed armatura di verifica	203
21.14	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni.....	203
21.14.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente	203
21.14.2	Combinazione SLE - Frequente	204
21.14.3	Combinazione SLE - Caratteristica.....	205
21.15	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite di fessurazione	206
21.15.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente	206
21.15.2	Combinazione SLE – Frequente.....	207
21.16	Sezione C-C - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	208
22	SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE	209
22.1	Azioni sollecitanti desunte dal modello di calcolo	209
22.1.1	Zattera sinistra	209
22.1.2	Zattera destra	221
22.1.3	Riepilogo delle azioni sollecitanti desunte dal modello di calcolo	233
22.2	Azioni sollecitanti sul singolo palo connesse alla deformabilità orizzontale del terreno	234
22.2.1	Valutazione della costante di reazione orizzontale del terreno	234
22.2.2	Zattera sinistra	236
22.2.3	Zattera destra	241
22.2.4	Riepilogo delle azioni sollecitanti di verifica.....	246
23	SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE	247
23.1	Sezione ed armatura di verifica	247
23.2	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	247
23.2.1	Combinazione SLE - Quasi Permanente - N_{max}	247
23.2.2	Combinazione SLE - Quasi Permanente – N_{min}	248
23.2.3	Combinazione SLE - Frequente - N_{max}	249
23.2.4	Combinazione SLE - Frequente – N_{min}	250
23.2.5	Combinazione SLE - Caratteristica - N_{max}	251
23.2.6	Combinazione SLE - Caratteristica – N_{min}	252
23.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	253
23.3.1	Combinazione SLE – Quasi Permanente - N_{max}	253

23.3.2	Combinazione SLE – Quasi Permanente – N_{min}	254
23.3.3	Combinazione SLE – Frequente - N_{max}	255
23.3.4	Combinazione SLE – Frequente - N_{min}	256
23.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione	257
23.4.1	Condizione statica SLU - STR - N_{max}	257
23.4.2	Condizione statica SLU - STR – N_{min}	258
23.4.3	Condizione sismica SLV - N_{max}	259
23.4.4	Condizione sismica SLV – N_{min}	260
23.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	261
24	SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLE ZATTERE DI FONDAZIONE	262
24.1	Zattera di fondazione – Verifiche strutturali.....	262
25	SPALLA B – VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE	264
25.1	Formulazioni adottate per la verifica del carico limite ultimo	264
25.1.1	Palo in terreno coesivo saturo.....	264
25.1.2	Palo in terreno incoerente.....	265
25.2	Valutazione del coefficiente di capacità portante alla punta N_q	266
25.3	Verifiche di portanza verticale (carico limite ultimo) e laterale del palo	267
25.4	Valutazione dell'efficienza dei pali in gruppo	274
25.5	Validazione manuale dei risultati del software	275
25.6	Calcolo dei cedimenti verticali allo Stato Limite di Esercizio – Combinazione caratteristica.....	276
26	VERIFICHE STRUTTURALI DEI BAGGIOLI DI APPOGGIO E DEI RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	279
26.1	Valutazione delle azioni sollecitanti sugli appoggi	279
26.2	Baggioli di appoggio	281
26.2.1	Verifica a punzonamento	281
26.2.2	Verifica nei confronti delle azioni orizzontali.....	282
26.3	Ritegni sismici trasversali	283
26.3.1	Verifica nei confronti delle azioni orizzontali.....	283

1 PREMESSA

La presente relazione riporta il dimensionamento e le verifiche strutturali delle sottostrutture del viadotto VI-02 nell'ambito della Tratta "C" del "Collegamento tra la S.S. 11 "Padana Superiore" a Magenta e la Tangenziale ovest di Milano, con variante di Abbiategrasso e adeguamento in sede del tratto del Tratto Abbiategrasso-Vigevano fino al ponte sul fiume Ticino".



2 NORMATIVA

Nella redazione dei calcoli statici ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa vigente; in particolare:

- **Legge n°1086 del 05/11/1971** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”
- **Legge n°64 del 02/02/1974** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- **Decreto Ministeriale 17/01/2018** “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- **Circolare Min. 21/01/2019, n°7** “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018”
- **UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 2)** → Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- **UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali
- **UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti
- **UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- **UNI EN 206-1:2006** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità
- **UNI 11104** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 2016-1

3 UNITA' DI MISURA

Nei calcoli è stato fatto uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: kN/m^2 , kN/m , kN
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: N/mm^2
- per le accelerazioni: m/sec^2

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZI

4.1.1 CALCESTRUZZO PER OPERE DI SOTTOFONDAZIONE

Per le opere di sottofondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

Tale calcestruzzo non ha valenza strutturale e quindi non se ne riportano le caratteristiche meccaniche.

4.1.2 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per i pali di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C25/30	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	32,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2,56	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,79	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,19	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	31.220,19	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	30.440,77	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **60 mm**

4.1.3 CALCESTRUZZO PER ZATTERE DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per le zattere di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.1.4 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI (UNI 11104-2016)

Per le elevazioni è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XF2**
- Classe di consistenza: **S6**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.2 ACCIAI

4.2.1 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

Per le armature lente è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k}$ = 540,00 N/mm² (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k}$ = 450,00 N/mm² (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$ = 391,30 N/mm² (resistenza di calcolo – $\gamma_s=1,15$)
- E_s = 210.000,00 N/mm² (modulo elastico istantaneo)

4.3 CALCOLO DEI COPRIFERRI MINIMI

Ai sensi delle prescrizioni di cui alla normativa vigente e con riferimento alla procedura di calcolo prevista dalla Circolare Applicativa (riferita alla normativa del 2008 ma a tutt'oggi valida) si riporta di seguito il calcolo del copriferro minimo inteso come ricoprimento delle barre.

4.3.1 PALI DI FONDAZIONE

	CODICE FILE	MAT-02
	OGGETTO:	CALCOLO COPRIFERRO

Definizione della condizioni ambientali (TABELLA 4.1.IV - Descrizione delle condizioni ambientali)		
Condizioni ambientali	Classe di esposizione	Classe di esposizione di progetto
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1	XC2
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3	Condizioni ambientali di progetto
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	Ordinario

Definizione della classi di resistenza rispetto alla Tabelle C4.1.IV		
Classe minima Cmin	Classe di resistenza del calcestruzzo	Classe di resistenza del calcestruzzo
C25/30	Barre da c.a. altri elemen	C25/30
Classe C0	Vita Nominale dell'opera	Produzioni sottoposte a controllo qualità
C45/55	50 Anni	NO

Determinazione del copriferro minimo (Tab. C4.1.IV)	
Copriferro minimo ai sensi della tabella e delle precisazioni di cui al capitolo C4.1.6.1.3 della Circolare Applicativa	25 mm
Tolleranza costruttiva	5 mm
COPRIFERRO MINIMO DI PROGETTO	30 mm

4.3.2 ZATTERE DI FONDAZIONE

	CODICE FILE	MAT-02
	OGGETTO:	CALCOLO COPRIFERRO

Definizione della condizioni ambientali (TABELLA 4.1.IV - Descrizione delle condizioni ambientali)		
Condizioni ambientali	Classe di esposizione	Classe di esposizione di progetto
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1	XC2
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3	Condizioni ambientali di progetto
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	Ordinario

Definizione della classi di resistenza rispetto alla Tabelle C4.1.IV		
Classe minima Cmin	Classe di resistenza del calcestruzzo	Classe di resistenza del calcestruzzo
C25/30	Barre da c.a. elementi a p	C32/40
Classe C0	Vita Nominale dell'opera	Produzioni sottoposte a controllo qualità
C45/55	50 Anni	NO

Determinazione del copriferro minimo (Tab. C4.1.IV)	
Copriferro minimo ai sensi della tabella e delle precisazioni di cui al capitolo C4.1.6.1.3 della Circolare Applicativa	20 mm
Tolleranza costruttiva	5 mm
COPRIFERRO MINIMO DI PROGETTO	25 mm

4.3.3 ELEVAZIONI

	CODICE FILE	MAT-02
	OGGETTO:	CALCOLO COPRIFERRO

Definizione della condizioni ambientali (TABELLA 4.1.IV - Descrizione delle condizioni ambientali)		
Condizioni ambientali	Classe di esposizione	Classe di esposizione di progetto
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1	XF2
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3	Condizioni ambientali di progetto
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	Aggressivo

Definizione della classi di resistenza rispetto alla Tabelle C4.1.IV		
Classe minima Cmin	Classe di resistenza del calcestruzzo	Classe di resistenza del calcestruzzo
C28/35	Barre da c.a. elementi a p	C32/40
Classe C0	Vita Nominale dell'opera	Produzioni sottoposte a controllo qualità
C45/55	50 Anni	NO

Determinazione del copriferro minimo (Tab. C4.1.IV)	
Copriferro minimo ai sensi della tabella e delle precisazioni di cui al capitolo C4.1.6.1.3 della Circolare Applicativa	30 mm
Tolleranza costruttiva	5 mm
COPRIFERRO MINIMO DI PROGETTO	35 mm

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

5.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA E DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

In relazione a quanto riportato all'interno della relazione geologica e geotecnica per la verifica geotecnica dei pali di fondazione delle spalle e delle pile si farà riferimento alla seguente stratigrafia:

- **Strato 1** – Unità litotecnica **G3** (da p.c. a quota -0,70 m da p.c.)
 - Peso specifico: $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 8,50 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito interno: $\varphi = 30,90^\circ$
 - Coesione drenata: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 - Densità relativa: $D_r = 49,60\%$
 - Modulo elastico: $E = 22,30 \text{ N/mm}^2$
- **Strato 2** – Unità litotecnica **L5** (da quota -0,70 a quota -2,20 m da p.c.)
 - Peso specifico: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 9,00 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione non drenata: $c_u = 26,60 \text{ kN/m}^2$
- **Strato 3** – Unità litotecnica **G3** (da quota -2,20 a quota -9,85 m da p.c.)
 - Peso specifico: $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 8,50 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito interno: $\varphi = 30,90^\circ$
 - Coesione drenata: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 - Densità relativa: $D_r = 49,60\%$
 - Modulo elastico: $E = 22,30 \text{ N/mm}^2$
- **Strato 4** – Unità litotecnica **S1** (quota > -9,85 m da p.c.)
 - Peso specifico: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 9,00 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito interno: $\varphi = 31,70^\circ$
 - Coesione drenata: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 - Densità relativa: $D_r = 50,00\%$
 - Modulo elastico: $E = 21,70 \text{ N/mm}^2$

La falda è posta a quota – **1,00 m** di profondità dal piano di campagna.

Poiché il piano di posa delle zattere di fondazione è disposto a una quota massima pari a **-2,80 m** da p.c. (**1,00 m** di ricoprimento superiore + **1,80 m** di spessore delle zattere), la stratigrafia considerata per le verifiche geotecniche e strutturali è la seguente:

- **Strato 3** – Unità litotecnica **G3** (da quota 0,00 a quota -7,05 m da piano di posa delle zattere)
 - Peso specifico: $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 8,50 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito interno: $\varphi = 30,90^\circ$
 - Coesione drenata: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 - Densità relativa: $D_r = 49,60\%$
 - Modulo elastico: $E = 22,30 \text{ N/mm}^2$

- **Strato 4** – Unità litotecnica **S1** (quota > -7,05 m dal piano di posa delle zattere)
 - Peso specifico: $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 - Peso specifico efficace: $\gamma' = 9,00 \text{ kN/m}^3$
 - Angolo di attrito interno: $\varphi = 31,70^\circ$
 - Coesione drenata: $c' = 0,00 \text{ kN/m}^2$
 - Densità relativa: $D_r = 50,00\%$
 - Modulo elastico: $E = 21,70 \text{ N/mm}^2$

La falda di calcolo è assunta a quota **0,00 m** di profondità dal piano posa delle zattere di fondazione.

5.2 APPROCCIO DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche di carico limite ultimo e di portanza laterale vengono condotte secondo l'approccio 2 previsto dal D.M.17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" - Combinazione A1 - M1 - R3.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

È stata considerata la presenza di un'unica verticale indagata al fine di determinare il valore dei fattori di riduzione delle resistenze caratteristiche ξ_3 e ξ_4 :

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Sulla base di quanto riportato all'interno della relazione geotecnica è possibile considerare un numero di verticali indagate pari a **7**.

6 ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1 IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI



Il sito è definito dalle seguenti coordinate geografiche:

- Longitudine: **8,953306**
- Latitudine: **45,401149**

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

6.2 DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA PROGETTUALE

In riferimento al D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, le opere sono progettate (in funzione dell'importanza strategica dell'infrastruttura) secondo i seguenti parametri:

- Vita Nominale dell'opera: **50 anni**

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

- Classe d'uso dell'opera: **IV**

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- Coefficiente di utilizzo dell'opera: **2,00**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita di riferimento dell'opera: **100 anni**

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Qui di seguito si riporta la sintesi delle scelte progettuali adottati con i tempi di ritorno dell'azione sismica identificati in funzione del singolo stato limite.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	60
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	101
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	949
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	1950

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

6.3 PARAMETRI DI CALCOLO

6.3.1 PARAMETRI NUMERICI SISMICI

Sono stati definiti e utilizzati nei calcoli 3 differenti spettri di risposta di progetto:

- Spettro di progetto elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa delle sottostrutture e del terreno e dei sovraccarichi direttamente gravanti su di esse.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa dell'impalcato e ai sovraccarichi su esso agenti e trasmessi dagli isolatori sismici alle sottostrutture inferiori.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato allo Stato Limite di Collasso per il dimensionamento degli isolatori sismici e la verifica dello spostamento di progetto degli stessi.

Nella tabella successiva sono riportati i parametri numerici sismici per i periodi di ritorno associati ai diversi Stati Limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,023	2,546	0,194
SLD	101	0,028	2,591	0,211
SLV	949	0,051	2,730	0,303
SLC	1950	0,060	2,820	0,318

6.3.2 CATEGORIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Ai sensi di quanto riportato nella Relazione Geotecnica e all'interno dei profili geotecnici allegati al presente progetto esecutivo il terreno di fondazione è classificato simicamente come di **categoria C**.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

6.3.3 CATEGORIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Considerando che il territorio si presenta essenzialmente pianeggiante e privo di significati salti di quota la categoria topografica del sito è stata assunta pari a **categoria T₁**.

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

6.3.4 FATTORI DI STRUTTURA

A favore di sicurezza il calcolo e le verifiche sono stati effettuati in campo elastico.

Il fattore di struttura è stato pertanto posto pari a **q = 1,00**.

Lo spettro di progetto adottato sarà pertanto identico allo spettro elastico.

6.4 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO ELASTICO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo C ▼ info $S_s =$ 1,500 $C_c =$ 1,557 ▼ info

Categoria topografica T1 ▼ info $h/H =$ 1,000 $S_T =$ 1,000 ▼ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 ▼ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 1 Regol. in altezza sì ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1,000 ▼ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Nella tabella successiva sono riportati analiticamente i parametri sismici ed i valori delle accelerazioni normalizzate in funzione del periodo di vibrazione:

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,051 g
F_o	2,730
T_c	0,303 s
S_s	1,500
C_c	1,557
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,157 s
T_C	0,472 s
T_D	1,804 s

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,077
0,157	0,209
0,472	0,209
0,535	0,184
0,599	0,165
0,662	0,149
0,725	0,136
0,789	0,125
0,852	0,116
0,916	0,108
0,979	0,101
1,043	0,095
1,106	0,089
1,170	0,084
1,233	0,080
1,297	0,076
1,360	0,072
1,423	0,069
1,487	0,066
1,550	0,064
1,614	0,061
1,677	0,059
1,741	0,057
1,804	0,055
1,909	0,049
2,013	0,044
2,118	0,040
2,222	0,036
2,327	0,033
2,432	0,030
2,536	0,028
2,641	0,026
2,745	0,024
2,850	0,022
2,954	0,020
3,059	0,019
3,163	0,018
3,268	0,017
3,373	0,016
3,477	0,015
3,582	0,014
3,686	0,013
3,791	0,012
3,895	0,012
4,000	0,011

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

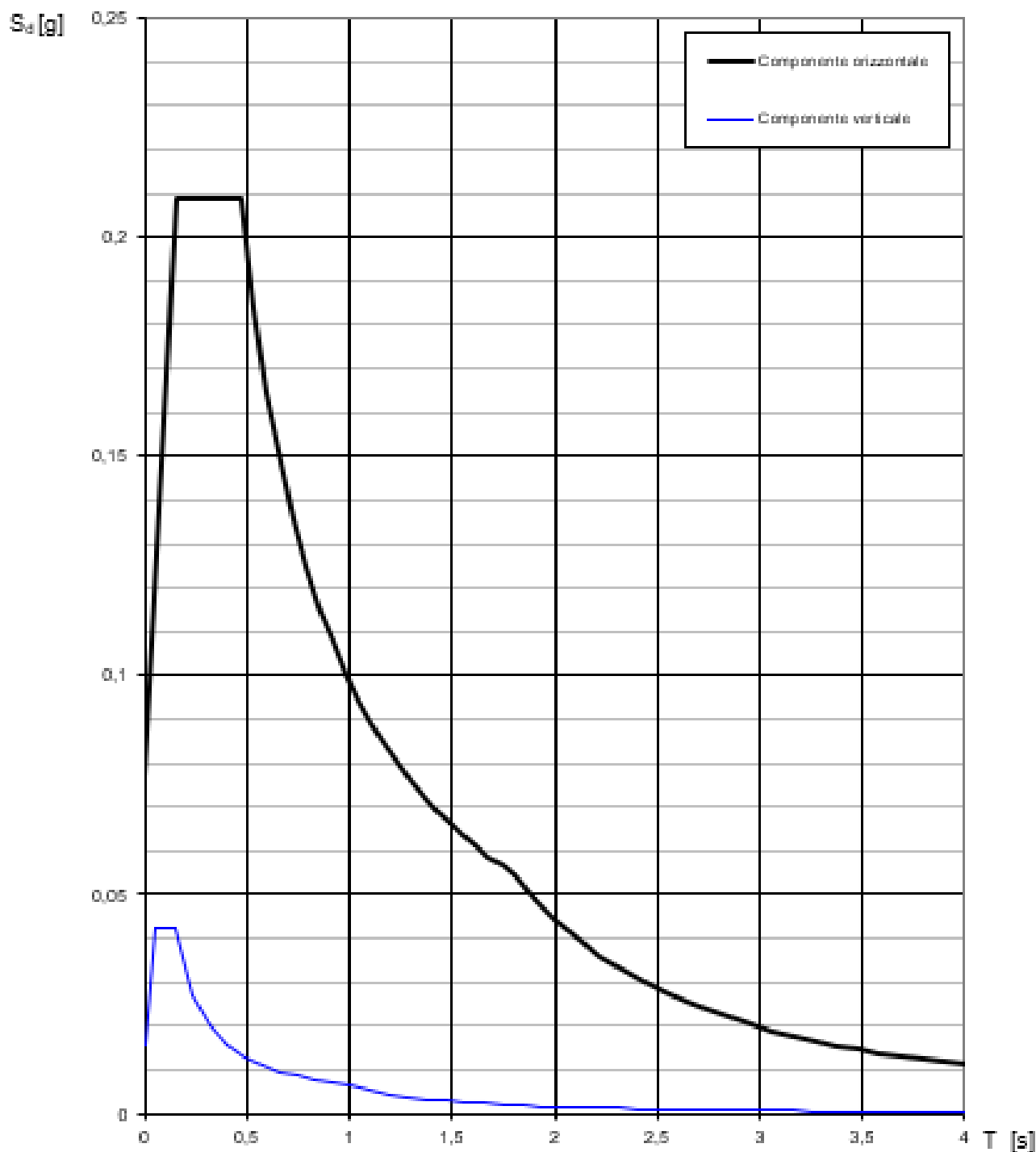
$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

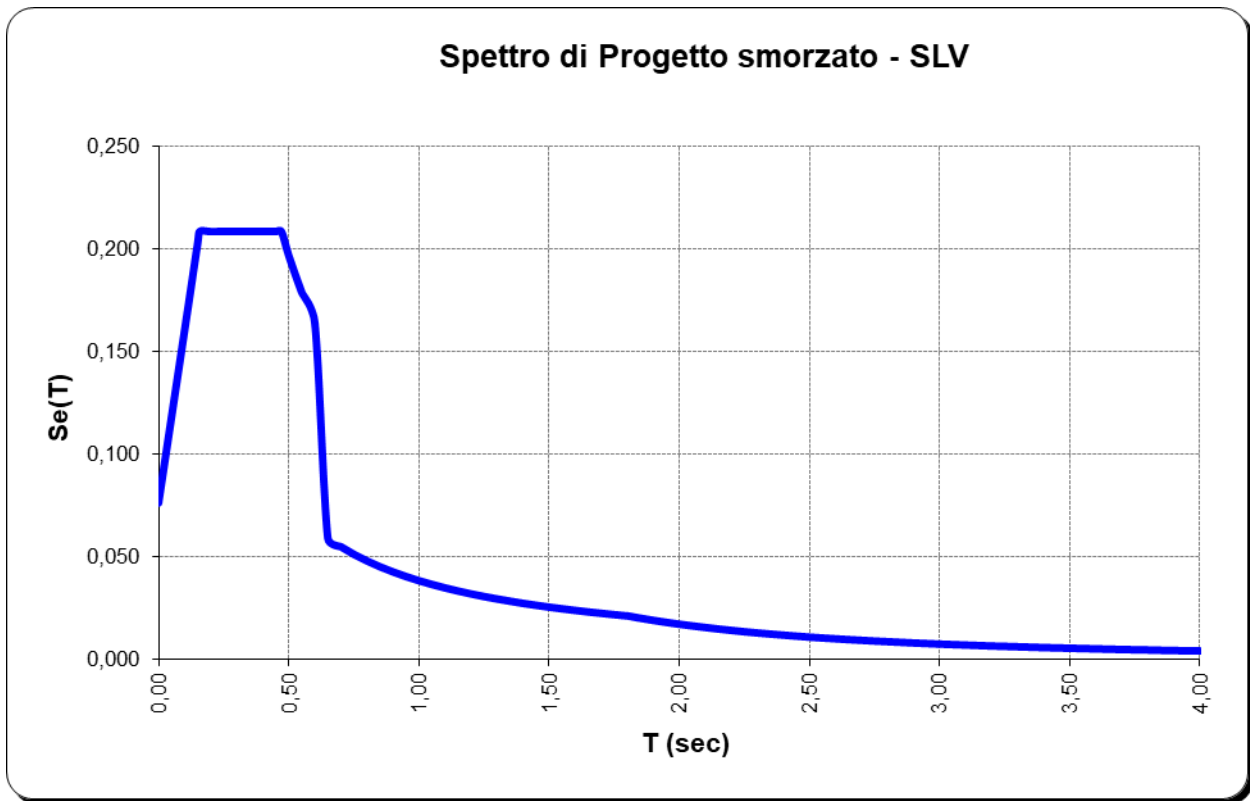


6.5 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

PARAMETRI SISMICI	
a_g	0,051
F_0	2,730
T_C^*	0,303 sec
S_S	1,500
C_C	1,557
S_T	1,000
S	1,500
T_B	0,157 sec
T_C	0,472 sec
T_D	1,804 sec
T_{iso}	0,753 sec
ξ	0,601

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

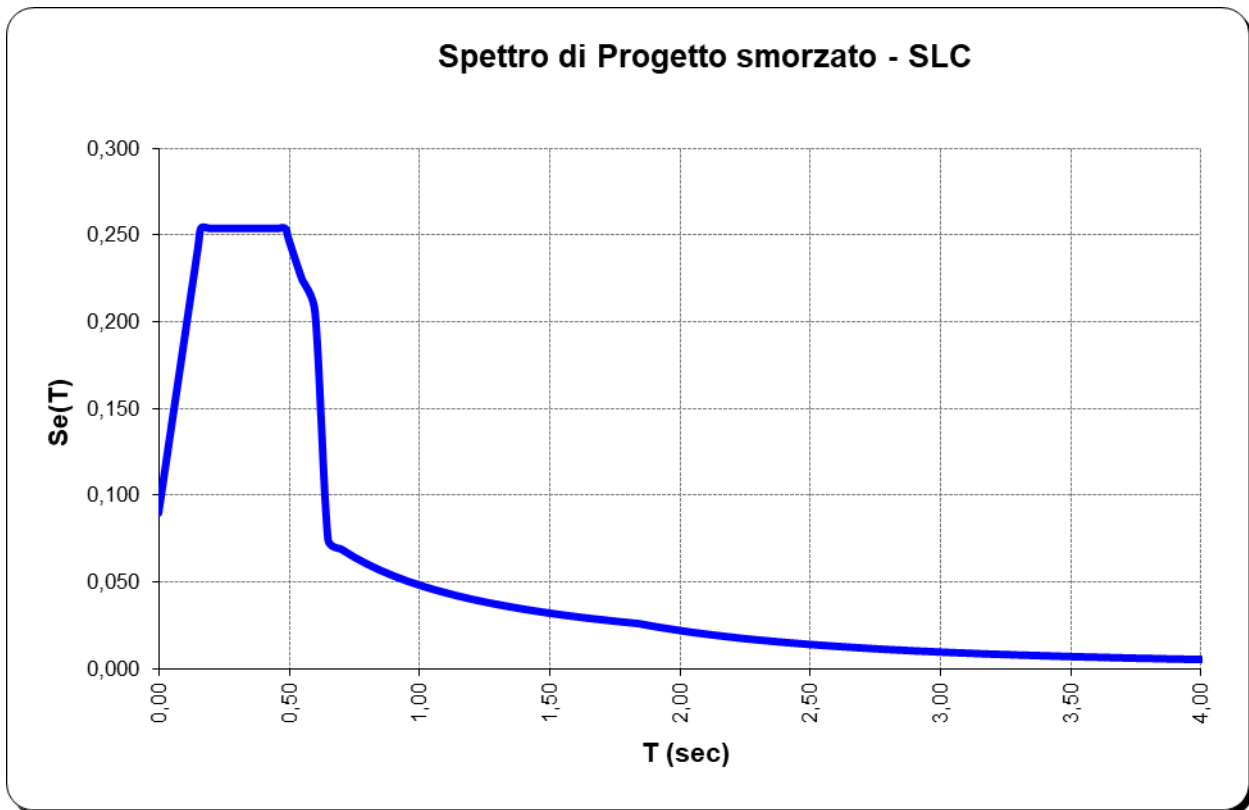


6.6 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLC

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Collasso (SLC):

PARAMETRI SISMICI	
a_g	0,060
F_0	2,820
T_C^*	0,318 sec
S_S	1,500
C_C	1,533
S_T	1,000
S	1,500
T_B	0,162 sec
T_C	0,487 sec
T_D	1,839 sec
T_{iso}	0,753 sec
ξ	0,601

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:



7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

Il peso proprio delle strutture in cemento armato delle spalle viene attribuito automaticamente dal programma di calcolo in relazione alle dimensioni reali delle sezioni strutturali.

Il peso per unità di volume del cemento armato è assunto pari a **25,00 kN/m³**.

7.2 PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE METALLICHE

Il peso proprio delle strutture metalliche viene attribuito automaticamente dal programma di calcolo e viene opportunamente maggiorato per tener conto di irrigidenti, minuteria, bulloneria e saldature.

Il peso per unità di volume dell'acciaio è assunto pari a **78,50 kN/m³**.

7.3 PESO PROPRIO DELLE LASTRE PREFABBRICATE TRALICCIATE IN CEMENTO ARMATO

Lo spessore della lastra prefabbricata tralicciata è assunto pari a **5 cm**. Assunto il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a **25,00 kN/m³**, il peso per unità di superficie della lastra prefabbricata tralicciata vale pertanto:

$$p_{\text{lastra}} = 0,05 \times 25,00 = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

La larghezza di influenza delle travi risulta pari a **3,00 m**, cui corrisponde un carico per unità di lunghezza su ciascuna trave pari a:

$$p_{\text{lastra}} = 1,25 \times 3,00 = 3,75 \text{ kN/m}$$

7.4 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA IN CEMENTO ARMATO

Lo spessore della soletta è assunto pari a **25 cm**. Assunto il peso per unità di volume del cemento armato pari a **25,0 kN/m³**, il peso per unità di superficie della soletta vale pertanto:

$$p_{\text{getto.soletta}} = 0,25 \times 25,00 = 6,25 \text{ kN/m}^2$$

La larghezza di influenza delle travi risulta pari a **3,00 m**, cui corrisponde un carico per unità di lunghezza su ciascuna trave pari a:

$$p_{\text{getto.soletta}} = 6,25 \times 3,00 = 18,75 \text{ kN/m}$$

7.5 PESO PROPRIO DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE

Il peso per unità di volume della pavimentazione stradale è assunto pari a **22,00 kN/m³**.

Lo spessore della pavimentazione è variabile da un minimo di **11 cm** a un massimo di **24 cm**. Lo spessore medio risulta dunque pari a **17,50 cm**. Il peso per unità di superficie dovuto alla pavimentazione stradale risulta pertanto pari:

$$p_{\text{pav}} = 0,175 \times 22,00 = 3,85 \text{ kN/m}^2$$

La larghezza di influenza delle travi risulta pari a:

- Travi di bordo → $L_{\text{infl}} = 2,25 \text{ m}$
- Travi centrali → $L_{\text{infl}} = 3,00 \text{ m}$

Il carico per unità di lunghezza dovuto al peso della pavimentazione stradale sulle travi metalliche risulta dunque pari a:

- Travi di bordo → $p_{\text{pav}} = 3,85 \times 2,25 = 8,66 \text{ kN/m}$
- Travi centrali → $p_{\text{pav}} = 3,85 \times 3,00 = 11,55 \text{ kN/m}$

7.6 PESO PROPRIO DEI CORDOLI LATERALI IN CEMENTO ARMATO

Lo spessore dei cordoli laterali risulta pari a **16 cm**, mentre la loro larghezza è di **75 cm**.

Assunto il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a **25,00 kN/m³**, il peso per unità di lunghezza del singolo cordolo vale pertanto:

$$p_{\text{cordolo}} = 0,75 \times 0,16 \times 25,00 = 3,00 \text{ kN/m}$$

Il carico per unità di lunghezza dovuto al peso proprio dei cordoli laterali è stato applicato, a favore di sicurezza, esclusivamente e interamente alle travi metalliche di bordo.

7.7 PESO PROPRIO DELLE BARRIERE GUARD - RAIL

Il carico per unità di lunghezza dovuto alla barriera guard – rail (singola barriera) è assunto pari a **2,00 kN/m**.

Il carico per unità di lunghezza dovuto al peso proprio delle barriere guard - rail è stato applicato, a favore di sicurezza, esclusivamente e interamente alle travi metalliche di bordo.

7.8 PESO PROPRIO DELLE VELETTE LATERALI PREFABBRICATE IN CEMENTO ARMATO

Lo spessore delle velette laterali risulta pari a **5 cm**, mentre la loro altezza è di **56 cm**.

Assunto il peso per unità di volume del calcestruzzo armato pari a **25,00 kN/m³**, il peso per unità di lunghezza del singolo cordolo vale pertanto:

$$p_{\text{velette}} = 0,56 \times 0,05 \times 25,00 = 0,70 \text{ kN/m}$$

Il carico per unità di lunghezza dovuto al peso proprio delle velette laterali è stato applicato, a favore di sicurezza, esclusivamente e interamente alle travi metalliche di bordo.

7.9 AZIONE DEL RITIRO SULLA SOLETTA

VALUTAZIONE DELLE AZIONI DA RITIRO (EC2 A 1.1.3)

1. VALUTAZIONE DELLA DEFORMAZIONE FINALE DA RITIRO

Classe di resistenza del calcestruzzo:	<input type="text" value="C32/40"/>	
Resistenza media compressione (a 28 gg) f_{cm} :	41,2	N/mm²
Tipologia del calcestruzzo:	<input type="text" value="Calcestruzzo a indurimento normale o rapido"/>	
Coefficiente β_{sc} funzione della tipologia del calcestruzzo:	5	
Coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del cls sul ritiro $\epsilon_s(f_{cm})$:	0,000404	
Umidità relativa ambientale RH (>40 %):	75	%
Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nominale di ritiro β_{sRH} :	0,578125	
Caratteristiche della maturazione del cls:	<input type="text" value="Calcestruzzo esposto all'aria"/>	
Coefficiente funzione della tipologia di maturazione del calcestruzzo β_{RH} :	-0,89609375	
Coefficiente nominale di ritiro ϵ_{cs0} :	-0,000362	
Vita utile della struttura:	100	anni
Area delle sezione di calcestruzzo A_c :	3,00	m²
Perimetro della sezione di calcestruzzo a contatto con l'atmosfera u :	12,00	m
Dimensione fittizia h_o :	500	mm
Coefficiente atto a descrivere lo sviluppo del ritiro nel tempo $\beta_s(t-t_s)$:	0,898126	
Deformazione finale dovuta al ritiro $\epsilon_{cs}(t-t_s)$:	-0,000325	

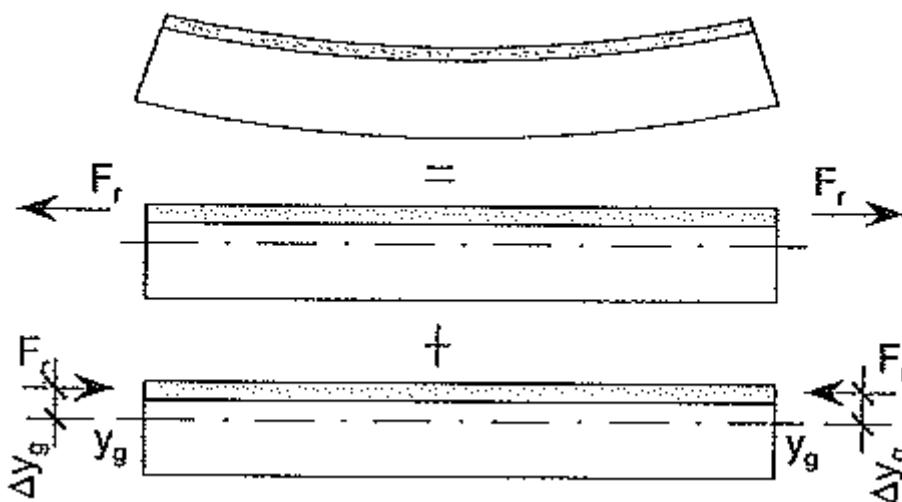
2. VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE PER L'AZIONE DI RITIRO

Coeff. che tiene conto dell'effetto dell'umidità relativa sul coeff. nom. di viscosità Φ_{RH} :	1,315
Coeff. che tiene conto dell'eff. della resist. del cls sul coeff. nom. di viscosità $\beta(f_{cm})$:	2,617
Coeff. che tiene conto dell'età del cls sul coefficiente nominale di viscosità $\beta(t_o)$:	0,909
Coefficiente nominale di viscosità Φ_o :	3,129
Coefficiente funzione dell'umidità relativa RH e dalla dimensione fittizia h_o β_H :	1112,571
Coefficiente che tiene conto dello sviluppo della viscosità nel tempo $\beta_c(t-t_o)$:	0,991
Coefficiente di viscosità $\Phi(t-t_o)$:	3,101
Modulo elastico dell'acciaio E_a :	210000,00 N/mm²
Modulo elastico medio del calcestruzzo E_{cm} :	32811,24 N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione per gli effetti del ritiro n_{rit} :	17,316

3. VALUTAZIONE DELL'AZIONE ASSIALE TOTALE DOVUTA AL RITIRO

Tensione di trazione sul calcestruzzo dovuta al ritiro σ_{rit} :	-3,943	N/mm ²
Azione totale di trazione agente sul calcestruzzo dovuta al ritiro N_{rit} :	-11829,79	kN
Numero di travi che costituiscono l'impalcato:	4	
Azione di compressione agente sulla singola travata N_R :	2957,45	kN

Il ritiro impedito (per la presenza delle travi metalliche che impediscono la deformazione della soletta) è un fenomeno auto - equilibrato. L'azione di trazione sulla soletta è equilibrata da una reazione di compressione (deformazione impedita) applicata sull'intera sezione composta ed agente sul suo baricentro. Tale reazione genera un momento flettente di trasporto sulla sezione.



7.10 CARICHI ACCIDENTALI

7.10.1 CARICHI VIAGGIANTI DA TRAFFICO

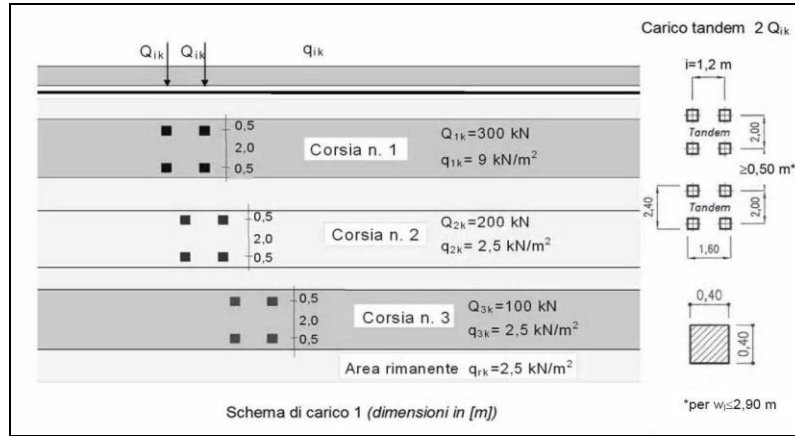
Il carico accidentale del traffico viene valutato secondo lo schema n. 1 riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.3.3 e 5.1.3.3.5.

La carreggiata risulta divisa in corsie convenzionali che presentano ciascuna una larghezza pari a **3,00 m**. Poiché la carreggiata presenta una larghezza complessiva pari a **10,50 m**, il numero di corsie convenzionali presenti risulta pertanto:

$$n_{\text{corsie}} = \text{int}(w/3,00) = \text{int}(10,50/3,00) = \text{int}(3,50) = 3 \text{ corsie convenzionali}$$

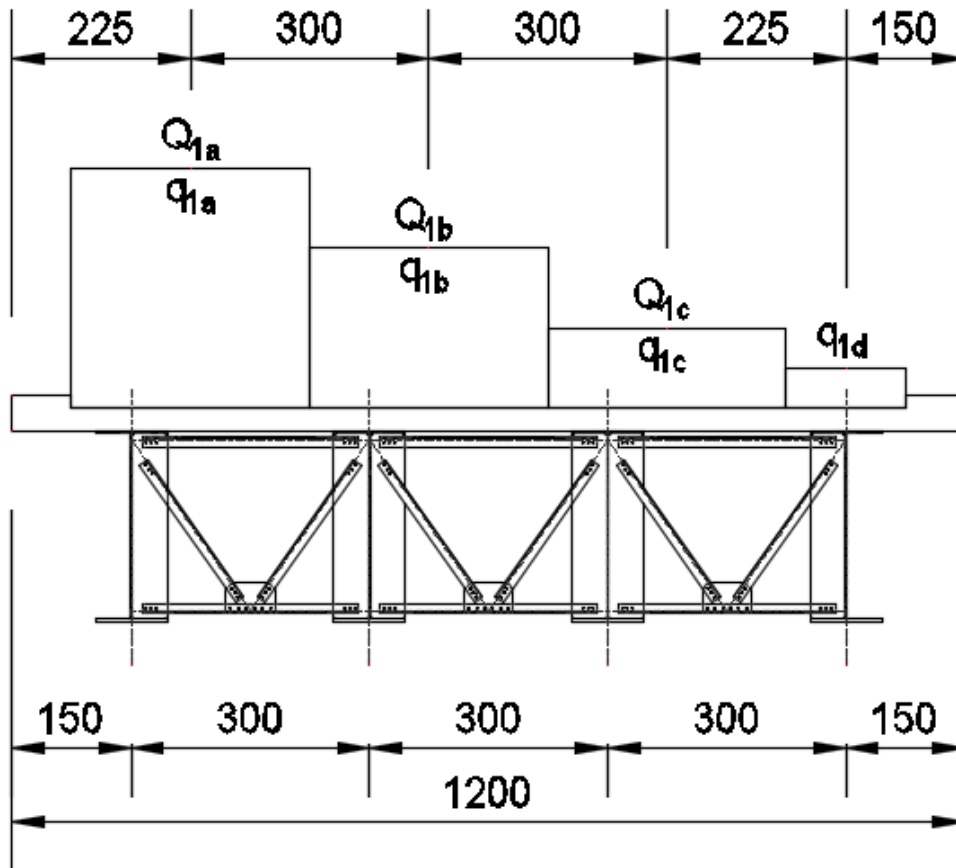
Trattandosi di un viadotto di **1ª Categoria** su ciascuna corsia convenzionale verranno applicati i seguenti carichi mobili da traffico:

- 1ª corsia convenzionale
 $Q_{1a} = 2 \times 300 \text{ kN}$ disposti come in figura
 $q_{1a} = 9,00 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 27,00 \text{ kN/m}$
- 2ª corsia convenzionale
 $Q_{1b} = 2 \times 200 \text{ kN}$ disposti come in figura
 $q_{1b} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 7,50 \text{ kN/m}$
- 3ª corsia convenzionale
 $Q_{1c} = 2 \times 100 \text{ kN}$ disposti come in figura
 $q_{1c} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 7,50 \text{ kN/m}$
- Carreggiata rimanente
 $q_{1d} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \times 1,50 \text{ m} = 3,75 \text{ kN/m}$

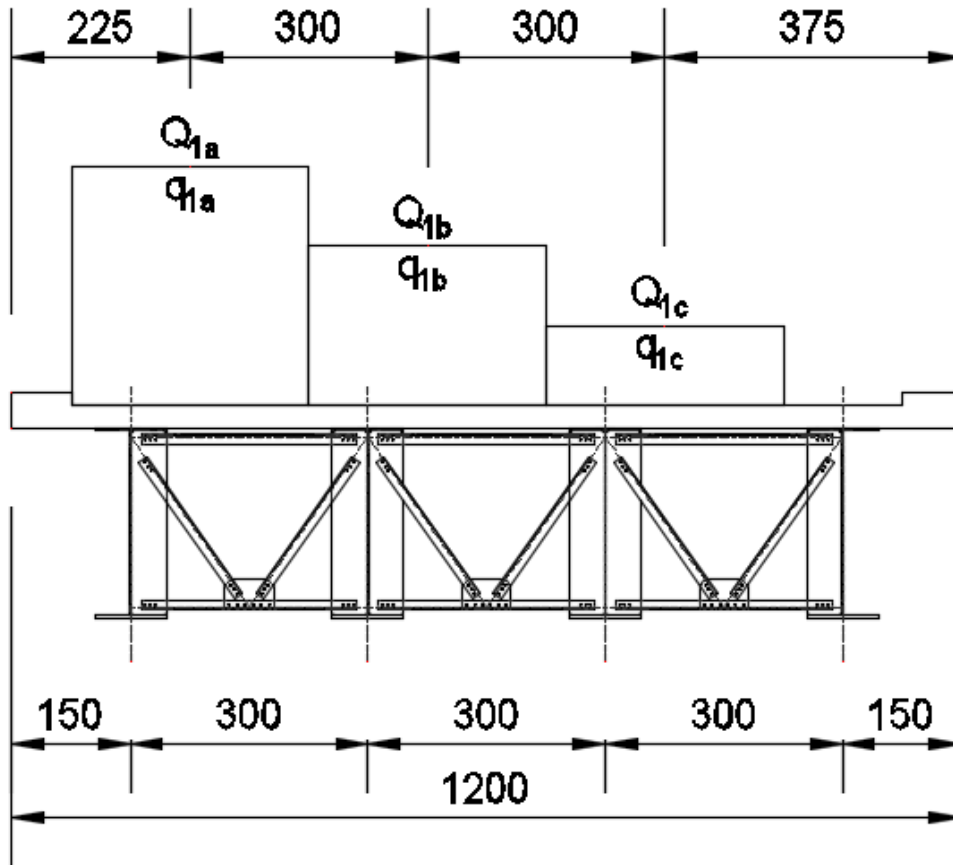


Sono state considerate otto differenti disposizioni dei carichi viaggianti da traffico.

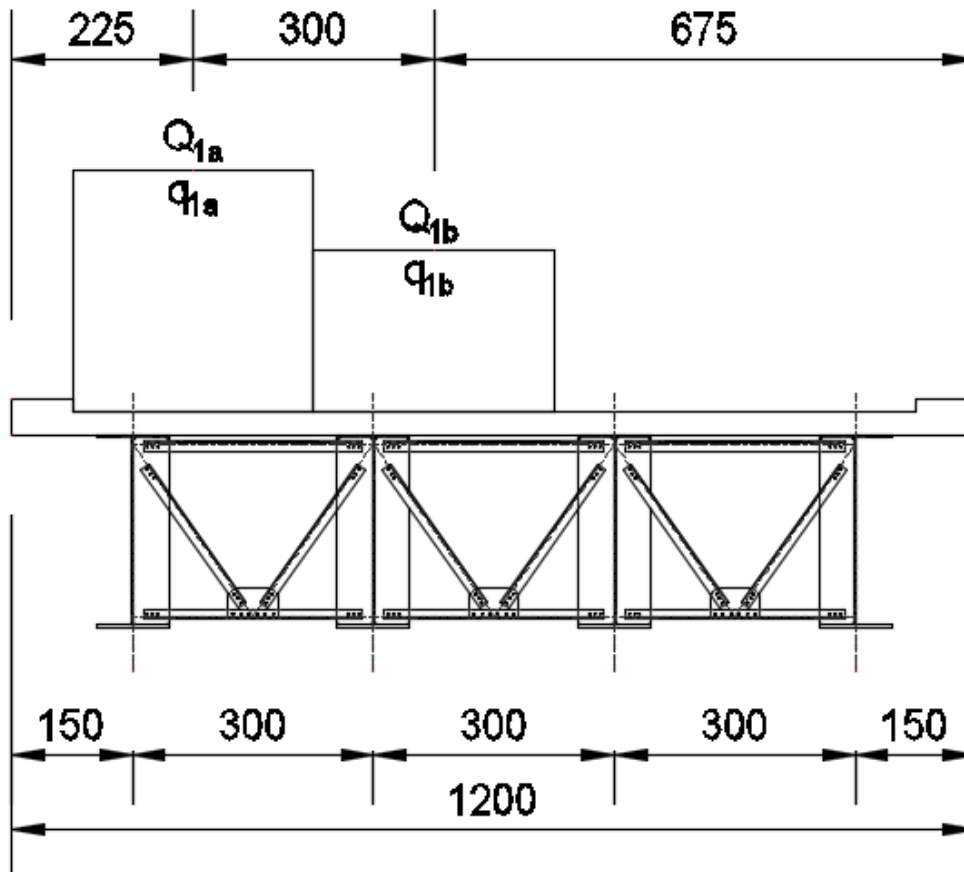
CONDIZIONE 1



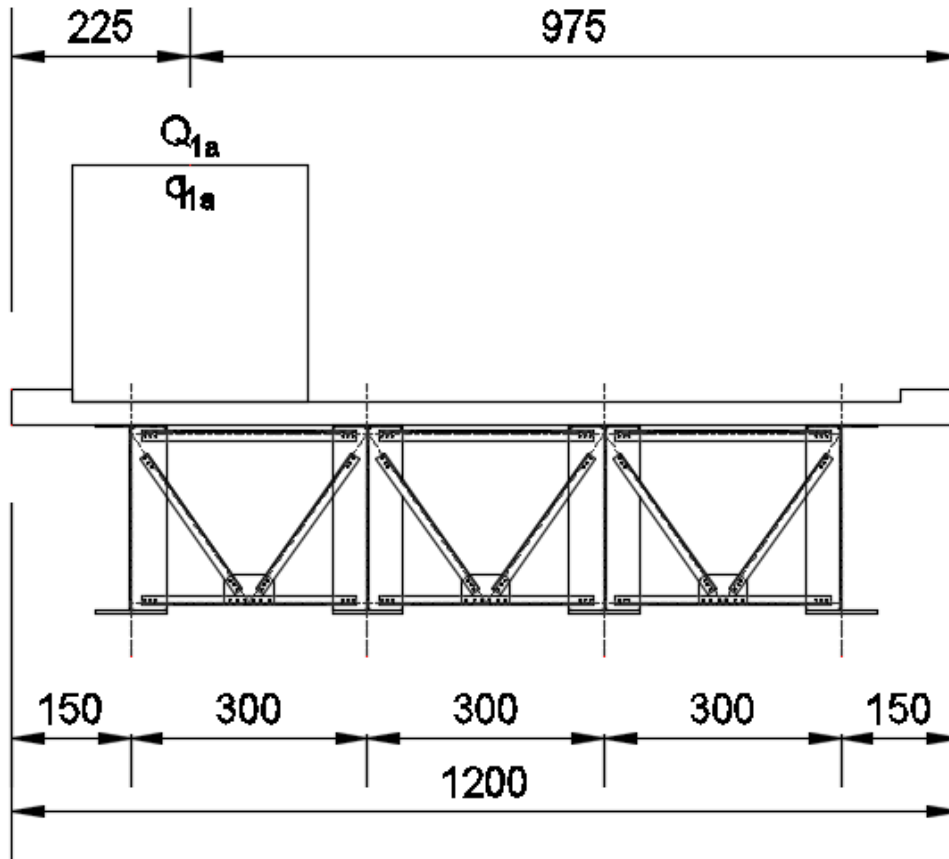
CONDIZIONE 2



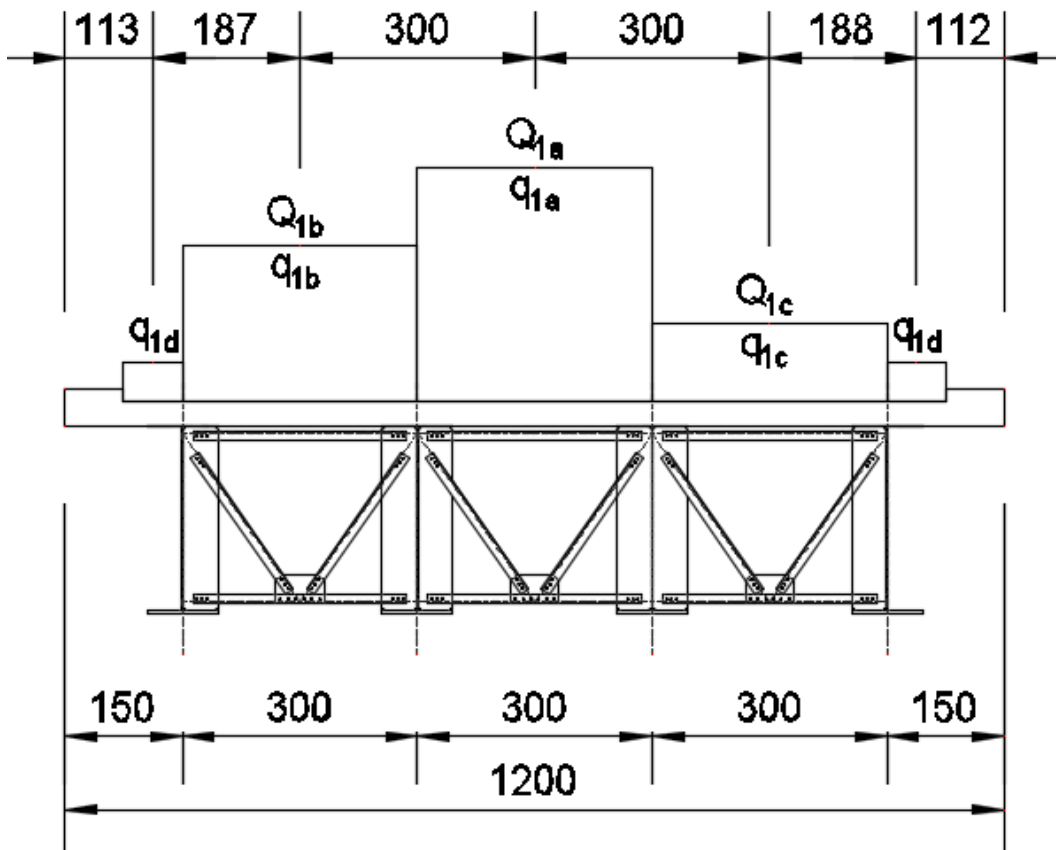
CONDIZIONE 3



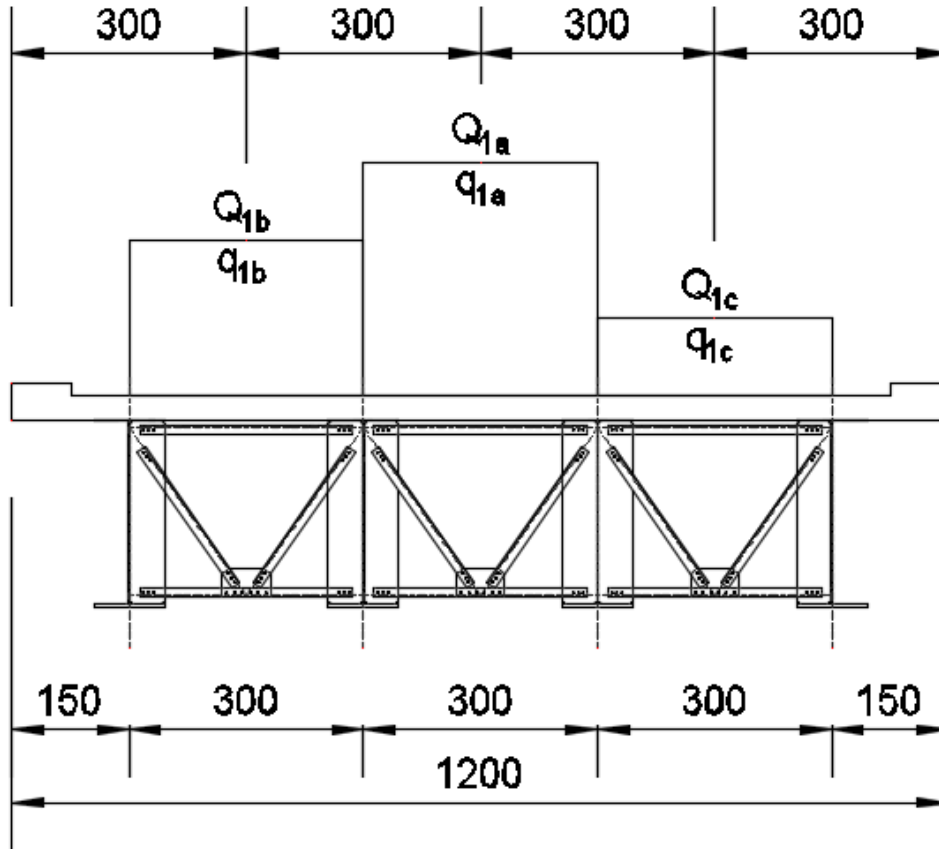
CONDIZIONE 4



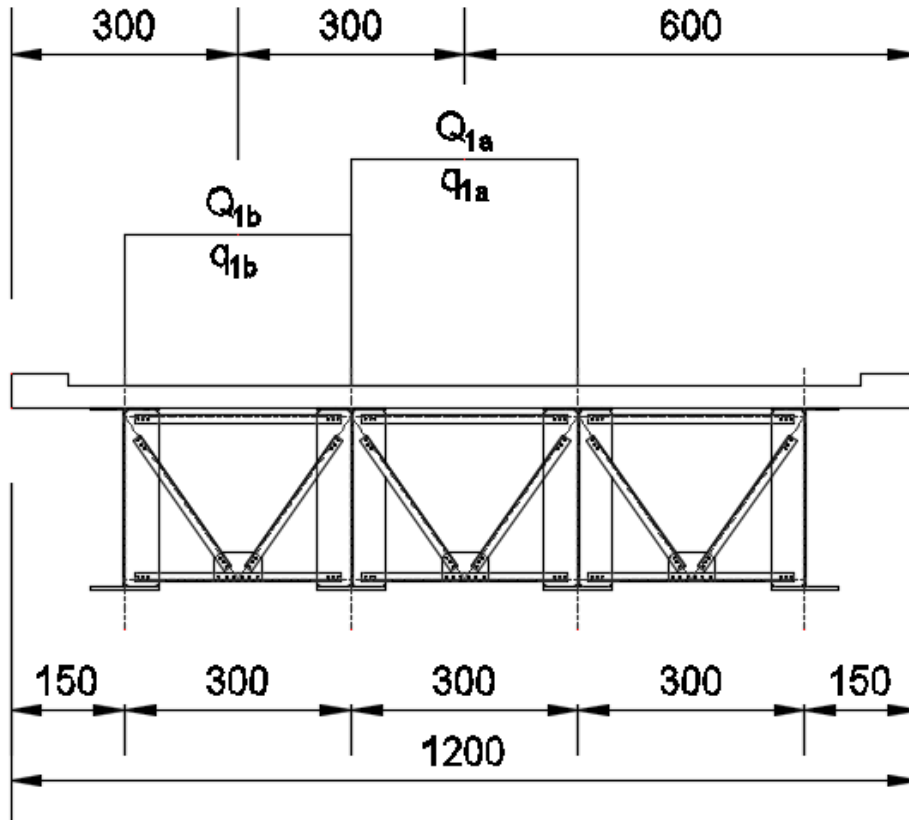
CONDIZIONE 5



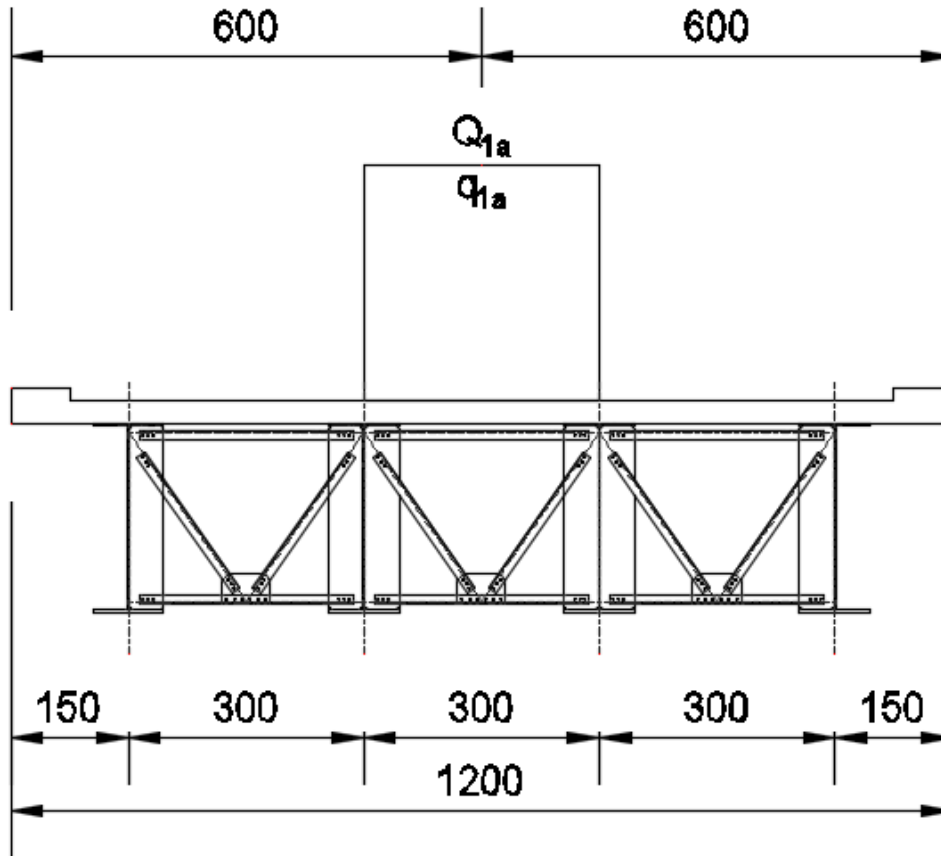
CONDIZIONE 6



CONDIZIONE 7



CONDIZIONE 8



7.10.2 CARICO ACCIDENTALE FOLLA

Non essendo presenti marciapiedi adibiti al passaggio di persone non è stato considerato il carico della folla.

7.10.3 INCREMENTO DINAMICO DEI CARICHI MOBILI (Q2)

L'incremento dinamico è già compreso nei valori sopra citati.

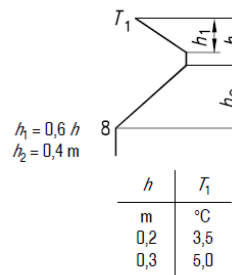
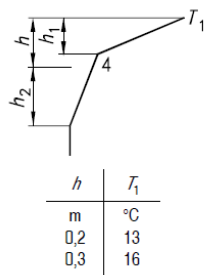
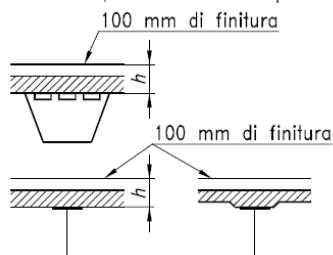
7.10.4 AZIONE TERMICA LONGITUDINALE

Si assume che le travi principali subiscano un'azione termica longitudinale pari a $\Delta T = \pm 30^\circ$. Tale azione verrà presa in considerazione esclusivamente per la valutazione dell'escursione dei giunti e degli apparecchi di appoggio/isolamento.

7.10.5 AZIONE TERMICA DIFFERENZIALE

L'azione termica differenziale è stata calcolata mediante l'applicazione di un gradiente termico valutato sulla base delle distribuzioni di temperatura previste dall'EC1 Parte 2-5 "Azioni sulle strutture – Azioni termiche", appendici B e C.

Impalcati di ponti di calcestruzzo su profili di acciaio scatolari, travi reticolari o travi parete



Per la definizione della temperatura T_1 si è fatto riferimento al prospetto B.2 della sopra citata normativa:

Profondità della soletta (h)	Spessore della superficie	Differenza positiva di temperatura		Differenza negativa di temperatura	
		T_1	T_1	T_1	T_1
m	mm	°C		°C	
0,2	Senza finitura	[16,5]	[5,9]	[16,5]	[5,9]
	Resistente all'acqua	[23,0]	[5,9]	[23,0]	[5,9]
	50	[18,0]	[4,4]	[18,0]	[4,4]
	100	[13,0]	[3,5]	[13,0]	[3,5]
	150	[10,5]	[2,3]	[10,5]	[2,3]
	200	[8,5]	[1,6]	[8,5]	[1,6]
0,3	Senza finitura	[18,5]	[9,0]	[18,5]	[9,0]
	Resistente all'acqua	[26,5]	[9,0]	[26,5]	[9,0]
	50	[20,5]	[6,8]	[20,5]	[6,8]
	100	[16,0]	[5,0]	[16,0]	[5,0]
	150	[12,5]	[3,7]	[12,5]	[3,7]
	200	[10,0]	[2,7]	[10,0]	[2,7]

Nel caso di soletta calda è stata assunta una temperatura T_1 pari a **16,0 °C**, mentre per una soletta fredda è stata assunta una temperatura T_1 pari a **6,0 °C**.

Per la valutazione del gradiente lineare verticale equivalente da applicare ai calcoli di verifica delle sezioni si è fatto riferimento alla relazione [C.4] riportato dall'EC1 parte 2-5 al paragrafo C.5:

$$DT_{MY} = \frac{n_E n_\alpha \int_{A_1} T(Z, Y) Y dA_1 + \int_{A_2} T(Z, Y) Y dA_2}{n_E J_{Z1} + J_{Z2}}$$

dove:

- n_E è il rapporto tra i moduli elastici dell'acciaio e del calcestruzzo della soletta
- n_α è il rapporto tra i coefficienti di dilatazione termica dell'acciaio e del calcestruzzo
- J_{Z1} è il momento di inerzia della soletta in calcestruzzo rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata
- J_{Z2} è il momento di inerzia della sezione in acciaio rispetto al baricentro della sezione omogeneizzata

Sulla base del gradiente termico equivalente calcolato sono stati determinati, alla stregua di quanto già riportato relativamente agli effetti del ritiro:

- effetti isostatici (azione normale e momento flettente)

CONCIO TIPO 1 – SEZIONI DI TESTATA

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

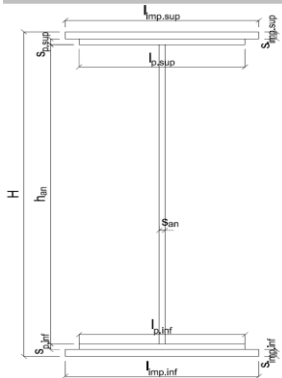
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



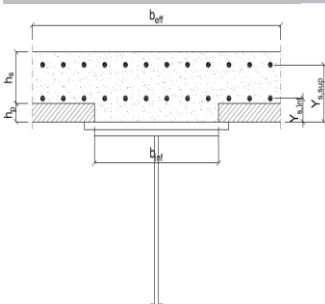
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.400,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	900,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	20,00	[mm]	$S_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	2.340,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	100.800,00	[mm ²]	J_t	2,784E+07	[mm ⁴]
S	1,004E+08	[mm ³]	W_{sup}	6,607E+07	[mm ³]
Y_G	995,71	[mm]	W_{inf}	-9,317E+07	[mm ³]
J	9,277E+10	[mm ⁴]	A_v	48.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	167,41	[mm]
h_p	50,00	[mm]	A_c	7,900E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.000,00	[mm]	J	4,769E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	800,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	100,00	[mm]	i_{sup}	100,00	[mm]
$A_{s,inf}$	6.030,00	[mm ²]	$A_{s,sup}$	6.030,00	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	90,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	230,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

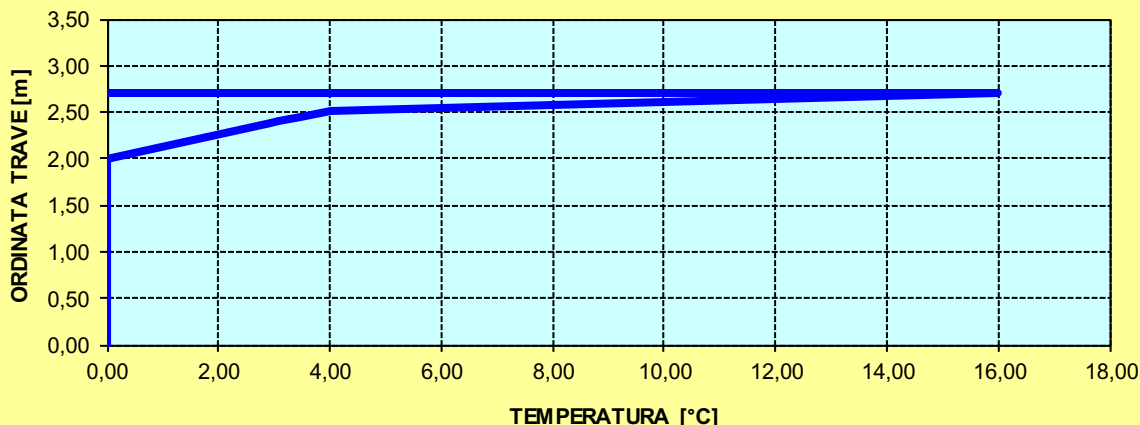
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,165	3,101	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,64	17,32	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	1,004E+02	1,312E-01	1,312E-01	1,312E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,996	1,163	1,163	1,163
Area della sezione	A [m ²]	1,008E-01	1,129E-01	1,129E-01	1,129E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,784E-05	2,784E-05	2,784E-05	2,784E-05
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	9,277E-02	1,192E-01	1,192E-01	1,192E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	-	-	-
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	8,124E-02	8,124E-02	8,124E-02
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	8,981E-02	8,981E-02	8,981E-02
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	6,607E-02	9,634E-02	9,634E-02	9,634E-02
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-9,317E-02	-1,025E-01	-1,025E-01	-1,025E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	4,42	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	11,94	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	3.712,61	[kN]

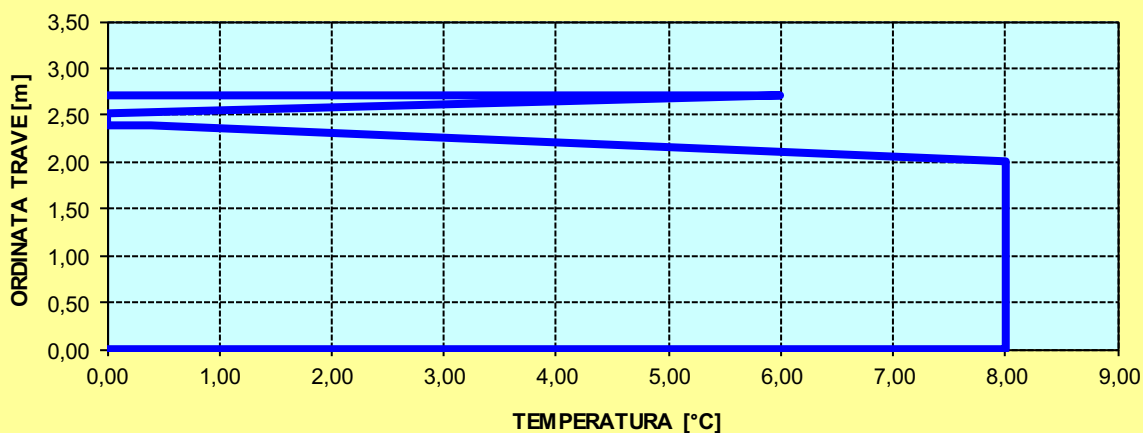
SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	0,04	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	0,10	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	10,13	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



CONCIO TIPO 1 – SEZIONI DI GIUNTO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

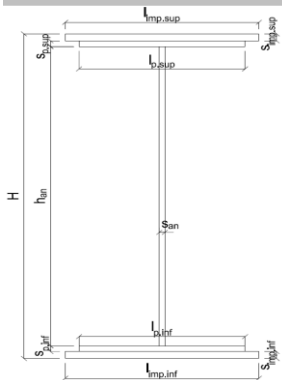
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



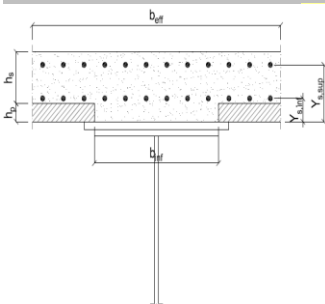
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.400,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	40,00	[mm]
$l_{p,sup}$	900,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	0,00	[mm]
$S_{p,sup}$	20,00	[mm]	$S_{imp,inf}$	0,00	[mm]
h_{an}	2.340,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	100.800,00	[mm ²]	J_t	2,784E+07	[mm ⁴]
S	1,004E+08	[mm ³]	W_{sup}	6,607E+07	[mm ³]
Y_G	995,71	[mm]	W_{inf}	-9,317E+07	[mm ³]
J	9,277E+10	[mm ⁴]	A_v	48.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	167,41	[mm]
h_p	50,00	[mm]	A_c	7,900E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.000,00	[mm]	J	4,769E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	800,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.015,00	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.015,00	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	90,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	230,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

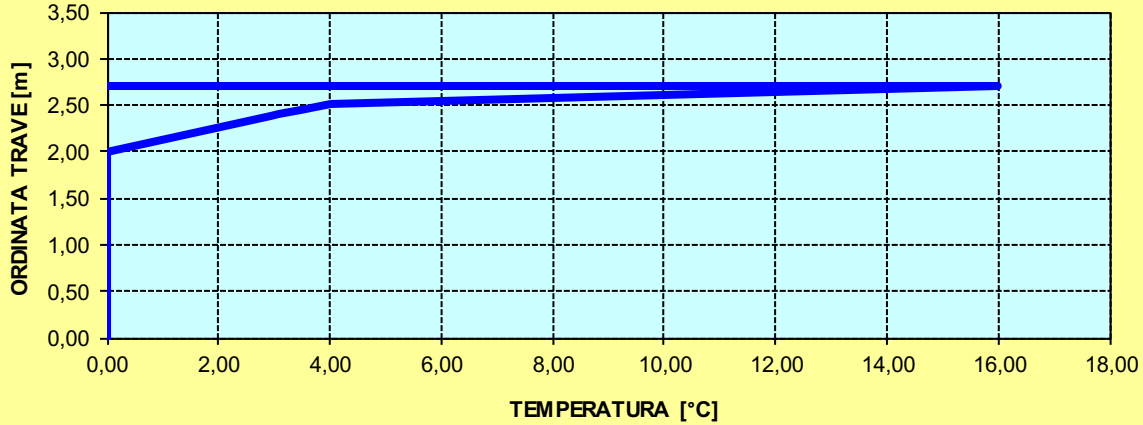
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,165	3,101	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,64	17,32	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	1,004E+02	2,095E-01	2,329E-01	4,327E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,996	1,462	1,528	1,879
Area della sezione	A [m ²]	1,008E-01	1,433E-01	1,525E-01	2,303E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	2,784E-05	7,513E-04	9,321E-04	2,474E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	9,277E-02	1,668E-01	1,780E-01	2,736E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,347E-01	1,519E-01	3,333E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,428E-01	1,615E-01	3,644E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,622E-01	1,850E-01	4,479E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	6,607E-02	1,778E-01	2,041E-01	5,253E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-9,317E-02	-1,141E-01	-1,165E-01	-1,456E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	3,25	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	8,77	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	2.726,96	[kN]

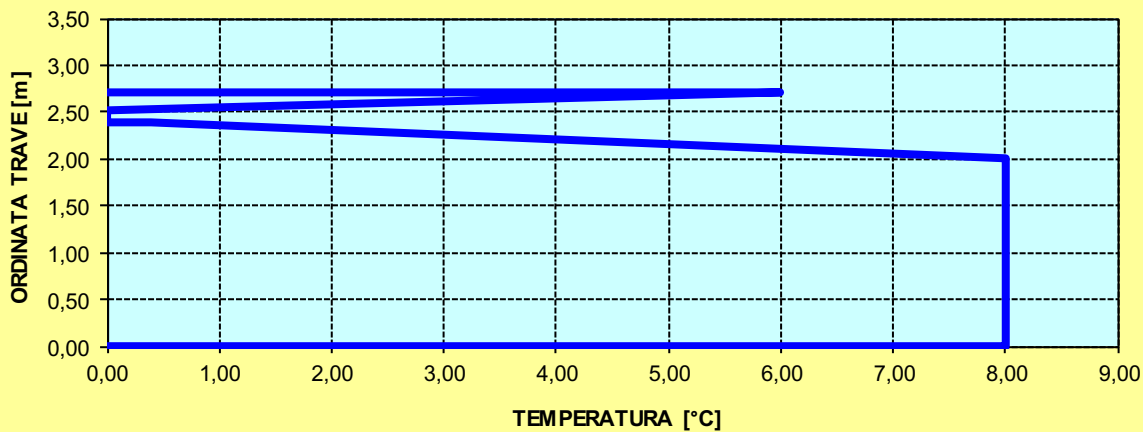
SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,60	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-1,63	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-172,91	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



CONCIO TIPO 2

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

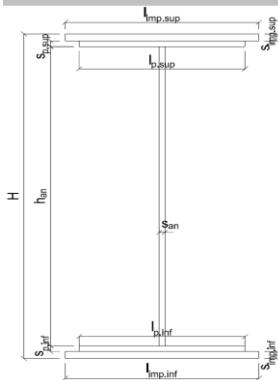
ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355	f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
	f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



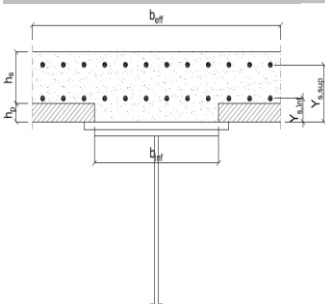
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.400,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	30,00	[mm]
$l_{p,sup}$	900,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	1.000,00	[mm]
$S_{p,sup}$	35,00	[mm]	$S_{imp,inf}$	30,00	[mm]
h_{an}	2.305,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	134.600,00	[mm ²]	J_t	3,611E+07	[mm ⁴]
S	1,326E+08	[mm ³]	W_{sup}	9,642E+07	[mm ³]
Y_G	985,22	[mm]	W_{inf}	-1,385E+08	[mm ³]
J	1,364E+11	[mm ⁴]	A_v	48.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	167,41	[mm]
h_p	50,00	[mm]	A_c	7,900E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.000,00	[mm]	J	4,769E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	800,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.015,00	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.015,00	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	90,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	230,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

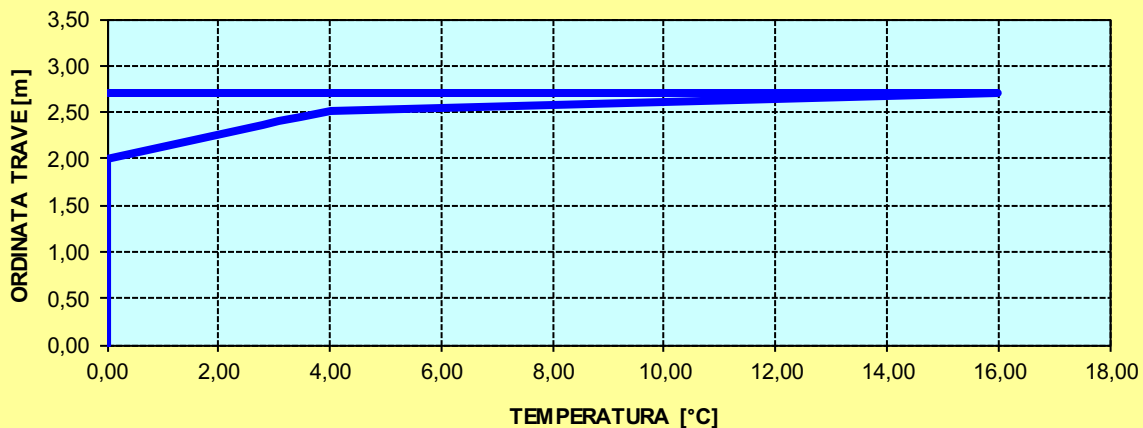
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,165	3,101	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,64	17,32	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	1,326E+02	2,418E-01	2,652E-01	4,649E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,985	1,365	1,424	1,761
Area della sezione	A [m ²]	1,346E-01	1,771E-01	1,863E-01	2,641E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	3,611E-05	7,596E-04	9,404E-04	2,483E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	1,364E-01	2,175E-01	2,307E-01	3,437E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,629E-01	1,808E-01	3,659E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,719E-01	1,913E-01	3,954E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	1,933E-01	2,164E-01	4,713E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	9,642E-02	2,101E-01	2,363E-01	5,376E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-1,385E-01	-1,593E-01	-1,620E-01	-1,952E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	3,00	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	8,11	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	2.523,37	[kN]

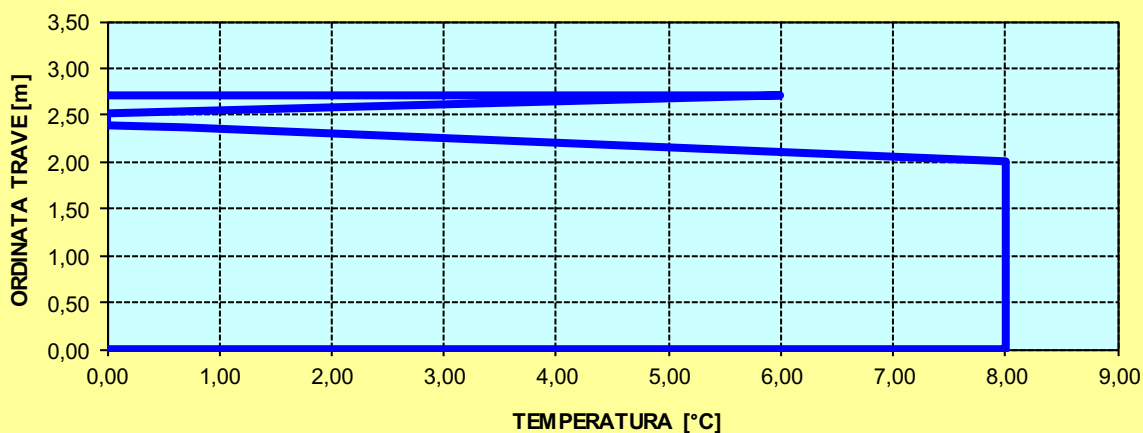
SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,78	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-2,09	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-222,53	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



CONCIO TIPO 3

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO DELLA SOLETTA

C32/40

R_{ck}	40,00	[N/mm ²]	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
f_{ck}	33,20	[N/mm ²]	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
f_{cm}	41,20	[N/mm ²]	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
f_{cd}	18,81	[N/mm ²]	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

ACCIAIO PER LE BARRE DI ARMATURA

B450C

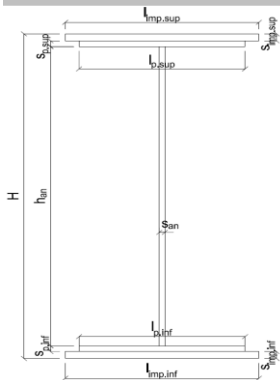
f_{tk}	540,00	[N/mm ²]	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
f_{yk}	450,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

ACCIAIO PER CARPENTERIA

S355

f_{tk}	510,00	[N/mm ²]	f_{yd}	338,10	[N/mm ²]
f_{yk}	355,00	[N/mm ²]	f_{ctk}	210.000,00	[N/mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA TRAVE METALLICA



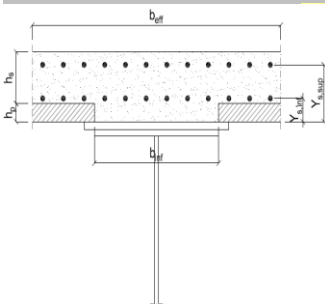
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

H	2.400,00	[mm]	h_{an}	20,00	[mm]
$l_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$l_{p,inf}$	900,00	[mm]
$S_{imp,sup}$	0,00	[mm]	$S_{p,inf}$	30,00	[mm]
$l_{p,sup}$	900,00	[mm]	$l_{imp,inf}$	1.000,00	[mm]
$S_{p,sup}$	40,00	[mm]	$S_{imp,inf}$	35,00	[mm]
h_{an}	2.295,00	[mm]			

CARATTERISTICHE INERZIALI

A	143.900,00	[mm ²]	J_t	4,771E+07	[mm ⁴]
S	1,433E+08	[mm ³]	W_{sup}	1,061E+08	[mm ³]
Y_G	995,80	[mm]	W_{inf}	-1,496E+08	[mm ³]
J	1,489E+11	[mm ⁴]	A_v	48.000,00	[mm ²]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SOLETTA IN CALCESTRUZZO



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI

h_s	250,00	[mm]	Y_G	167,41	[mm]
h_p	50,00	[mm]	A_c	7,900E+05	[mm ²]
b_{eff}	3.000,00	[mm]	J	4,769E+09	[mm ⁴]
b_{inf}	800,00	[mm]			

ARMATURA LONGITUDINALE

\varnothing_{inf}	16,00	[mm]	\varnothing_{sup}	16,00	[mm]
i_{inf}	200,00	[mm]	i_{sup}	200,00	[mm]
$A_{s,inf}$	3.015,00	[mm ²]	$A_{s,sup}$	3.015,00	[mm ²]
$Y_{s,inf}$	90,00	[mm]	$Y_{s,sup}$	230,00	[mm]

SOLETTA FESSURATA

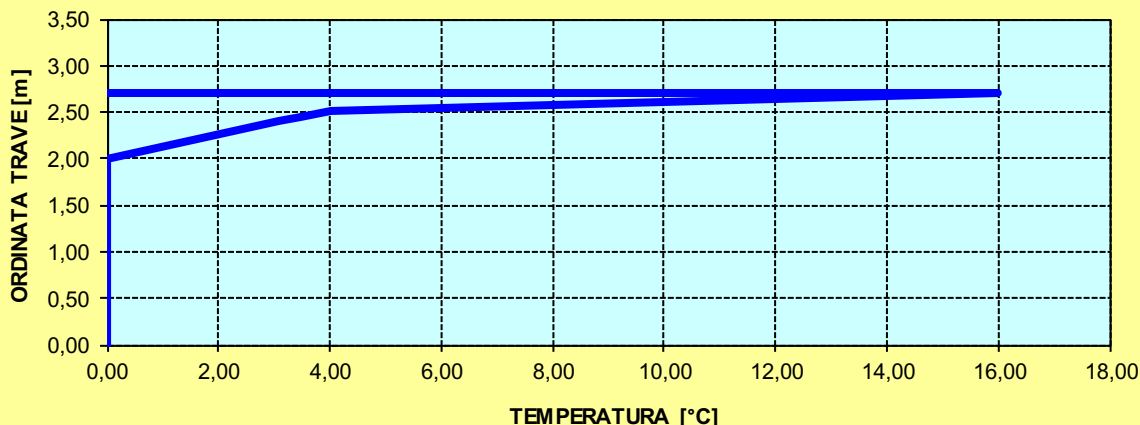
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI DELLA SEZIONE COMPOSTA

CARATTERISICA GEOMETRICA/INERZIALE		FASE I (pesi propri)	FASE II-A (permanenti)	FASE II-B (ritiro)	FASE III (accidentali)
Coefficiente di viscosità:	$\Phi(t_0, \infty)$	-	2,165	3,101	-
Coefficiente di omogeneizzazione	n	-	21,64	17,32	6,40
Momento statico della sezione	S [m ³]	1,433E+02	2,524E-01	2,759E-01	4,756E-01
Baricentro della sezione	Y_G [m]	0,996	1,354	1,411	1,740
Area della sezione	A [m ²]	1,439E-01	1,864E-01	1,956E-01	2,734E-01
Costante torsionale della sezione	J_t [m ⁴]	4,771E-05	7,712E-04	9,520E-04	2,494E-03
Momento di inerzia della sezione	J [m ⁴]	1,489E-01	2,302E-01	2,436E-01	3,587E-01
Modulo di resistenza estradosso soletta	$W_{soletta}$ [m ³]	-	1,710E-01	1,890E-01	3,736E-01
Modulo di resistenza armatura superiore	$W_{arm,sup}$ [m ³]	-	1,804E-01	1,998E-01	4,030E-01
Modulo di resistenza armatura inferiore	$W_{arm,inf}$ [m ³]	-	2,026E-01	2,257E-01	4,782E-01
Modulo di resistenza estradosso trave	$W_{tr,sup}$ [m ³]	1,061E-01	2,201E-01	2,463E-01	5,434E-01
Modulo di resistenza intradosso trave	$W_{tr,inf}$ [m ³]	-1,496E-01	-1,700E-01	-1,727E-01	-2,061E-01

DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT POSITIVO (SOLETTA CALDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		16,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	2,95	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	7,97	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	2.480,23	[kN]

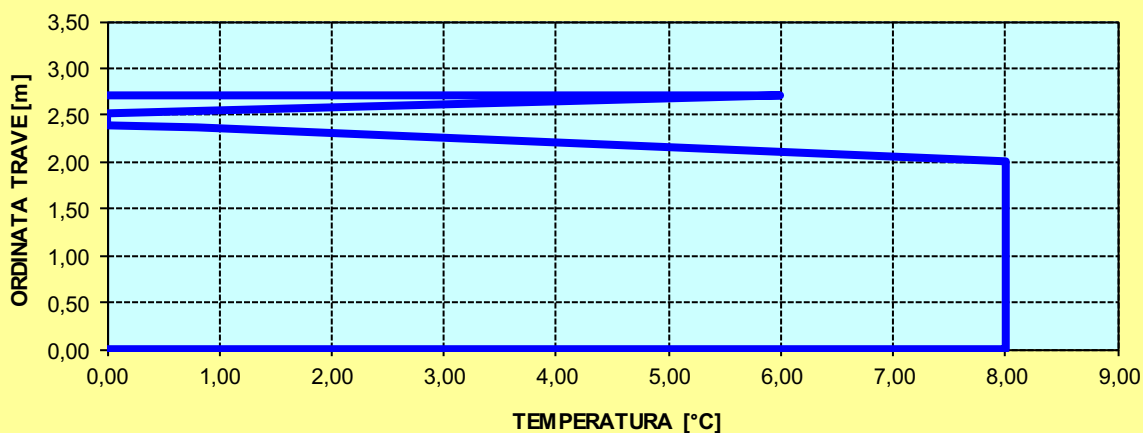
SOLETTA CALDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



DEFINIZIONE DEL PROFILO DI TEMPERATURA PER ΔT NEGATIVO (SOLETTA FREDDA)

Temperatura all'estradosso della soletta:		6,00	[°C]
Temperatura all'intradosso della trave metallica:		8,00	[°C]
Larghezza di applicazione dell'azione termica in soletta per singola trave:	$L_{\Delta T}$	3,00	[m]
Gradiente termico lineare per unità di altezza:	$\Delta T_{,1}$	-0,82	[°C/m]
Gradiente termico lineare totale:	ΔT	-2,21	[°C]
Azione normale isostatica:	$N_{\Delta T}$	-234,51	[kN]

SOLETTA FREDDA - PROFILO DELLE TEMPERATURE



7.11 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

L'altezza di riferimento per la valutazione della pressione caratteristica del vento è stata valutata, a favore di sicurezza, pari a $h_1 = 10,00$ m dal piano di campagna.

All'altezza massima della sottostruttura sono stati sommati:

- Altezza massima delle travi $\rightarrow h_2 = 2,40$ m
- Spessore della soletta $\rightarrow h_3 = 0,30$ m
- Spessore medio della pavimentazione $\rightarrow h_4 = 0,175$ m
- Sagoma fittizia dell'autoveicolo $\rightarrow h_5 = 3,00$ m

L'altezza totale di riferimento, a favore di sicurezza, per la valutazione della pressione caratteristica del vento risulta pertanto pari a:

$$h_{rif} = 10,00 + 2,40 + 0,30 + 0,175 + 3,00 = 15,875 \text{ m}$$

1) Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	25	1000	0,01
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			120
T_R (Tempo di ritorno)			100
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			25,000
α_R (T_R)			1,03924
v_b (T_R) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s])			25,981

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	421,88
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

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

Categoria di esposizione

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

ZONA	6
A	-- III IV V V
B	-- II III IV IV
C	-- II III III IV
D	I I II II III

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

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

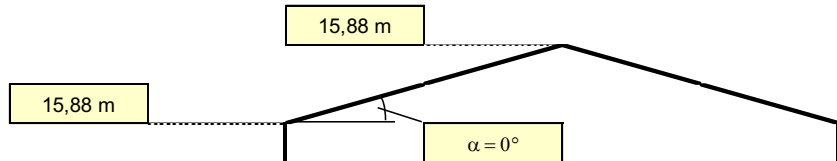
Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
1	B	120

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

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

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
III	0,2	0,1	5	1

z [m]	c _e
z ≤ 5	1,708
z = 15,875	2,446
z = 15,875	2,446



Il coefficiente di esposizione maggiore risulta pari a **c_{e,max} = 2,446**.

La pressione del vento di calcolo risulta dunque pari a:

$$p_{\text{vento}} = 0,42188 \times 2,446 \times 1,00 \times 1,00 = 1,032 \text{ kN/m}^2$$

L'azione trasversale risultante del vento sull'impalcato, valutata per metro lineare di impalcato stesso, è uguale a:

$$P_{\text{vento}} = 1,032 \times [2,40 + 0,30 + 0,175 + 3,00] = 6,063 \text{ kN/m}$$

L'azione trasversale del vento produce un momento flettente trasversale sull'impalcato che risulta pari a:

$$M_{T,\text{vento}} = 6,063 \times [(2,40 + 0,30 + 0,175 + 3,00)/2 - (2,40 + 0,30) / 2] = 9,63 \text{ kNm/m}$$

Tale azione si considera scomposta in coppia sulle travi di estremità (effetto "tira e spingi") producendo sulle travi di estremità un'azione verticale (alternata in segno).

Tale azione verticale, considerata una distanza tra le travi di bordo pari a **9,00 m**, risulta pari a:

$$p_{\text{vento, trave}} = 9,63 / 9,00 = \pm 1,07 \text{ kN/m}$$

7.12 AZIONE SISMICA

7.12.1 AZIONE INERZIALE DELLE MASSE

L'azione sismica verrà assegnata alle strutture in cemento armato mediante un'analisi dinamica lineare con spettro di risposta elastico allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita.

Gli isolatori sismici sono stati modellati assegnando loro caratteristiche di rigidità e di smorzamento lineari equivalenti.

8 COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI QUASI-PERMANENTI

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche quasi permanenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI FREQUENTI

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche frequenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{1i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori frequenti

8.3 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI CARATTERISTICHE

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche caratteristiche allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + Q_{k1} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

8.4 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO STATICHE

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche allo Stato Limite Ultimo, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

I coefficienti di amplificazione dei carichi per le combinazioni di carico A1, secondo il D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 5.1.3.12, tabella 5.1.V, sono di seguito riepilogati:

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{E1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{E2}, \gamma_{E3}, \gamma_{E4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

I coefficienti di partecipazione dei carichi, secondo il D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, par. 5.1.3.12, tabella 5.1.VI, sono di seguito riepilogati:

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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 q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

8.5 COMBINAZIONE DI CARICO SISMICHE

In fase sismica è stata ipotizzata un'unica combinazione di carico allo Stato Limite di Salvaguardia ottenuta tramite la relazione generale:

$$F_d = E + \sum G_{kj} + \sum (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- E rappresenta il carico sismico
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

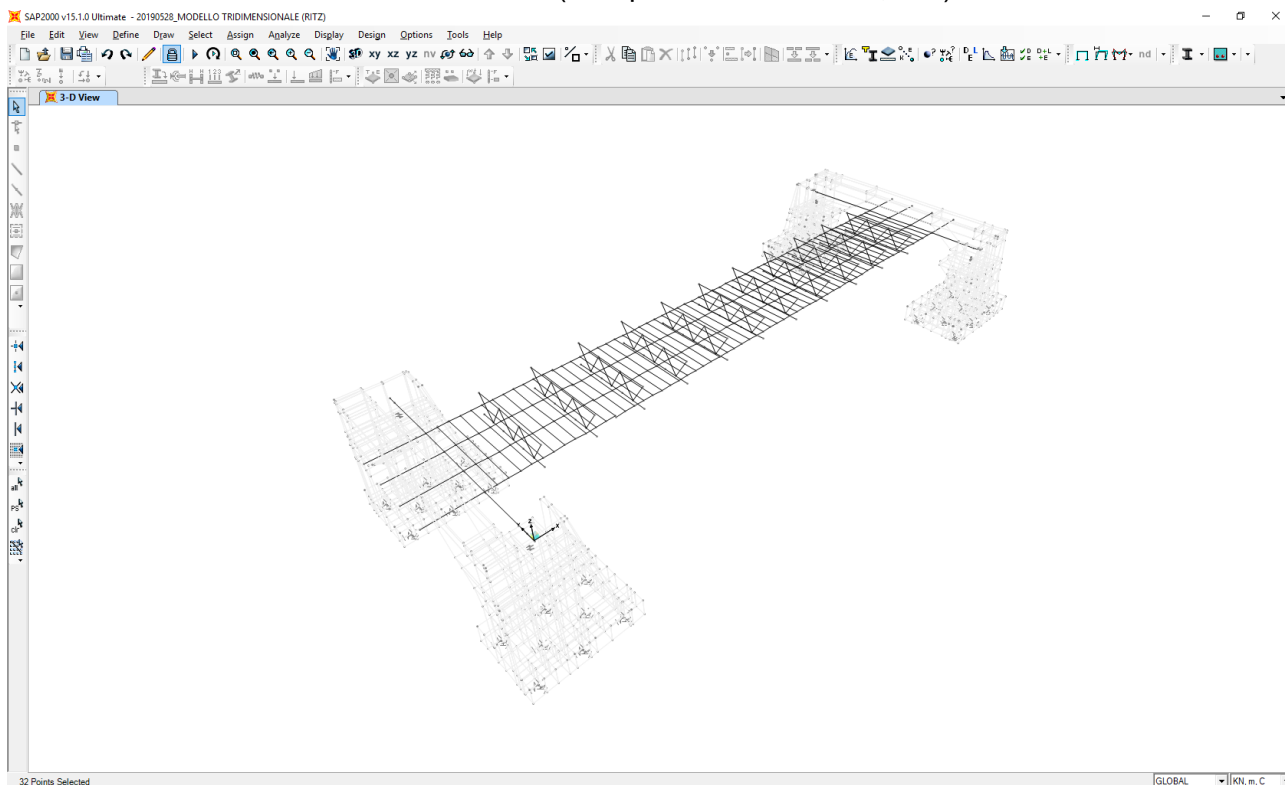
8.6 DEFINIZIONE DEI CARICHI ELEMENTARI E DEI COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE

La definizione dei coefficienti di partecipazione e la definizione dei coefficienti moltiplicativi per ciascuna combinazione di carico assunta sono riportati all'interno del seguente allegato alla presente relazione:

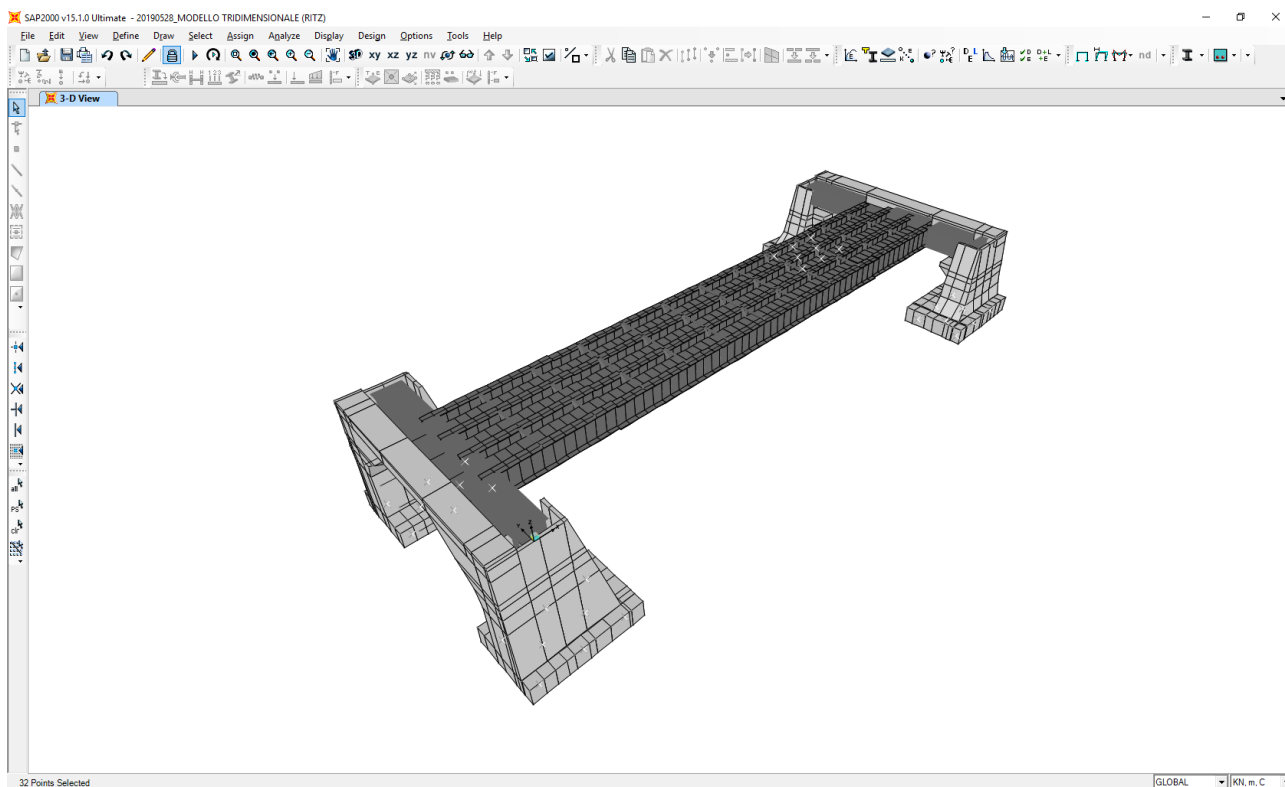
- Allegato 1 → Combinazioni di carico

9 MODELLO DI CALCOLO

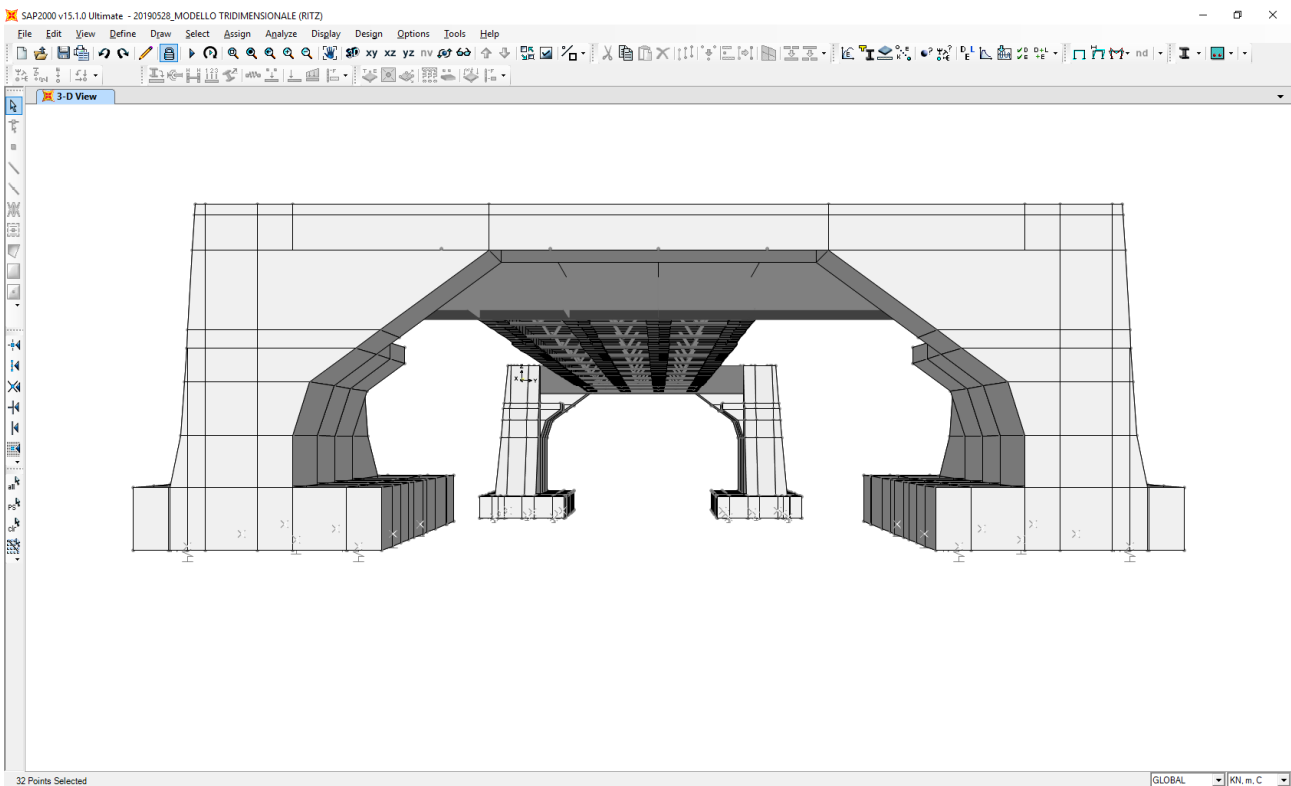
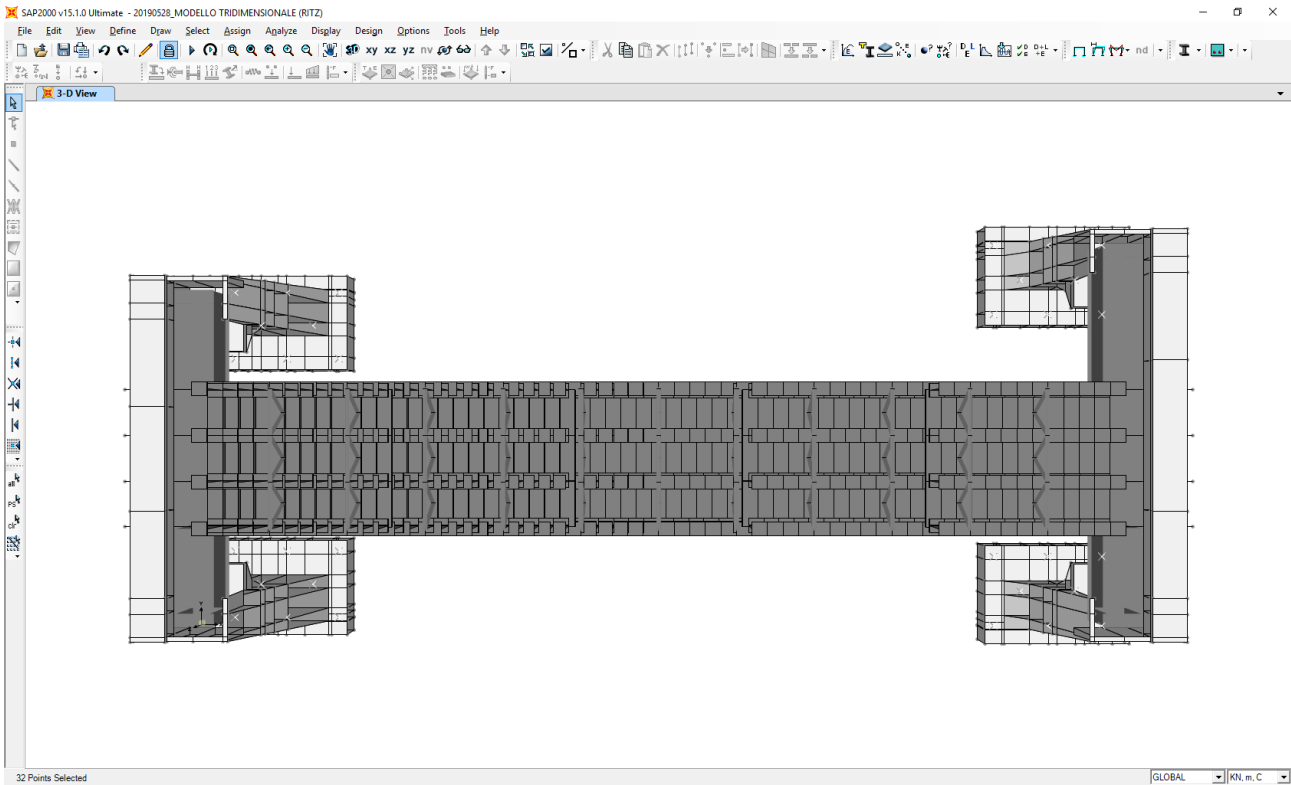
Al fine di determinare le azioni sollecitanti sugli elementi delle sottostrutture (elevazioni, zattere di fondazione e pali di fondazione) è stato approntato un apposito modello di calcolo agli elementi finiti mediante il software SAP2000 v.15.1 (Computers & Structures, Inc.).

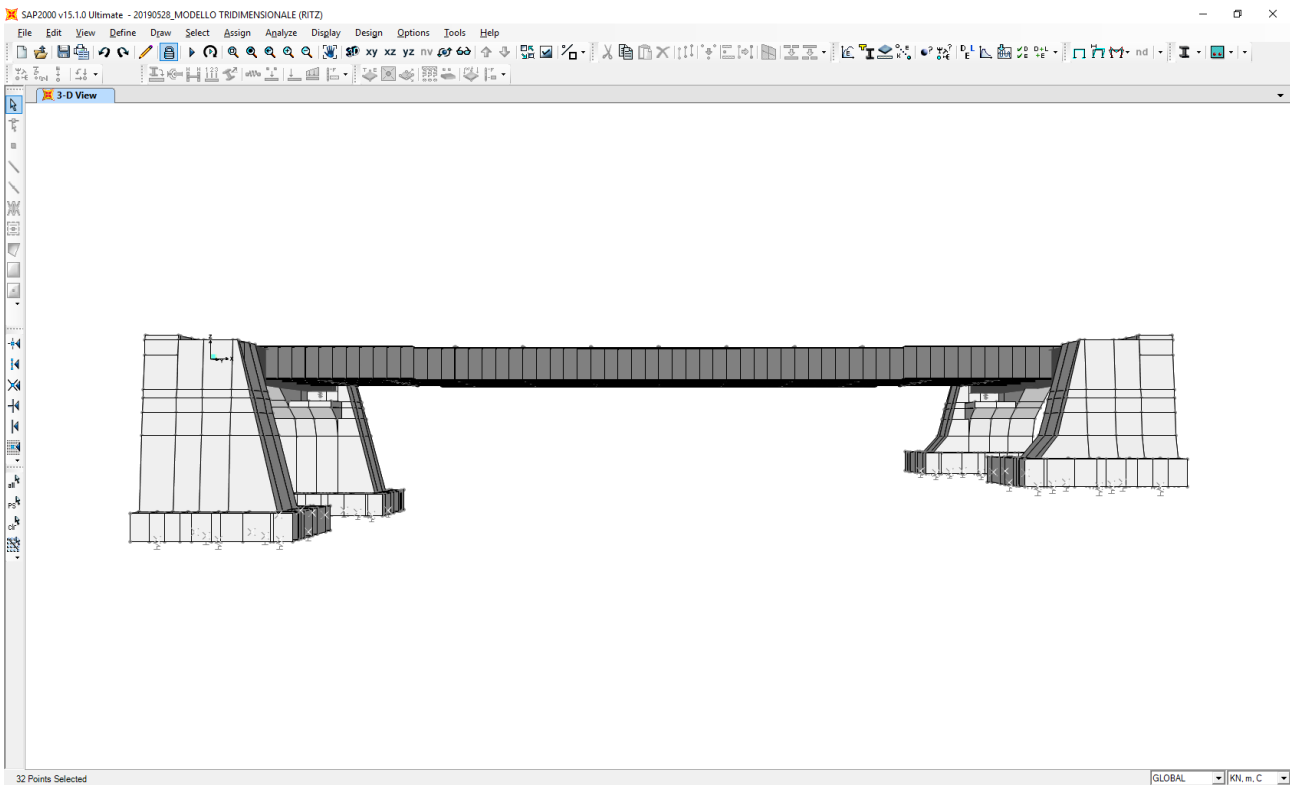


Gli elementi dell'impalcato sono stato tutti modellati mediante elementi monodimensionali tipo "beam".



Le sottostrutture, al fine di rispettare le esatte geometrie e il corretto posizionamento delle masse, sono state modellate mediante elementi tridimensionali tipo "solid". Le sollecitazioni allo spiccato dei ritti sono state desunte mediante apposite "section cuts".





I pali di fondazione sono stati modellati come molle elastiche con le seguenti costanti di rigidità:

- Direzione verticale → **k = 1.000.000,00 kN/m**
- Direzione orizzontale → **k = 500.000,00 kN/m**

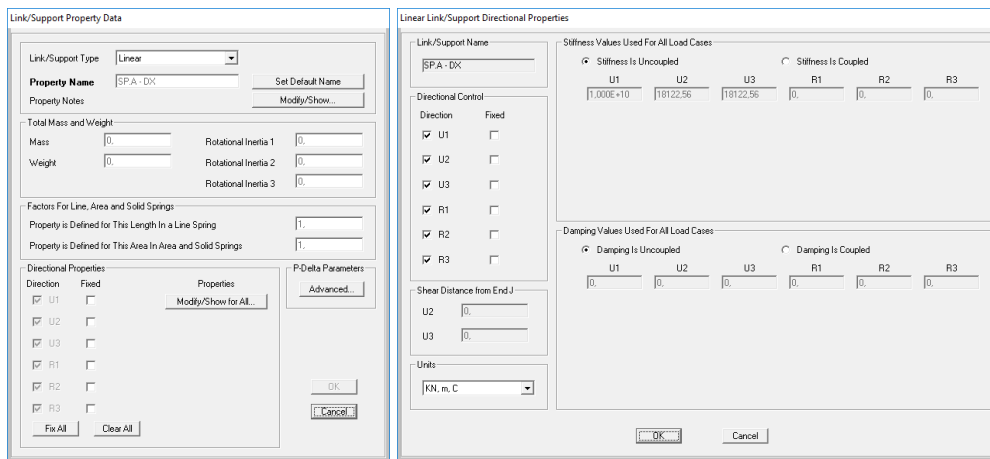
La scelta di costanti di rigidità elevate delle molle, rispetto alla scelta di appoggi semplici, è stata valutata con la finalità di garantire alla struttura un comportamento rigido (massimizzazione delle azioni sollecitanti sulle strutture in cemento armato) e di evitare la formazione di punte di tensione non congruenti con il reale funzionamento della struttura tipiche dell'utilizzo di appoggi semplici come elemento di modellazione dei pali di fondazione.

Gli isolatori sismici sono stati modellati mediante elementi "nlink" lineari equivalenti del tipo "linear", ai quali sono stati attribuiti i valori della rigidità equivalente dell'isolatore a pendolo a singola superficie di scorrimento (rigidità secante), valutata mediante la seguente relazione:

$$K_e = N_{SD} \cdot \left(\frac{1}{R} + \frac{\mu}{d} \right)$$

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle rigidità lineari equivalenti orizzontali assegnate ai differenti isolatori (valori di primo tentativo dedotti dal predimensionamento → relazione di calcolo dell'impalcato metallico):

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	N _{SLC}	μ	R [mm]	D [mm]	K _e [kN/mm]	K _e [kN/m]	ξ
SPALLA A	1	3.141,12	5,45%	2.500,00	10,15	18,12	18.122,56	59,25%
	2	3.144,65	5,45%	2.500,00	10,15	18,14	18.142,93	59,25%
SPALLA B	1	3.556,52	4,92%	2.500,00	10,15	18,66	18.662,09	58,81%
	2	2.812,13	5,98%	2.500,00	10,15	17,69	17.692,87	59,61%



9.1 VALIDAZIONE E TARATURA DEI DATI DI PREDIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO

E' stato adottato un procedimento iterativo partendo da una condizione iniziale caratterizzata dall'assegnazione ai singoli isolatori sismici delle caratteristiche di rigidezza e di smorzamento elastiche equivalenti determinate mediante il predimensionamento.

Successivamente è stata eseguita un'analisi dinamica lineare con spettro di risposta smorzato allo Stato Limite di Collasso.

Determinato il periodo principale di oscillazione della struttura in direzione longitudinale e in direzione trasversale si è proceduto a ricalcolare le caratteristiche di rigidezza e smorzamento elastiche equivalenti degli isolatori in relazione dei valori di tali periodi.

Tale iter è stata implementato fino a una sostanziale stabilità dei risultati → variazione degli spostamenti in fase sismica < 1,00%.

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	PREDIMENSIONAMENTO MANUALE				MODELLO DI CALCOLO - 1° TENTATIVO				
		RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	Δd_{SLC} [%]
SPALLA A	A	18.289,51	10,01	0,8269	59,34%	18.289,51	9,17	0,8269	59,34%	8,39%
	B	18.281,70	10,01			18.281,70	9,13			8,79%
SPALLA B	A	18.801,92	10,01			18.801,92	9,44			5,69%
	B	17.835,55	10,01			17.835,55	8,41			15,98%

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	MODELLO DI CALCOLO - 2° TENTATIVO					MODELLO DI CALCOLO - 3° TENTATIVO				
		RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	Δd_{SLC} [%]	RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	Δd_{SLC} [%]
SPALLA A	A	19.869,14	8,75	0,7876	59,74%	4,58%	20.763,63	8,55	0,7678	59,93%	2,29%
	B	19.929,39	8,68			4,93%	20.898,59	8,46			2,53%
SPALLA B	A	19.859,25	9,08			3,81%	20.591,03	8,89			2,09%
	B	21.041,63	7,78			7,49%	22.656,05	7,49			3,73%

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	MODELLO DI CALCOLO - 4° TENTATIVO					MODELLO DI CALCOLO - 5° TENTATIVO				
		RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	Δd_{SLC} [%]	RIGIDEZZA EQUIVALENTE [kN/m]	SPOSTAMENTO d_{SLC} [mm]	PERIODO DI ISOLAMENTO [sec]	SMORZAMENTO O EQUIVALENTE	Δd_{SLC} [%]
SPALLA A	A	21.220,47	8,45	0,7580	60,03%	1,17%	21.457,00	8,39	0,7530	60,07%	0,71%
	B	21.409,95	8,35			1,30%	21.675,73	8,29			0,72%
SPALLA B	A	21.001,14	8,79			1,12%	21.224,10	8,74			0,57%
	B	23.490,47	7,35			1,87%	23.916,86	7,28			0,95%

Il periodo finale di isolamento è stato dunque definito pari a **0,753 secondi**, cui corrisponde uno smorzamento pari a **60,07%**.

10 SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLO SPICCATO DELLE ELEVAZIONI

10.1 ELEVAZIONE SINISTRA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza dello spiccatto dell'elevazione sinistra per le differenti combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio e allo Stato Limite Ultimo:

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLE - Q.P.01	Max	10.551,35	208,32	549,08	12.297,90	3.513,55	-1.775,80
SLE - Q.P.01	Min	10.551,35	208,32	549,08	12.297,90	3.513,55	-1.775,80
SLE - Q.P.02	Max	10.551,43	214,68	539,61	12.352,64	3.545,62	-1.829,71
SLE - Q.P.02	Min	10.551,43	214,68	539,61	12.352,64	3.545,62	-1.829,71
SLE - FREQ.01	Max	11.664,95	275,74	588,39	13.404,02	3.876,67	-1.775,80
SLE - FREQ.01	Min	10.551,25	207,76	549,06	12.297,61	3.513,54	-1.897,32
SLE - FREQ.02	Max	11.665,03	282,11	578,92	13.458,76	3.908,75	-1.829,71
SLE - FREQ.02	Min	10.551,33	214,13	539,58	12.352,34	3.545,62	-1.951,23
SLE - FREQ.03	Max	10.551,34	207,68	550,03	12.292,43	3.510,34	-1.770,41
SLE - FREQ.03	Min	10.551,34	207,68	550,03	12.292,43	3.510,34	-1.770,41
SLE - FREQ.04	Max	10.551,44	215,31	538,66	12.358,11	3.548,83	-1.835,10
SLE - FREQ.04	Min	10.551,44	215,31	538,66	12.358,11	3.548,83	-1.835,10
SLE - CAR.01	Max	12.056,83	297,35	657,05	13.830,09	3.753,05	-1.780,10
SLE - CAR.01	Min	10.571,89	206,71	604,60	12.354,87	3.268,87	-1.942,12
SLE - CAR.02	Max	12.056,93	304,98	645,68	13.895,78	3.791,54	-1.844,79
SLE - CAR.02	Min	10.572,00	214,34	593,23	12.420,55	3.307,36	-2.006,82
SLE - CAR.03	Max	12.015,45	297,81	547,84	13.704,36	4.235,97	-1.760,72
SLE - CAR.03	Min	10.530,52	207,17	495,39	12.229,14	3.751,79	-1.922,74
SLE - CAR.04	Max	12.015,56	305,45	536,47	13.770,05	4.274,47	-1.825,41
SLE - CAR.04	Min	10.530,62	214,81	484,02	12.294,82	3.790,29	-1.987,43
SLE - CAR.05	Max	11.699,42	274,71	680,35	13.503,27	3.471,03	-1.786,56
SLE - CAR.05	Min	10.585,72	206,73	641,01	12.396,86	3.107,90	-1.908,08
SLE - CAR.06	Max	11.699,52	282,35	668,98	13.568,96	3.509,52	-1.851,25
SLE - CAR.06	Min	10.585,82	214,37	629,64	12.462,54	3.146,39	-1.972,77
SLE - CAR.07	Max	11.630,46	275,49	498,33	13.293,72	4.275,91	-1.754,25
SLE - CAR.07	Min	10.516,76	207,51	458,99	12.187,30	3.912,77	-1.875,77
SLE - CAR.08	Max	11.630,56	283,12	486,96	13.359,41	4.314,40	-1.818,95
SLE - CAR.08	Min	10.516,86	215,14	447,62	12.252,99	3.951,27	-1.940,47
SLE - CAR.09	Max	11.685,60	272,33	647,74	13.439,49	3.619,17	-1.758,54
SLE - CAR.09	Min	10.571,89	204,35	608,40	12.333,07	3.256,04	-1.880,05
SLE - CAR.10	Max	11.685,77	285,05	628,79	13.548,96	3.683,33	-1.866,36
SLE - CAR.10	Min	10.572,06	217,07	589,45	12.442,54	3.320,19	-1.987,88
SLE - CAR.11	Max	11.644,22	272,79	538,53	13.313,76	4.102,10	-1.739,15
SLE - CAR.11	Min	10.530,52	204,81	499,19	12.207,34	3.738,96	-1.860,67
SLE - CAR.12	Max	11.644,39	285,52	519,58	13.423,23	4.166,25	-1.846,97
SLE - CAR.12	Min	10.530,69	217,54	480,24	12.316,81	3.803,12	-1.968,49
SLU - STR.01	Max	16.396,42	410,92	899,12	18.832,04	5.072,17	-2.427,07
SLU - STR.01	Min	14.391,76	288,55	828,31	16.840,49	4.418,53	-2.645,80
SLU - STR.02	Max	16.396,54	420,08	885,47	18.910,86	5.118,36	-2.504,70
SLU - STR.02	Min	14.391,88	297,72	814,66	16.919,31	4.464,72	-2.723,44
SLU - STR.03	Max	16.334,36	411,62	735,30	18.643,44	5.796,55	-2.398,00
SLU - STR.03	Min	14.329,69	289,25	664,49	16.651,89	5.142,91	-2.616,73
SLU - STR.04	Max	16.334,48	420,78	721,65	18.722,26	5.842,75	-2.475,63
SLU - STR.04	Min	14.329,81	298,41	650,85	16.730,71	5.189,11	-2.694,36

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLU - STR.05	Max	15.915,99	380,34	936,03	18.397,12	4.667,30	-2.436,76
SLU - STR.05	Min	14.412,49	288,57	882,92	16.903,45	4.177,07	-2.600,81
SLU - STR.06	Max	15.920,24	389,59	922,39	18.478,38	4.714,65	-2.513,67
SLU - STR.06	Min	14.416,75	297,81	869,28	16.984,72	4.224,42	-2.677,72
SLU - STR.07	Max	15.812,55	381,50	663,00	18.082,79	5.874,61	-2.388,30
SLU - STR.07	Min	14.309,05	289,73	609,90	16.589,13	5.384,38	-2.552,35
SLU - STR.08	Max	15.812,67	390,67	649,36	18.161,61	5.920,80	-2.465,93
SLU - STR.08	Min	14.309,17	298,89	596,25	16.667,95	5.430,57	-2.629,98
SLU - STR.09	Max	15.895,26	377,52	885,97	18.308,01	4.893,36	-2.401,19
SLU - STR.09	Min	14.391,76	285,75	832,87	16.814,35	4.403,13	-2.565,24
SLU - STR.10	Max	15.895,46	392,79	863,23	18.439,38	4.970,35	-2.530,58
SLU - STR.10	Min	14.391,96	301,02	810,13	16.945,71	4.480,12	-2.694,63
SLU - STR.11	Max	15.833,19	378,22	722,16	18.119,41	5.617,75	-2.372,12
SLU - STR.11	Min	14.329,70	286,44	669,05	16.625,75	5.127,52	-2.536,17
SLU - STR.12	Max	15.833,40	393,49	699,42	18.250,78	5.694,74	-2.501,50
SLU - STR.12	Min	14.329,90	301,72	646,31	16.757,12	5.204,51	-2.665,55
SLV - X - 01	Max	10.884,75	1.245,50	894,28	21.648,69	4.834,46	121,23
SLV - X - 01	Min	10.224,86	-348,22	280,56	7.064,85	1.754,52	-3.841,76
SLV - X - 02	Max	10.884,79	1.258,23	870,59	21.758,25	4.923,37	-3,91
SLV - X - 02	Min	10.224,90	-335,49	256,86	7.174,41	1.843,43	-3.966,91
SLV - Y - 01	Max	10.978,00	737,06	1.493,50	17.339,07	7.299,67	-341,16
SLV - Y - 01	Min	10.131,61	160,22	-318,67	11.374,47	-710,69	-3.379,37
SLV - Y - 02	Max	10.978,04	749,79	1.469,81	17.448,63	7.388,58	-466,31
SLV - Y - 02	Min	10.131,65	172,95	-342,36	11.484,03	-621,78	-3.504,51

10.2 ELEVAZIONE DESTRA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza dello spiccatto dell'elevazione sinistra per le differenti combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio e allo Stato Limite Ultimo:

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLE - Q.P.01	Max	10.551,86	207,03	-545,20	12.284,10	-3.531,97	1.776,60
SLE - Q.P.01	Min	10.551,86	207,03	-545,20	12.284,10	-3.531,97	1.776,60
SLE - Q.P.02	Max	10.551,78	214,19	-535,47	12.344,72	-3.564,75	1.829,34
SLE - Q.P.02	Min	10.551,78	214,19	-535,47	12.344,72	-3.564,75	1.829,34
SLE - FREQ.01	Max	11.490,74	271,05	-545,20	13.295,25	-3.531,85	1.927,20
SLE - FREQ.01	Min	10.551,86	206,89	-583,72	12.284,10	-3.847,96	1.776,54
SLE - FREQ.02	Max	11.490,65	278,21	-535,47	13.355,87	-3.564,63	1.979,94
SLE - FREQ.02	Min	10.551,78	214,05	-573,99	12.344,72	-3.880,75	1.829,27
SLE - FREQ.03	Max	10.551,87	206,31	-546,18	12.278,04	-3.528,69	1.771,33
SLE - FREQ.03	Min	10.551,87	206,31	-546,18	12.278,04	-3.528,69	1.771,33
SLE - FREQ.04	Max	10.551,77	214,90	-534,50	12.350,78	-3.568,03	1.834,61
SLE - FREQ.04	Min	10.551,77	214,90	-534,50	12.350,78	-3.568,03	1.834,61
SLE - CAR.01	Max	11.783,02	291,73	-491,88	13.561,81	-3.768,95	1.960,75
SLE - CAR.01	Min	10.531,18	206,18	-543,24	12.213,61	-4.190,44	1.759,86
SLE - CAR.02	Max	11.782,92	300,32	-480,20	13.634,56	-3.808,29	2.024,03
SLE - CAR.02	Min	10.531,08	214,78	-531,56	12.286,36	-4.229,78	1.823,14
SLE - CAR.03	Max	11.824,40	291,62	-600,47	13.690,60	-3.288,10	1.983,50
SLE - CAR.03	Min	10.572,56	206,08	-651,83	12.342,40	-3.709,59	1.782,62
SLE - CAR.04	Max	11.824,29	300,22	-588,79	13.763,34	-3.327,44	2.046,78
SLE - CAR.04	Min	10.572,45	214,67	-640,15	12.415,14	-3.748,93	1.845,90
SLE - CAR.05	Max	11.456,27	270,42	-455,68	13.181,82	-3.929,28	1.902,97
SLE - CAR.05	Min	10.517,39	206,26	-494,20	12.170,66	-4.245,40	1.752,30
SLE - CAR.06	Max	11.456,17	279,01	-444,00	13.254,56	-3.968,61	1.966,25
SLE - CAR.06	Min	10.517,29	214,85	-482,52	12.243,41	-4.284,73	1.815,58
SLE - CAR.07	Max	11.525,23	270,24	-636,67	13.396,46	-3.127,86	1.940,89
SLE - CAR.07	Min	10.586,35	206,08	-675,19	12.385,31	-3.443,98	1.790,22
SLE - CAR.08	Max	11.525,13	278,84	-624,99	13.469,20	-3.167,20	2.004,17
SLE - CAR.08	Min	10.586,25	214,68	-663,51	12.458,05	-3.483,32	1.853,50
SLE - CAR.09	Max	11.470,09	267,52	-495,77	13.200,52	-3.755,88	1.889,46
SLE - CAR.09	Min	10.531,21	203,36	-534,29	12.189,37	-4.072,00	1.738,79
SLE - CAR.10	Max	11.469,92	281,84	-476,31	13.321,75	-3.821,44	1.994,92
SLE - CAR.10	Min	10.531,04	217,68	-514,82	12.310,60	-4.137,56	1.844,26
SLE - CAR.11	Max	11.511,47	267,42	-604,37	13.329,30	-3.275,03	1.912,21
SLE - CAR.11	Min	10.572,59	203,26	-642,89	12.318,15	-3.591,15	1.761,55
SLE - CAR.12	Max	11.511,30	281,74	-584,90	13.450,54	-3.340,59	2.017,68
SLE - CAR.12	Min	10.572,42	217,58	-623,42	12.439,39	-3.656,71	1.867,01
SLU - STR.01	Max	16.020,57	403,41	-659,60	18.450,83	-5.166,78	2.667,69
SLU - STR.01	Min	14.330,58	287,92	-728,94	16.630,76	-5.735,80	2.396,50
SLU - STR.02	Max	16.020,44	413,72	-645,59	18.538,12	-5.213,98	2.743,63
SLU - STR.02	Min	14.330,46	298,23	-714,92	16.718,05	-5.783,00	2.472,43
SLU - STR.03	Max	16.082,63	403,25	-822,50	18.644,01	-4.445,51	2.701,83
SLU - STR.03	Min	14.392,65	287,76	-891,83	16.823,94	-5.014,52	2.430,63
SLU - STR.04	Max	16.082,51	413,56	-808,48	18.731,30	-4.492,71	2.777,76
SLU - STR.04	Min	14.392,53	298,07	-877,82	16.911,23	-5.061,73	2.506,56

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLU - STR.05	Max	15.577,38	374,65	-605,31	17.931,39	-5.407,26	2.588,55
SLU - STR.05	Min	14.309,89	288,03	-657,31	16.566,33	-5.834,02	2.385,15
SLU - STR.06	Max	15.573,13	384,90	-591,29	18.016,40	-5.453,31	2.665,22
SLU - STR.06	Min	14.305,64	298,28	-643,29	16.651,35	-5.880,07	2.461,82
SLU - STR.07	Max	15.680,82	374,38	-876,79	18.253,35	-4.205,14	2.645,43
SLU - STR.07	Min	14.413,34	287,76	-928,80	16.888,30	-4.631,90	2.442,04
SLU - STR.08	Max	15.680,70	384,69	-862,78	18.340,64	-4.252,34	2.721,37
SLU - STR.08	Min	14.413,21	298,08	-914,78	16.975,59	-4.679,10	2.517,97
SLU - STR.09	Max	15.598,11	371,16	-664,28	17.966,71	-5.151,10	2.574,61
SLU - STR.09	Min	14.330,62	284,54	-716,28	16.601,66	-5.577,86	2.371,22
SLU - STR.10	Max	15.597,91	388,35	-640,92	18.112,20	-5.229,78	2.701,17
SLU - STR.10	Min	14.330,42	301,73	-692,92	16.747,14	-5.656,54	2.497,78
SLU - STR.11	Max	15.660,18	371,00	-827,17	18.159,89	-4.429,83	2.608,74
SLU - STR.11	Min	14.392,69	284,38	-879,17	16.794,84	-4.856,59	2.405,35
SLU - STR.12	Max	15.659,97	388,19	-803,81	18.305,38	-4.508,50	2.735,31
SLU - STR.12	Min	14.392,48	301,57	-855,81	16.940,32	-4.935,26	2.531,91
SLV - X - 01	Max	10.890,09	1.248,09	-266,06	21.659,11	-1.819,12	3.839,43
SLV - X - 01	Min	10.206,72	-341,89	-876,37	7.089,25	-4.905,65	-119,32
SLV - X - 02	Max	10.890,05	1.264,61	-242,38	21.799,12	-1.906,75	3.961,28
SLV - X - 02	Min	10.206,67	-325,36	-852,68	7.229,26	-4.993,28	2,53
SLV - Y - 01	Max	10.970,08	738,21	335,10	17.360,84	649,34	3.372,77
SLV - Y - 01	Min	10.126,72	167,99	-1.477,53	11.387,52	-7.374,11	347,34
SLV - Y - 02	Max	10.970,04	754,73	358,79	17.500,85	561,71	3.494,62
SLV - Y - 02	Min	10.126,68	184,52	-1.453,84	11.527,53	-7.461,74	469,19

11 SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLE ELEVAZIONI

11.1 SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di armatura è rettangolare con base pari a **350 cm** (direzione perpendicolare all'impalcato) e altezza pari a **899 cm** (direzione parallela all'impalcato).

L'armatura verticale è costituita da:

- **Ø26/10** disposti lungo i lati maggiori
- **Ø26/10** disposti lungo i lati maggiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copreferro minimo è assunto pari a **40 mm**.

11.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

11.2.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – Q.P.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **N_{Sd} = 10.551,78 kNm**.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a **M_{long,Sd} = 12.344,72 kNm**

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{trasv,Sd} = -3.564,75 kNm**.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 246 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	899
3	350	899
4	350	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5,31	6,5	6,5
2	5,31	6,5	14,5
3	5,31	6,5	24,5
4	5,31	6,5	34,5
5	5,31	6,5	44,5
6	5,31	6,5	54,5

Sollecitazioni
S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 10551,78 kN
M_{xEd}: 12344,72 kNm
M_{yEd}: -3564,75 kNm

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}: 18,81 N/mm²
E_s/E_c: 15 | f_{cc}/f_{cd}: 1
ε_{syd}: 1,957 ‰ | σ_{c,adm}: 12,25 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² | τ_{co}: 0,7333 N/mm²
τ_{cl}: 2,114 N/mm²

σ_c: -0,7288 N/mm²
σ_s: 1,34 N/mm²
ε_s: 0,006701 ‰
d: 729,2 cm
x: 649,6 cm | x/d: 0,8908
δ: 1

Verifica
N° iterazioni: 2
 Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **σ_c = 0,72 N/mm² < 0,45 f_{ck} = 14,94 N/mm²**
- **σ_s = 1,34 N/mm² < 0,80 f_{yk} = 360,00 N/mm²**

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.2.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQ.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 10.551,78$ kNm.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = 12.344,72$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -3.880,75$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 246 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	899	2	5,31	6,5	14,5
3	350	899	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni:
 S.L.U. | Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN: 0, yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

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} 18,81 N/mm²
 E_s/E_c 15 | f_{cc}/f_{cd} 1
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ | $\sigma_{c,adm}$ 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | τ_{co} 0,7333 N/mm²
 τ_{cl} 2,114 N/mm²

σ_c -0,7456 N/mm²
 σ_s 1,596 N/mm²

ϵ_s 0,00798 ‰
 d 707,2 cm
 x 618,9 | x/d 0,8751
 δ 1

Verifica | N° iterazioni: 2 | Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,74 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 1,59 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.2.3 COMBINAZIONE SLE – RARA

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CAR.06**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 10.517,29$ kNm.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = 12.243,41$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -4.284,73$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 246 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	899	2	5,31	6,5	14,5
3	350	899	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni:
 S.L.U. | Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0, yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} : 18,81 N/mm²
 E_s/E_c : 15 | f_{cc}/f_{cd} : 1
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ | $\sigma_{c,adm}$: 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² | τ_{co} : 0,7333 N/mm²
 τ_{cl} : 2,114 N/mm²

σ_c : -0,7644 N/mm²
 σ_s : 1,92 N/mm²

ϵ_s : 0,009602 ‰
 d: 680,1 cm
 x: 582,5 cm | x/d: 0,8566
 δ : 1

Verifica | N° iterazioni: 2 | Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,76 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 1,92 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Stanti le tensioni sui materiali estremamente ridotte, le verifiche allo Stato Limite di fessurazione possono essere considerate implicitamente soddisfatte.

11.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE

11.4.1 COMBINAZIONE SLU – STR

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – STR.08**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 15.812,67$ kNm.

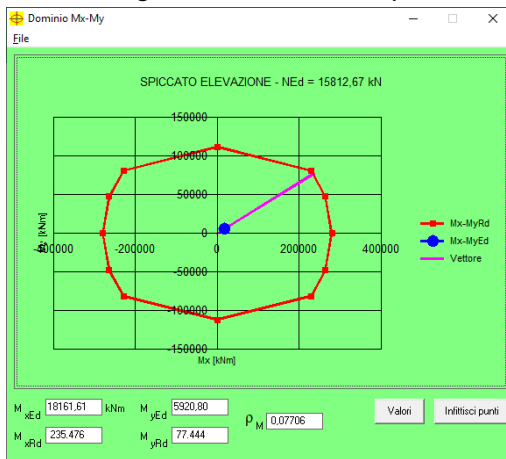
Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = 18.161,61$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = 5.920,80$ kNm.

I momenti resistenti risultano pari a:

- $M_{long,Rd} = 235.476,00$ kNm $>$ $M_{long,Sd} = 18.161,61$ kNm
- $M_{trasv,Rd} = 77.444,00$ kNm $>$ $M_{trasv,Sd} = 5.920,80$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.4.2 COMBINAZIONE SLV

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV – Y - 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 10.978,04$ kNm.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = 17.448,63$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = 7.338,58$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 246 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	899	2	5,31	6,5	14,5
3	350	899	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Sollecitazioni
 S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 15812,67 | 0 kN
 M_{xEd}: 18161,61 | 0 kNm
 M_{yEd}: 5920,80 | 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0, yN: 0

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}: 18,81
 E_s/E_c: 15 | f_{cc}/f_{cd}: 1
 E_{syd}: 1,957 ‰ | σ_{c,adm}: 12,25
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² | τ_{co}: 0,7333
 τ_{c1}: 2,114

Momento
 M_{xRd}: 235.476 kNm
 M_{yRd}: 77.444 kNm
 σ_c: -18,81 N/mm²
 σ_s: 391,3 N/mm²
 ε_c: 3,5 ‰
 ε_s: 11,58 ‰
 d: 783,9 cm
 x: 181,9 | x/d: 0,2321
 δ: 0,7301

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

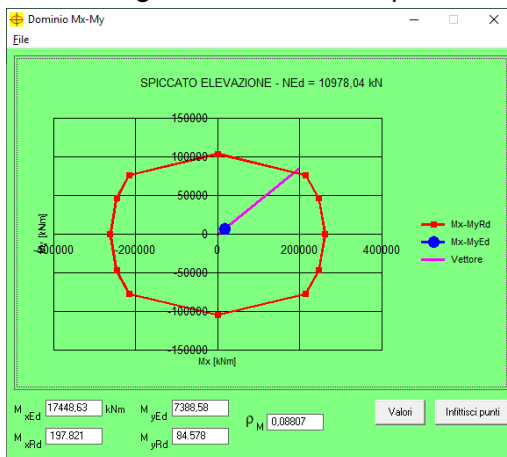
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.: 100
 Calcola MRd | Dominio Mx-My
 angolo asse neutro θ°: 304
 Precompresso

I momenti resistenti risultano pari a:

- $M_{long,Rd} = 197.821$ kNm > $M_{long,Sd} = 17.448,63$ kNm
- $M_{trasv,Rd} = 84.578,00$ kNm > $M_{trasv,Sd} = 7.338,58$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

11.5.1 DIREZIONE LONGITUDINALE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV - X - 02**.

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 1.264,61$ kNm.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	350,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	899,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	895,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	▼
Tensione caratteristica di rottura:	f_{ik}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1264,61	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	350,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	6335,43	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	132598,73	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	6.335,43	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	5,01	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

11.5.2 DIREZIONE TRASVERSALE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV - Y - 01**.

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a **$V_{Sd} = 1.493,50$ kNm**.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	899,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	350,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	346,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	▼
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1493,50	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

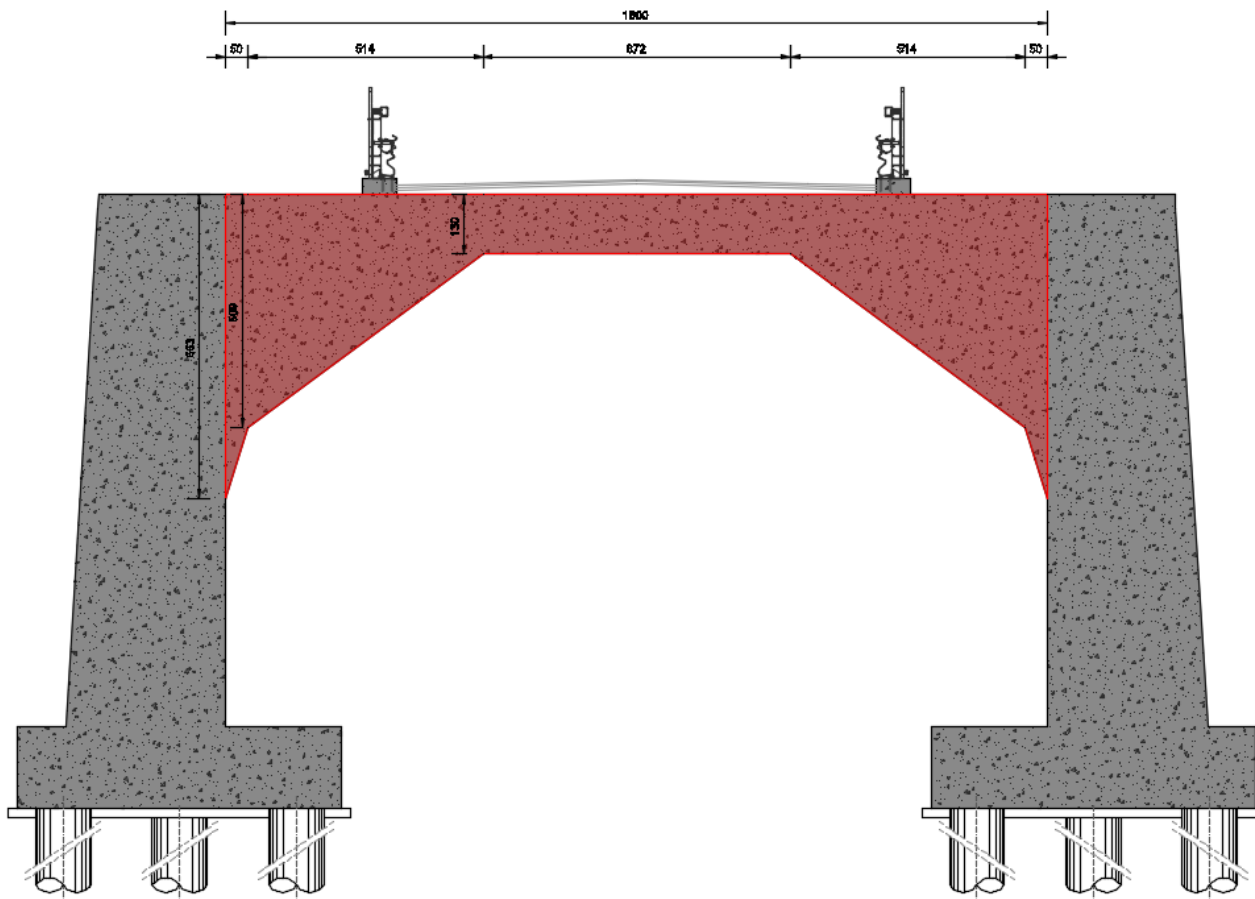
Larghezza minima della sezione:	b_w	899,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	2449,23	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	131669,16	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	2.449,23	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,64	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

12 SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLA TRAVATA POSTERIORE

12.1 DEFINIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO E DEI CARICHI AGENTI

Al fine di valutare le azioni sollecitanti sulla travata posteriore è stato realizzato un apposito modello di calcolo (locale) mediante il software agli elementi finiti SAP2000 v.15.1 (Computers & Structures, Inc.), che rappresenta l'elemento di seguito evidenziato:



Lo schema statico adottato è di trave a campata unica incastrata agli estremi.

La larghezza della trave è stata considerata pari a **199 cm**, mentre la larghezza di applicazione dei carichi statici e mobili è stata considerata pari a **219 cm** (per tener conto della presenza del dente superiore in cemento armato).

Sono stati pertanto presi in esame i seguenti carichi:

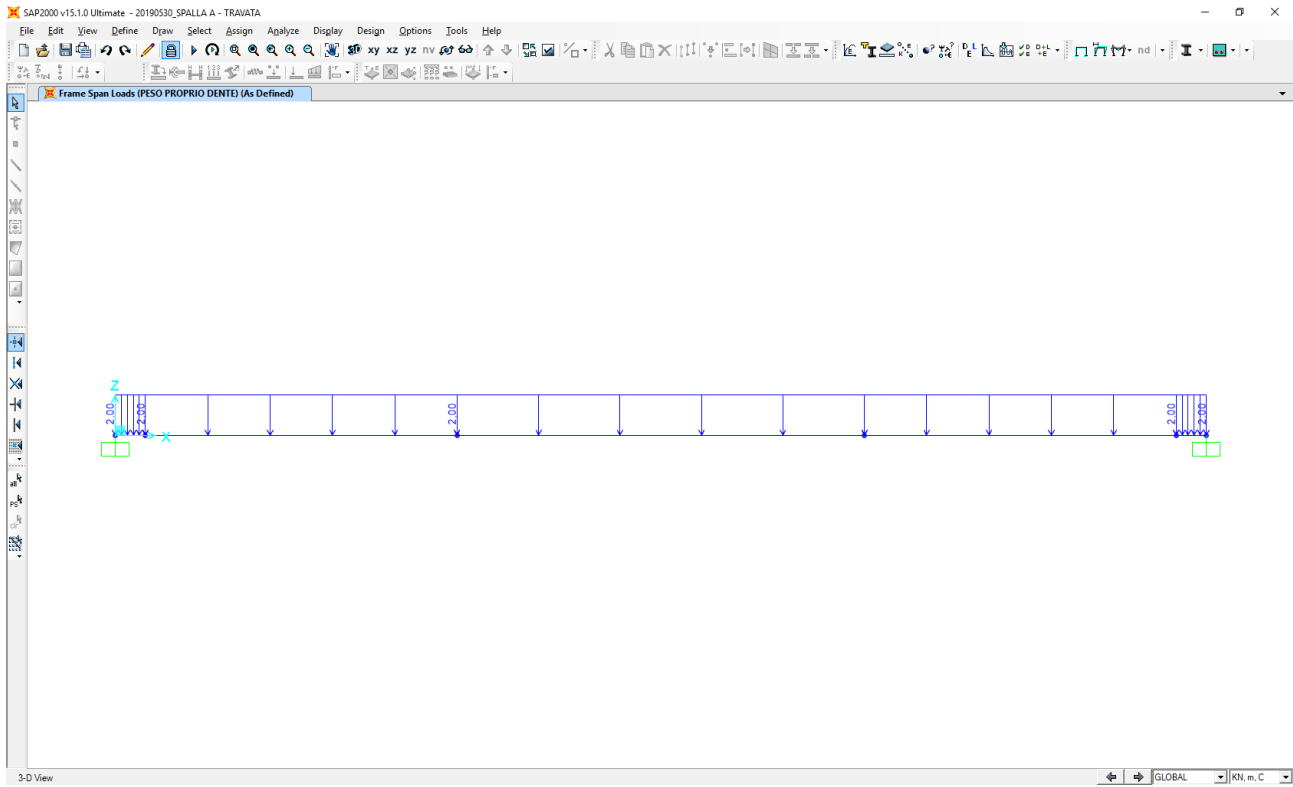
- Peso proprio della travata
- Peso proprio del dente superiore in cemento armato
- Peso proprio dei cordoli laterali in cemento armato
- Peso proprio della pavimentazione stradale
- Peso proprio delle barriere guard – rail
- Carichi accidentali da traffico (secondo le disposizioni definite al capitolo 7.10.1)

Nella tabella successiva è riportata la determinazione dei carichi cocntrati e lineari, relativi ai carichi permanenti, applicati al modello di calcolo:

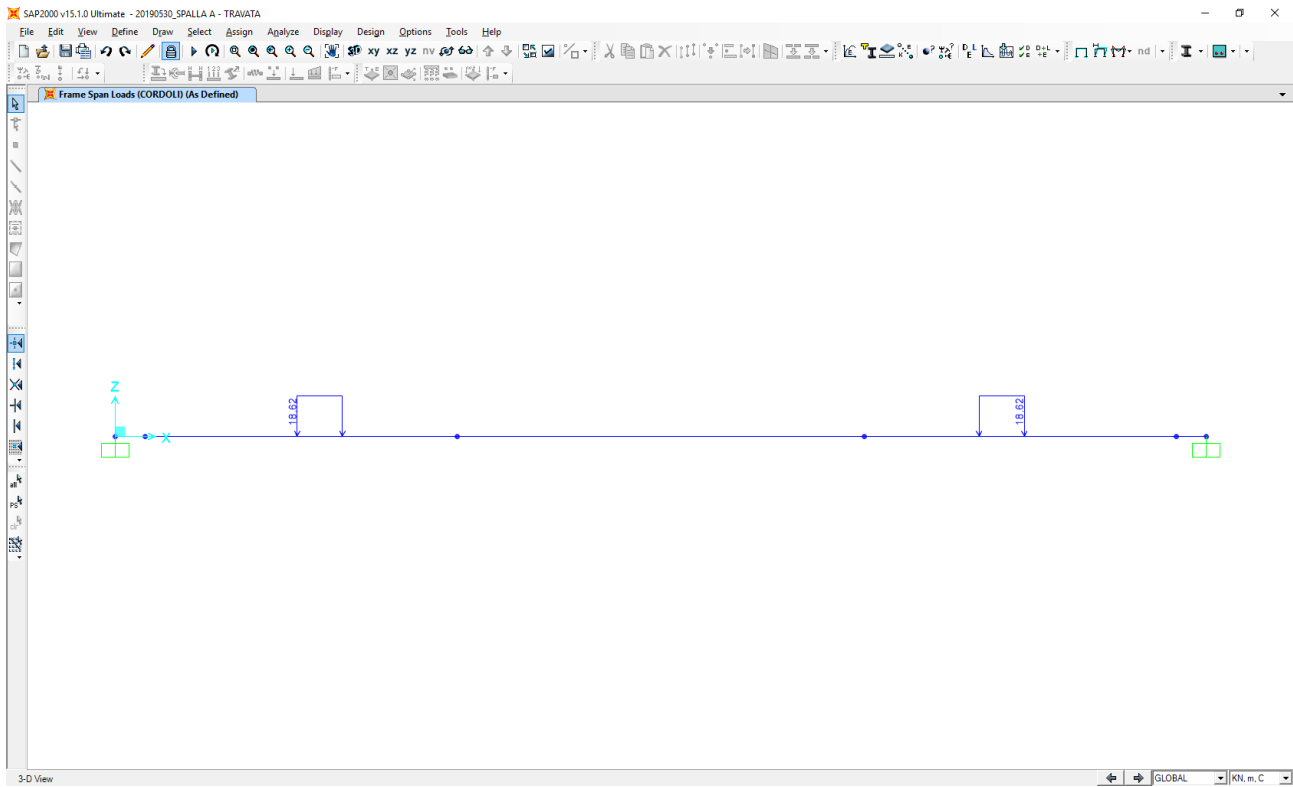
CARICO	b ₁ [m]	b ₂ [m]	h [m]	L [m]	V [m ³ /m]	γ [kN/m ³]	p [kN/m]	P [kN]
Peso proprio dente in cemento armato	0,50	0,30	0,20	-	0,08	25,00	2,00	-
Cordoli in cemento armato	-	-	0,34	2,19	0,74	25,00	18,62	-
Pavimentazione (h _{min})	-	-	0,21	2,19	0,46	22,00	10,12	-
Pavimentazione (h _{max})	-	-	0,34	2,19	0,74	22,00	16,38	-
Barriere guard rail	-	-	-	2,19	-	2,00	-	4,38

Nelle immagini seguenti è riportata l'applicazione dei carichi al modello di calcolo.

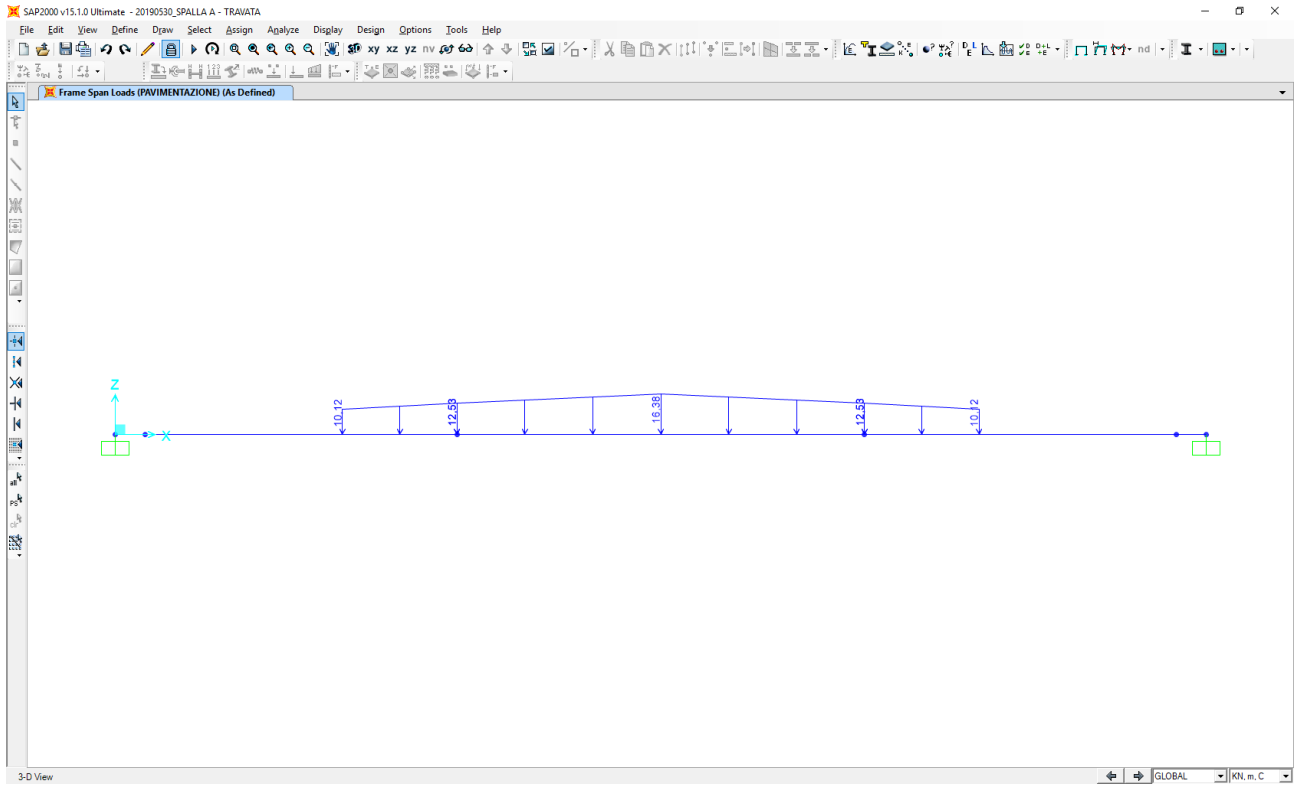
Peso proprio del dente superiore in cemento armato



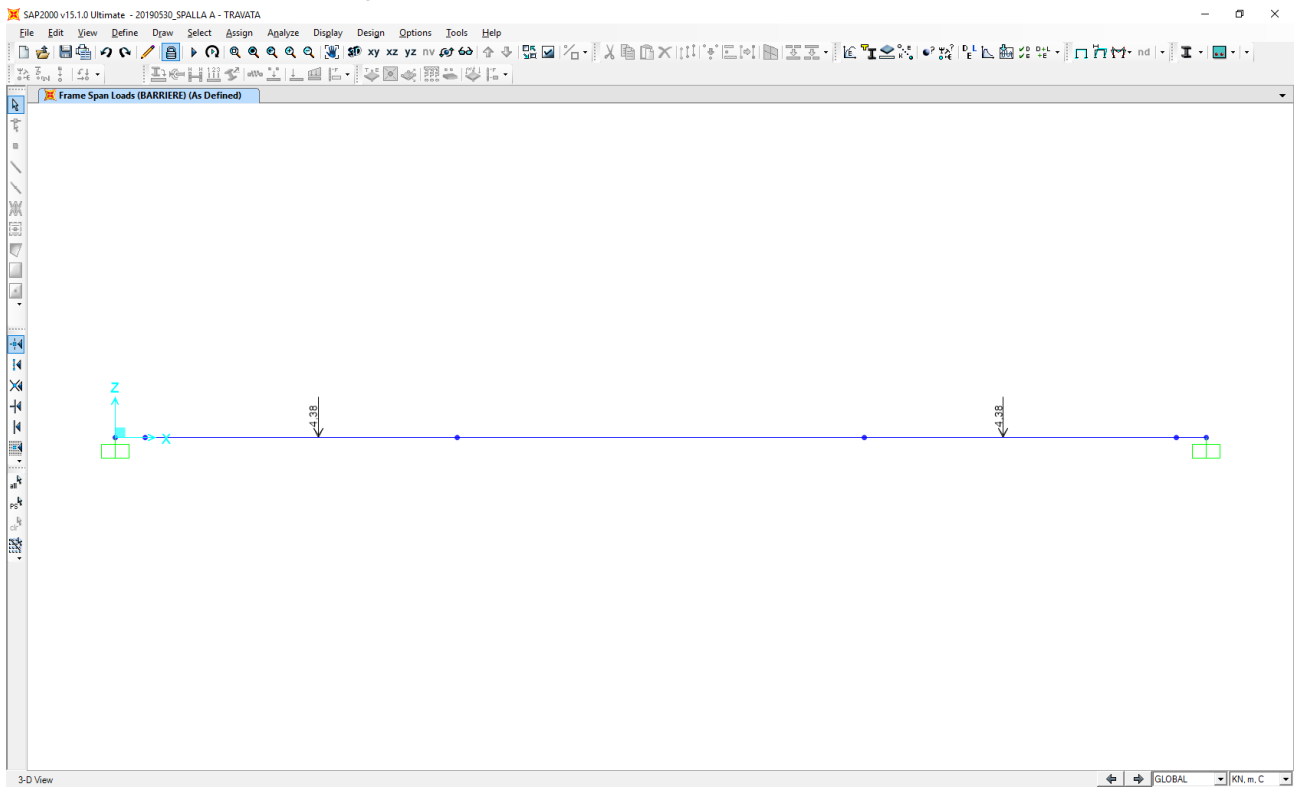
Peso proprio dei cordoli laterali in cemento armato



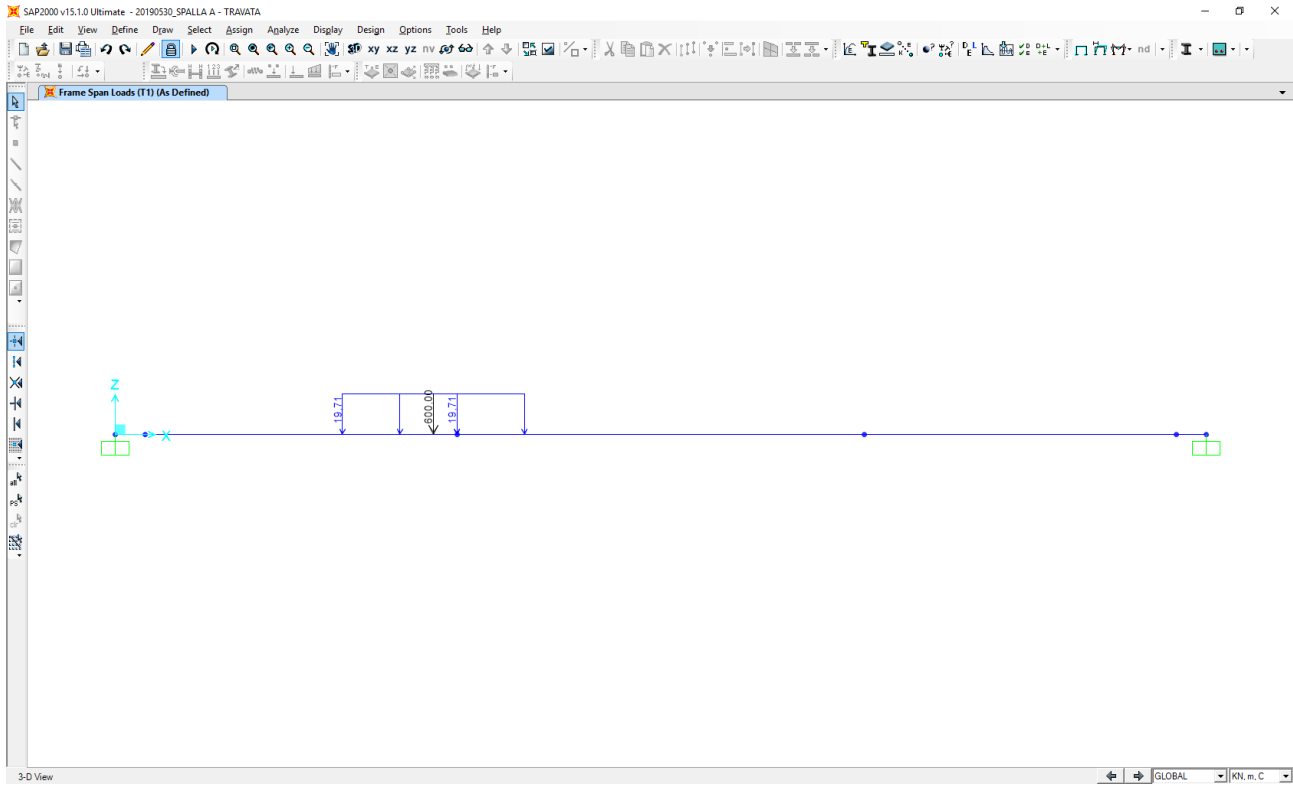
Peso proprio della pavimentazione stradale



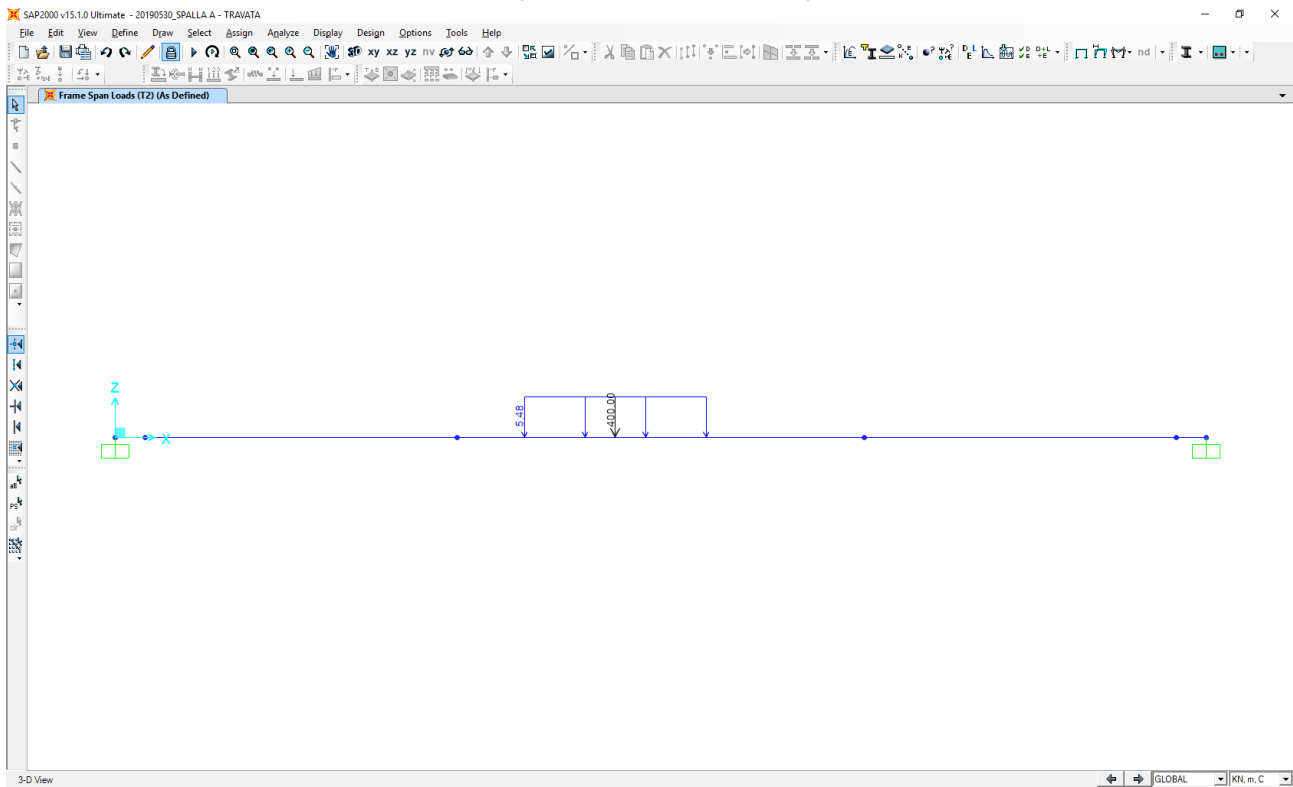
Peso proprio delle barriere guard rail



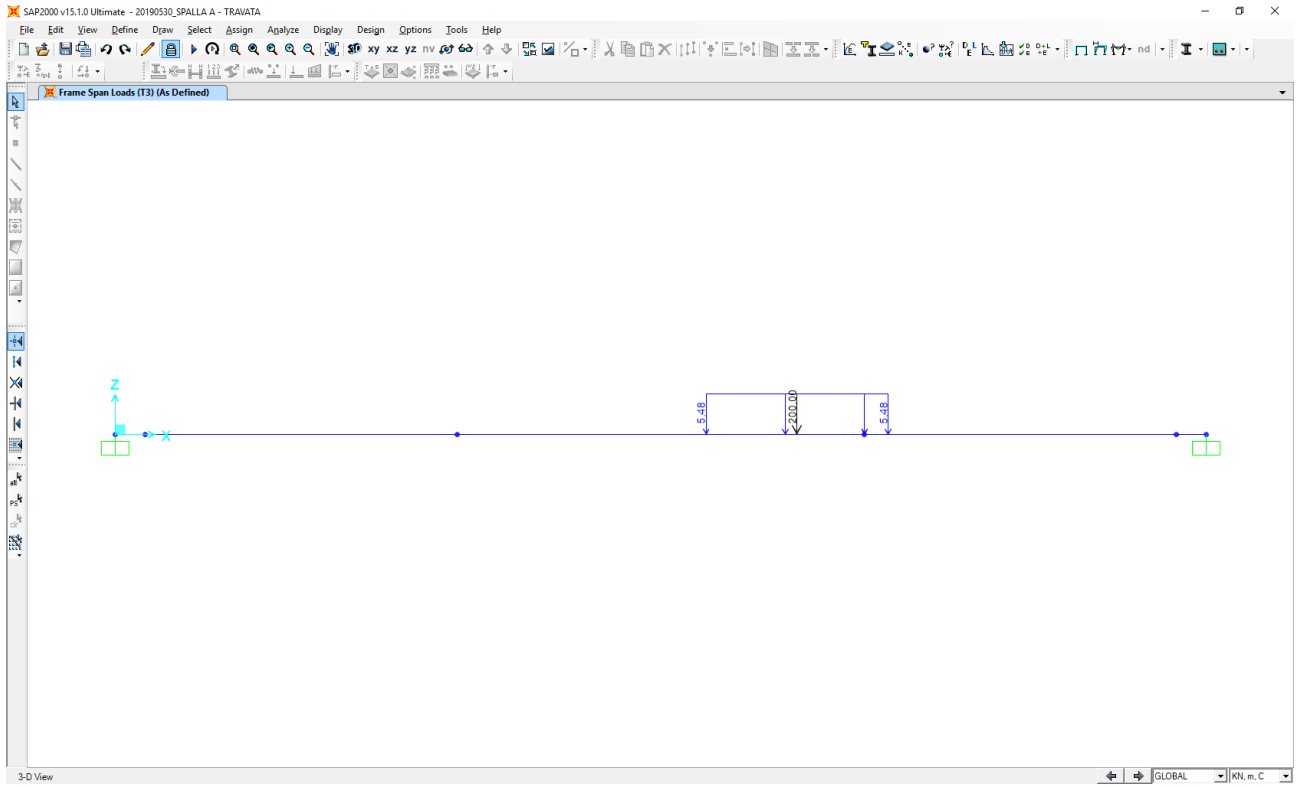
Carico accidentale da traffico $Q_{1a} - q_{1a}$ (Disposizioni 01-02-03-04)



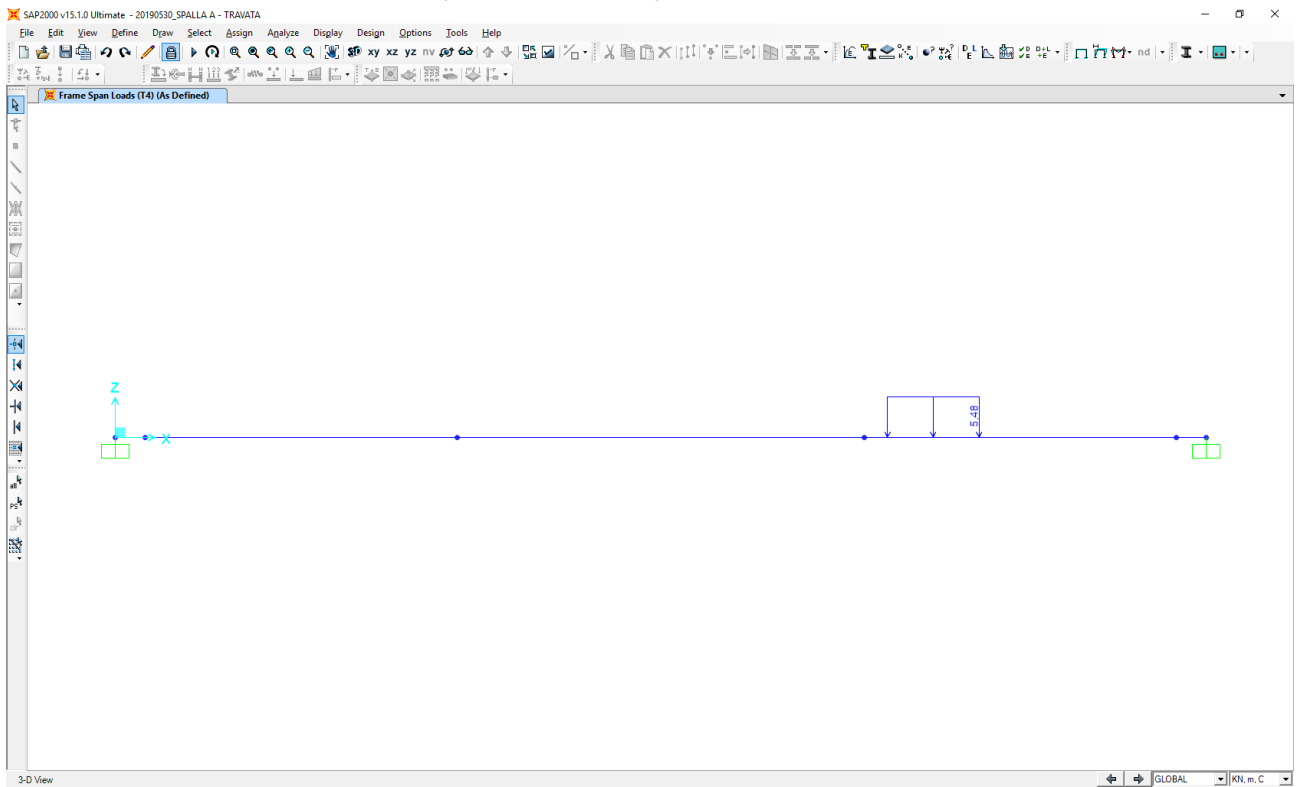
Carico accidentale da traffico $Q_{1b} - q_{1b}$ (Disposizioni 01-02-03)



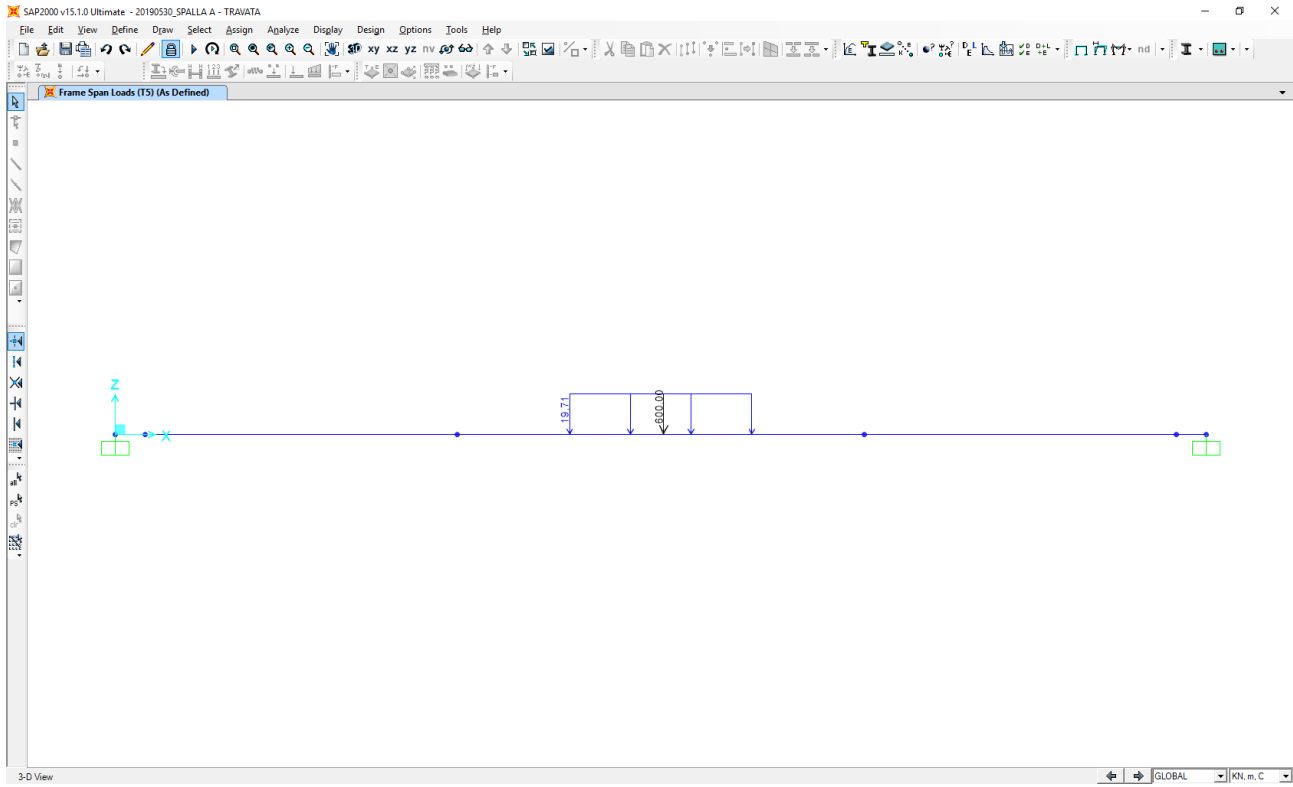
Carico accidentale da traffico $Q_{1c} - q_{1c}$ (Disposizioni 01-02)



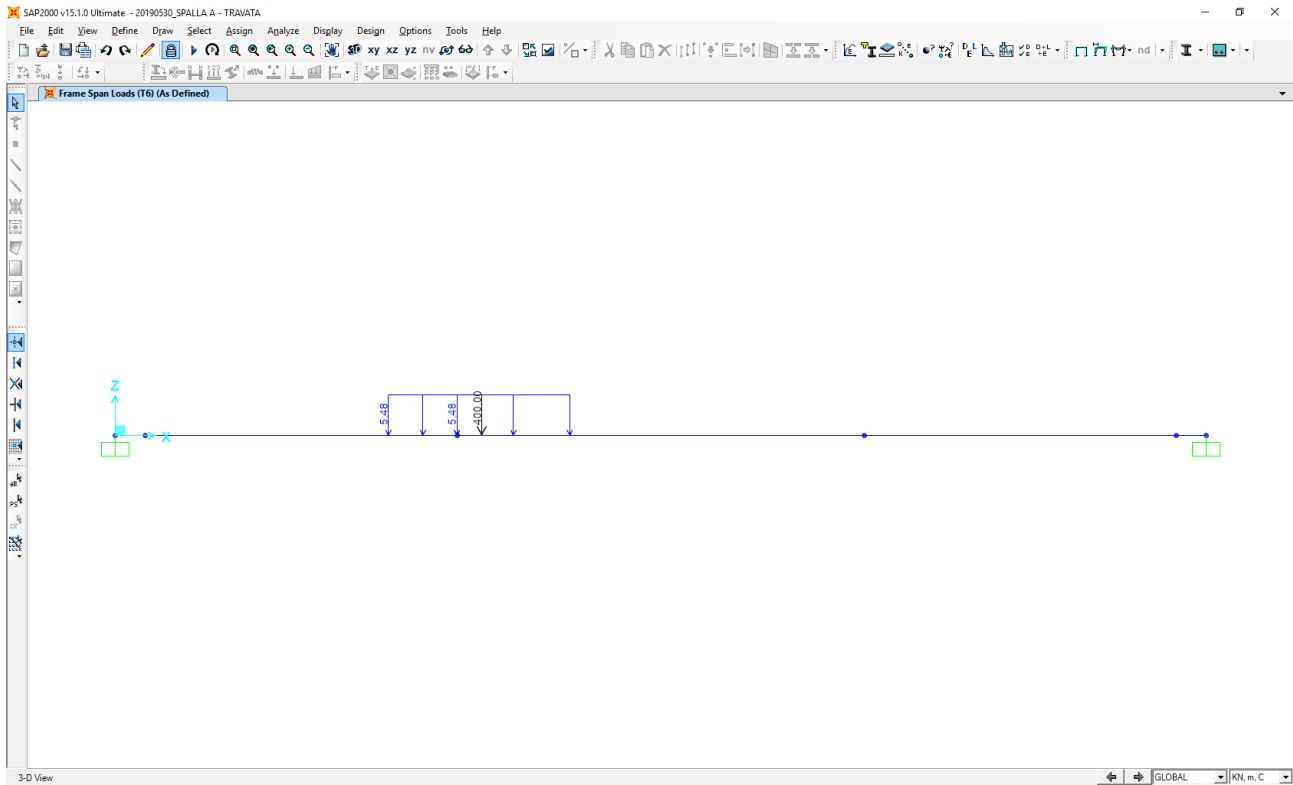
Carico accidentale da traffico q_{1d} (Disposizione 01)



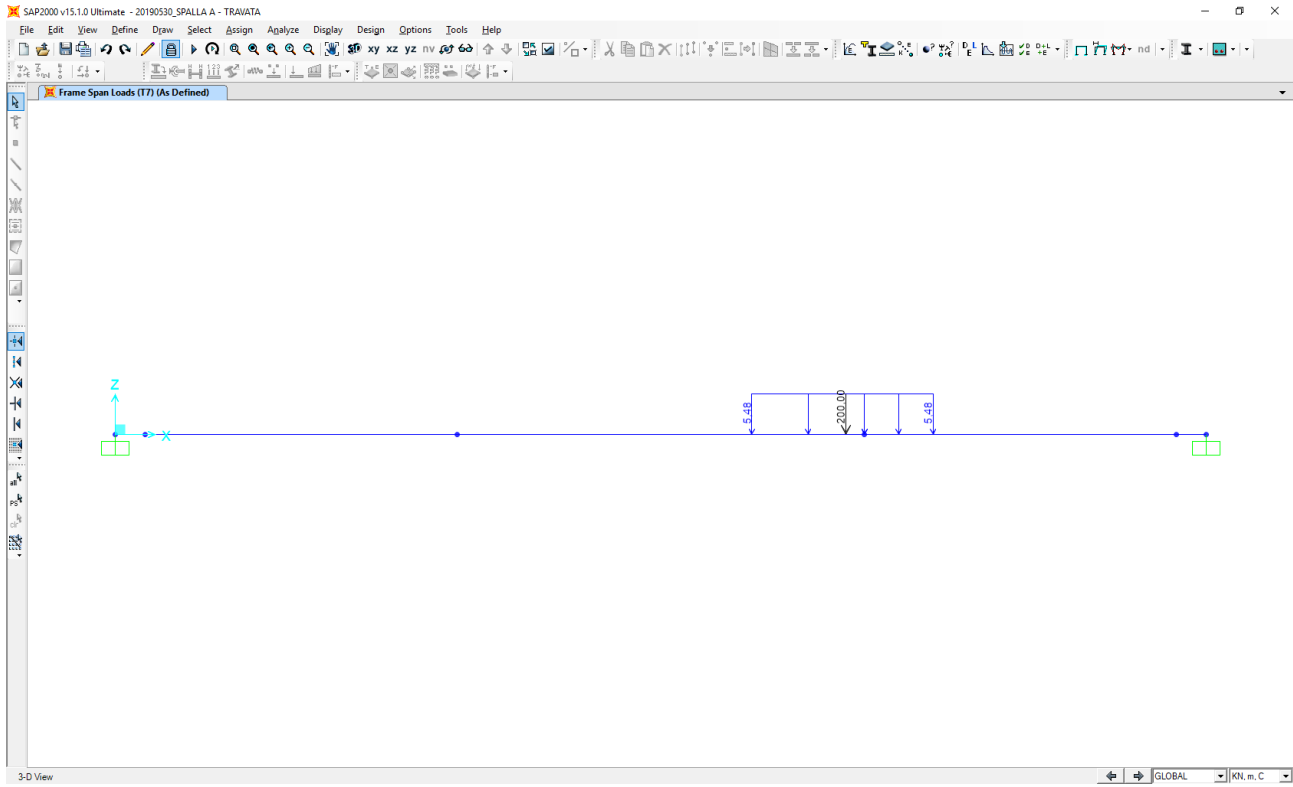
Carico accidentale da traffico $Q_{1a} - q_{1a}$ (Disposizioni 05-06-07-08)



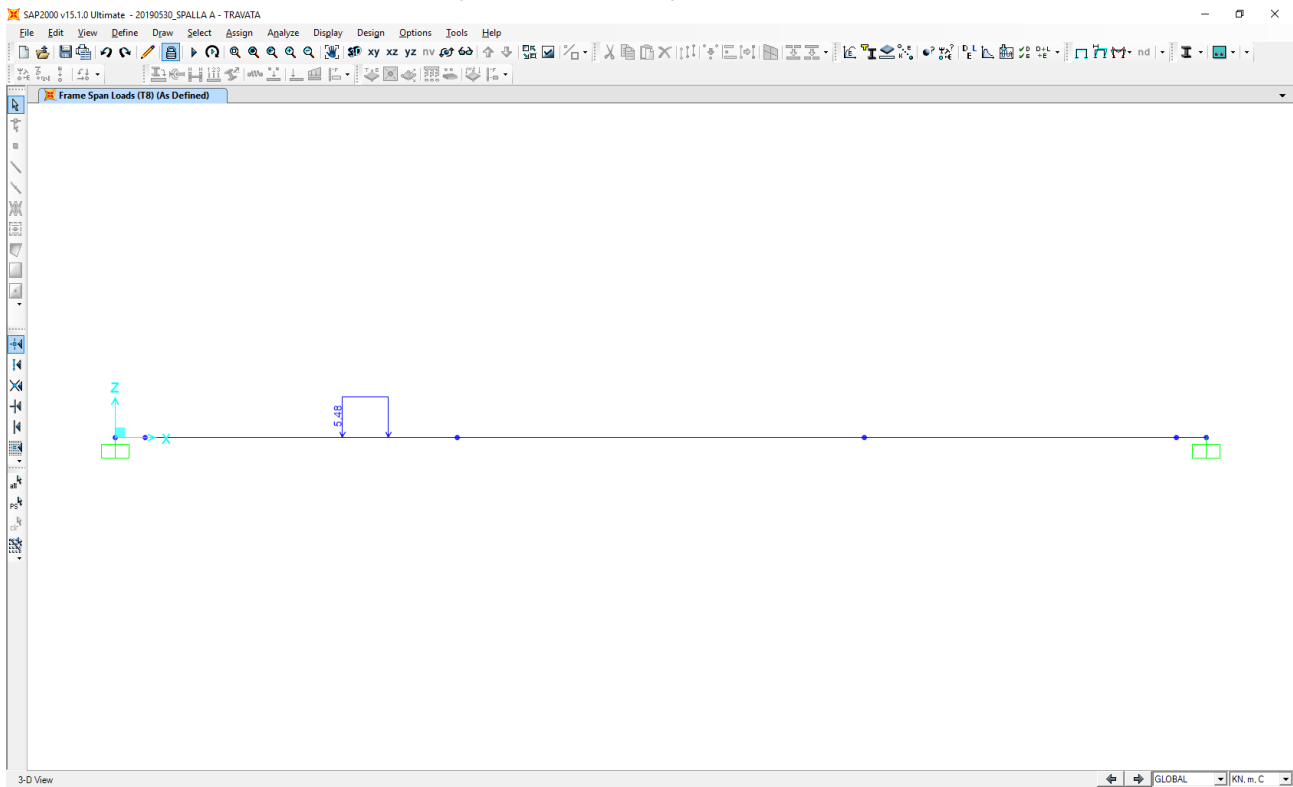
Carico accidentale da traffico $Q_{1b} - q_{1b}$ (Disposizioni 05-06-07)



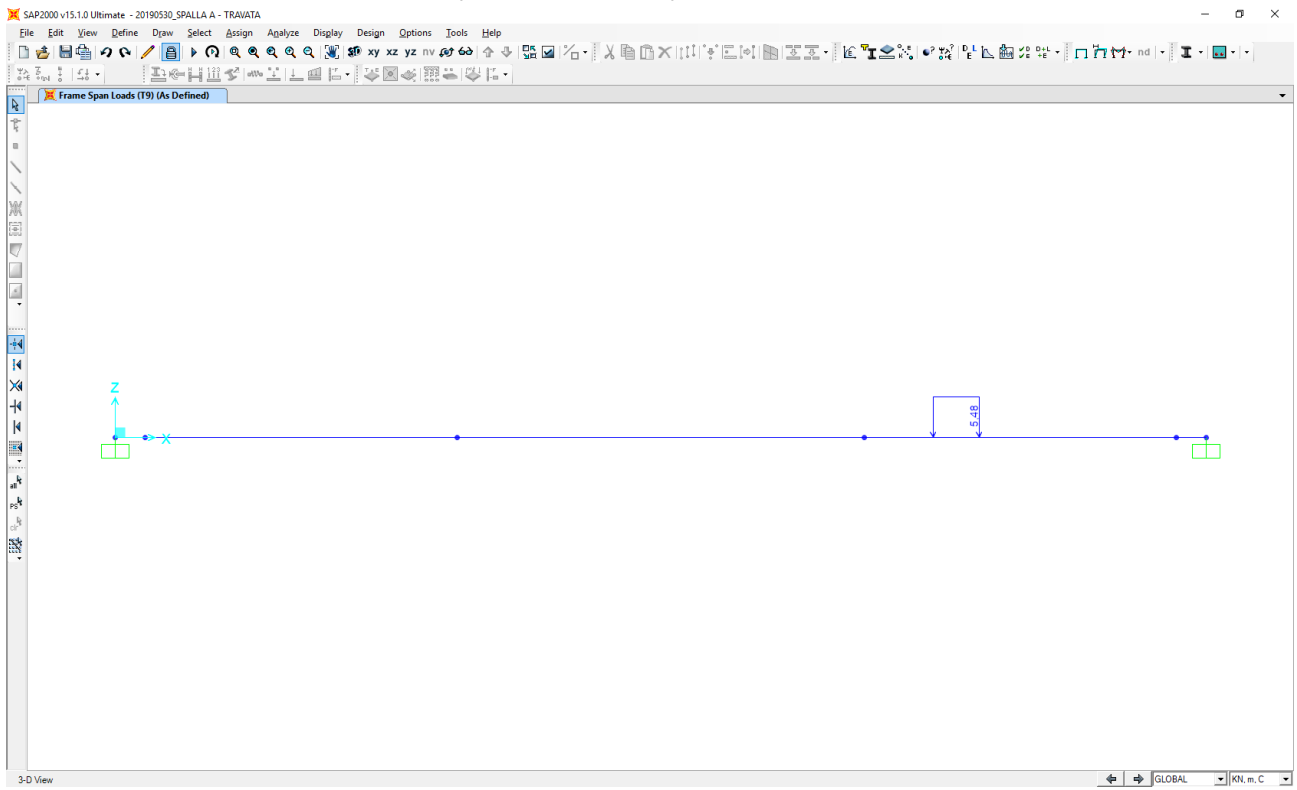
Carico accidentale da traffico $Q_{1c} - q_{1c}$ (Disposizioni 05-06)



Carico accidentale da traffico $q_{1d,1}$ (Disposizione 05)



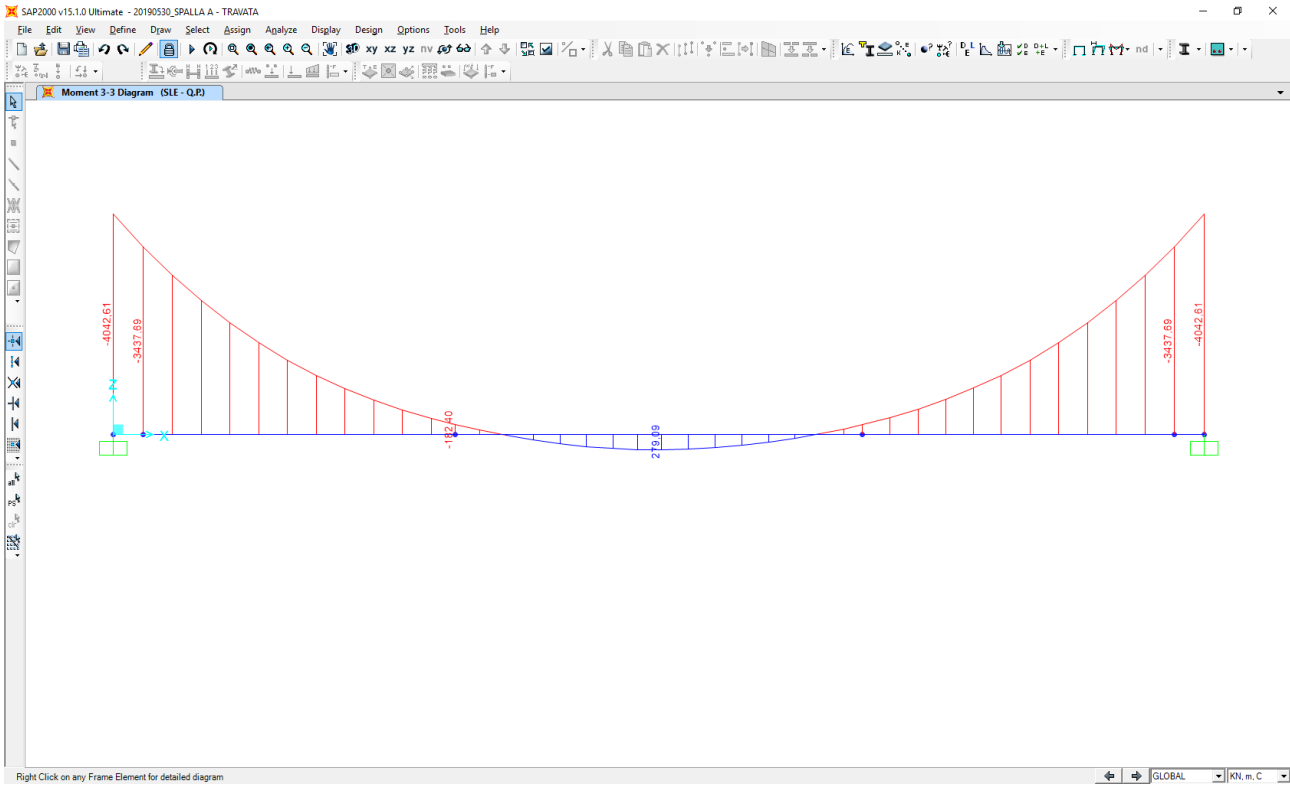
Carico accidentale da traffico $q_{1d,2}$ (Disposizione 05)



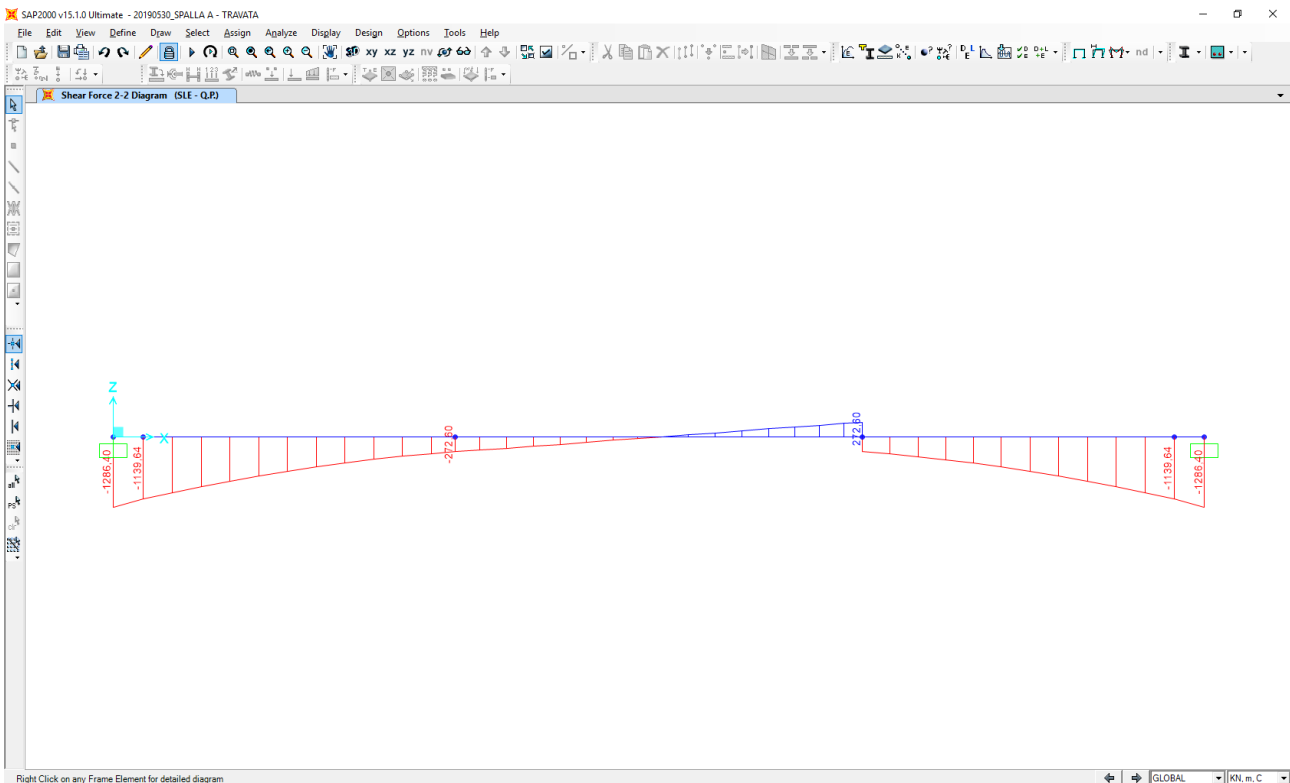
12.2 DIAGRAMMI DELLE AZIONI SOLLECITANTI

12.2.1 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – QUASI PERMANENTE

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

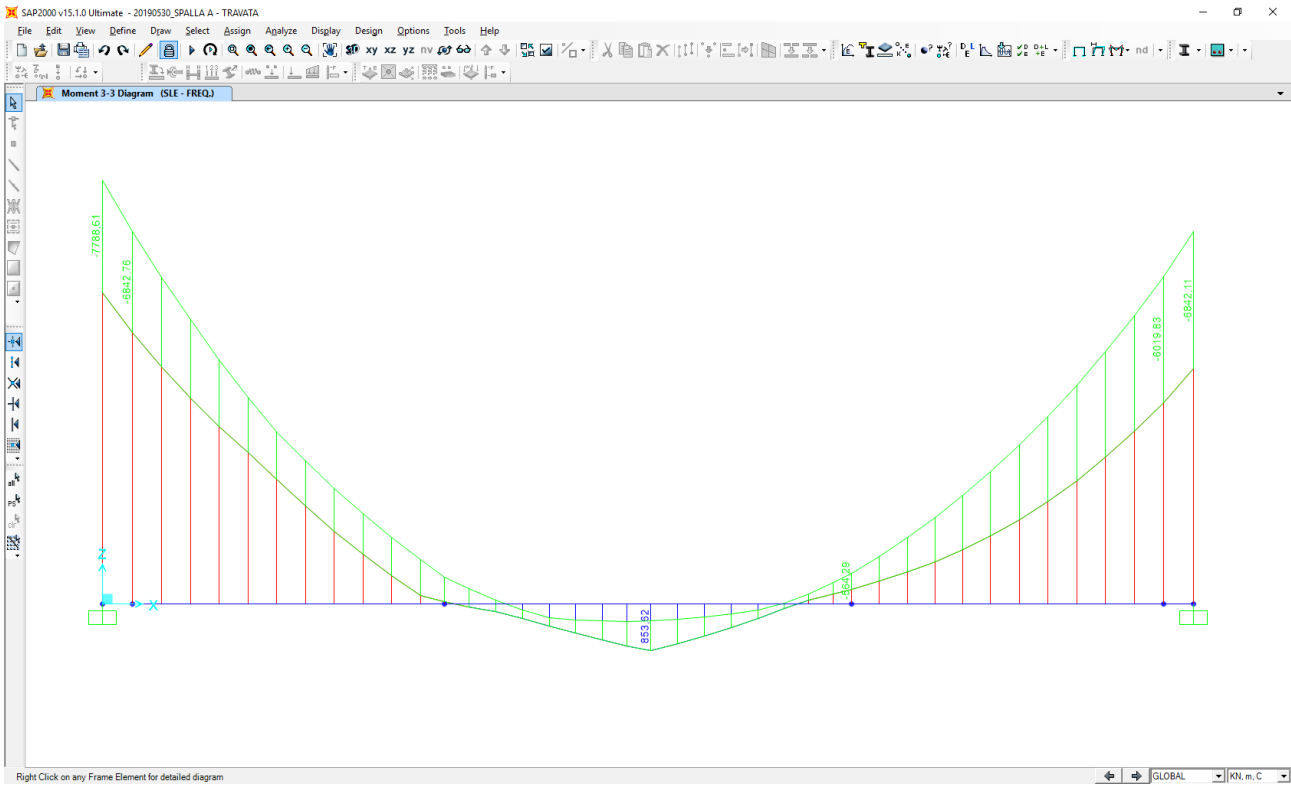


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

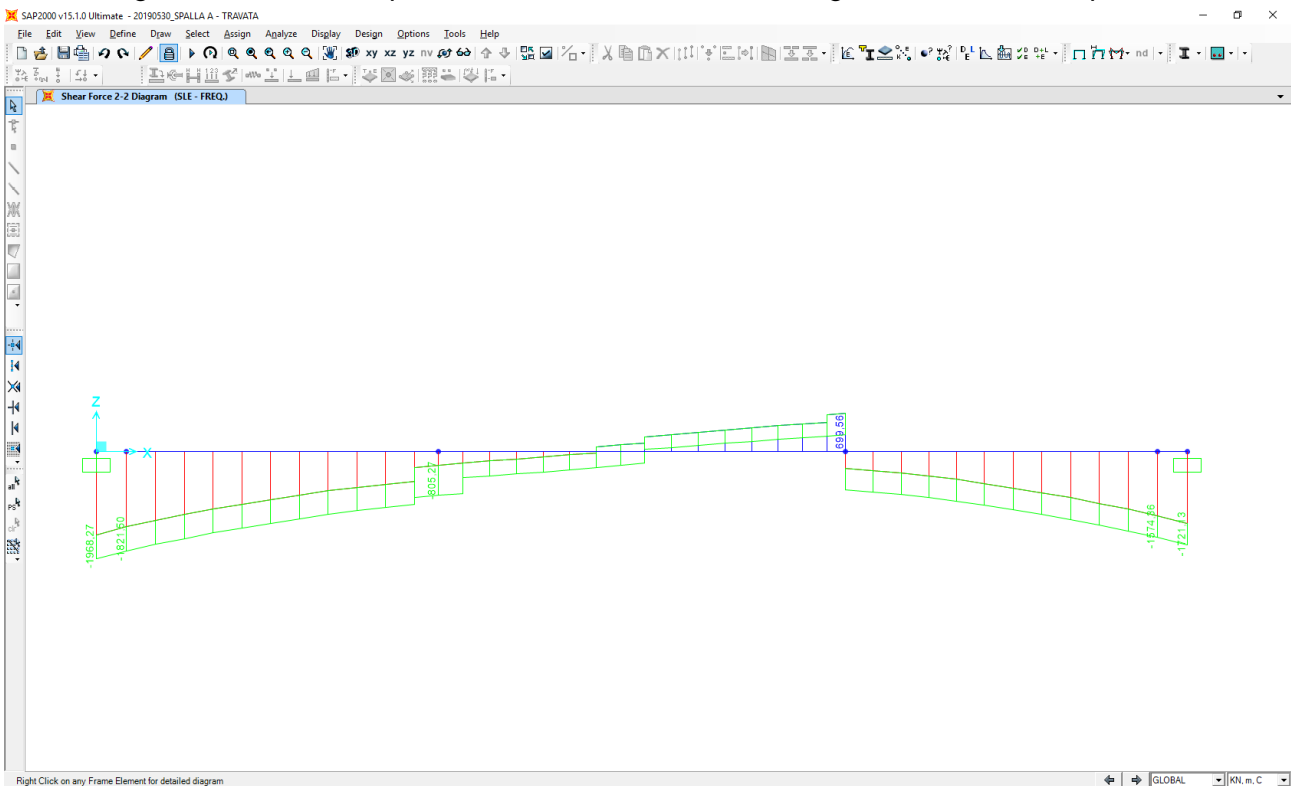


12.2.2 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – FREQUENTE

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

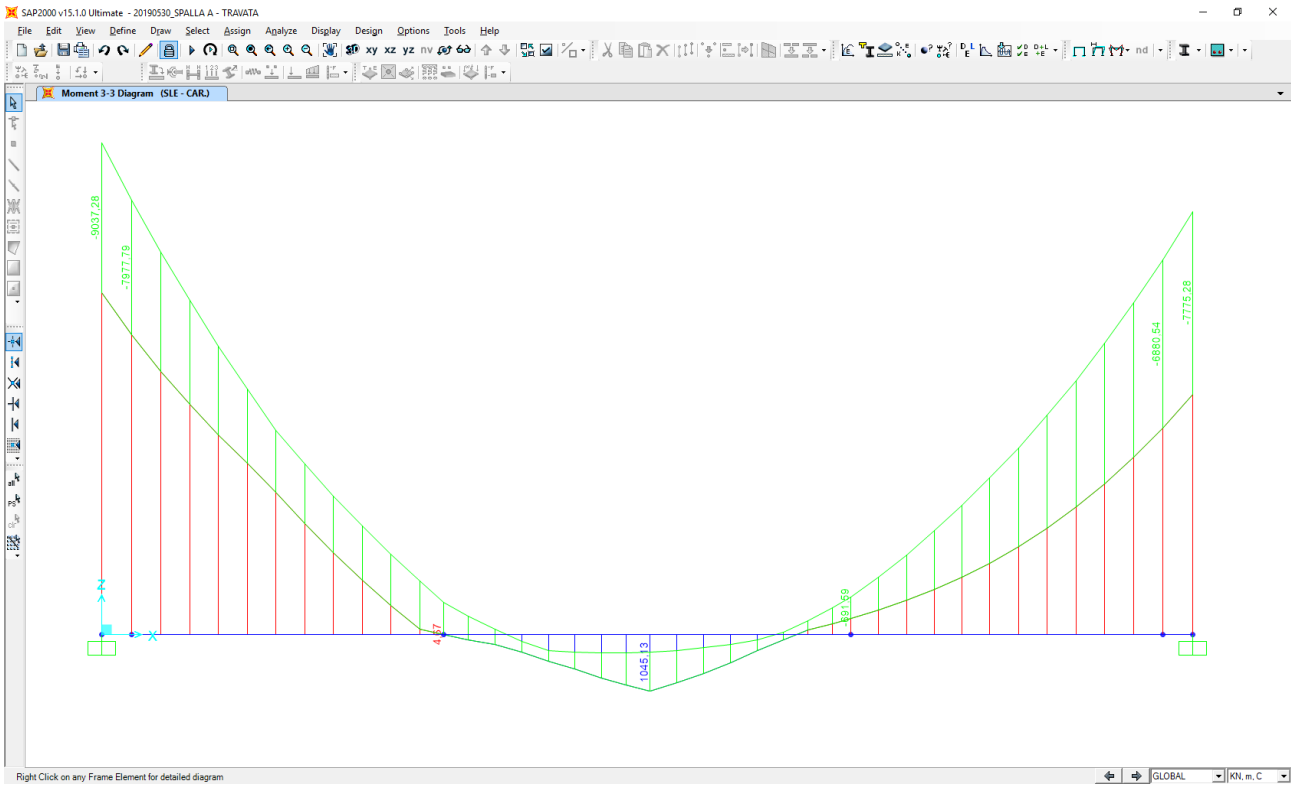


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

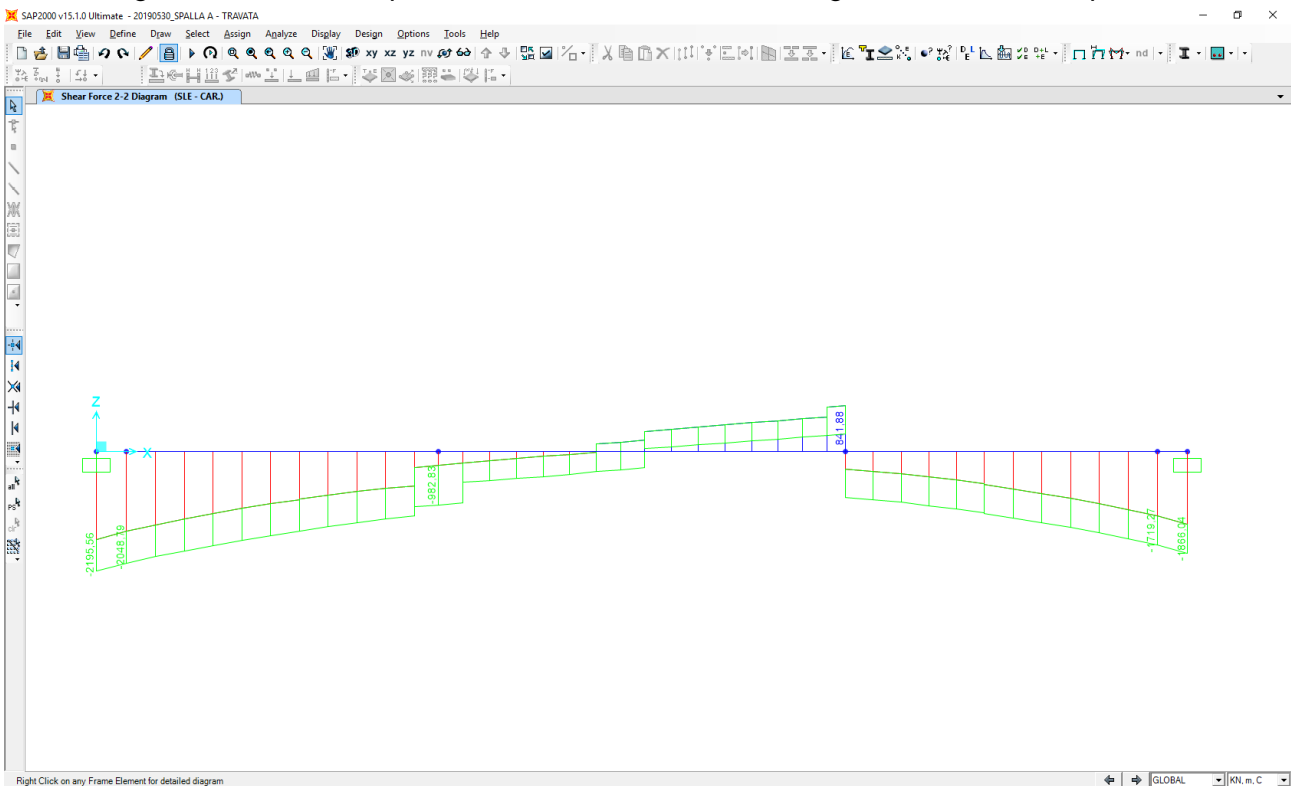


12.2.3 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – CARATTERISTICA

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

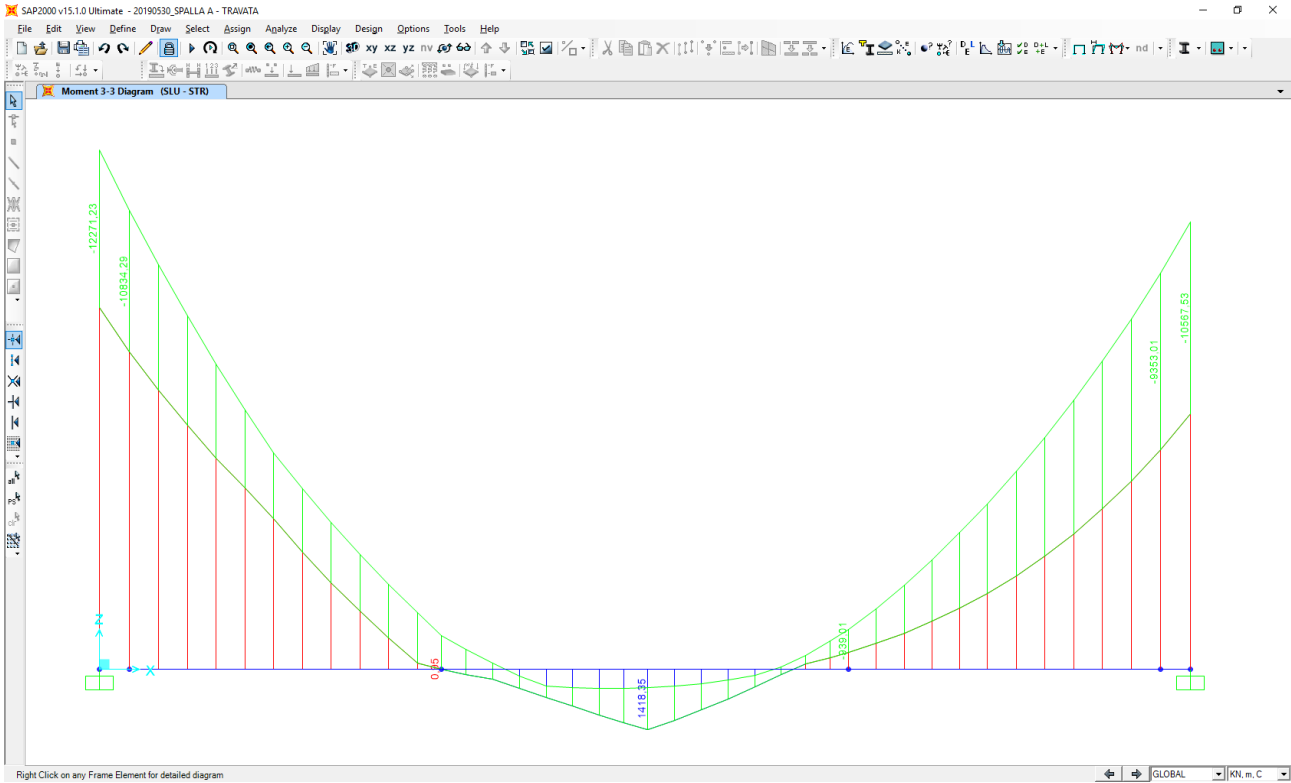


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

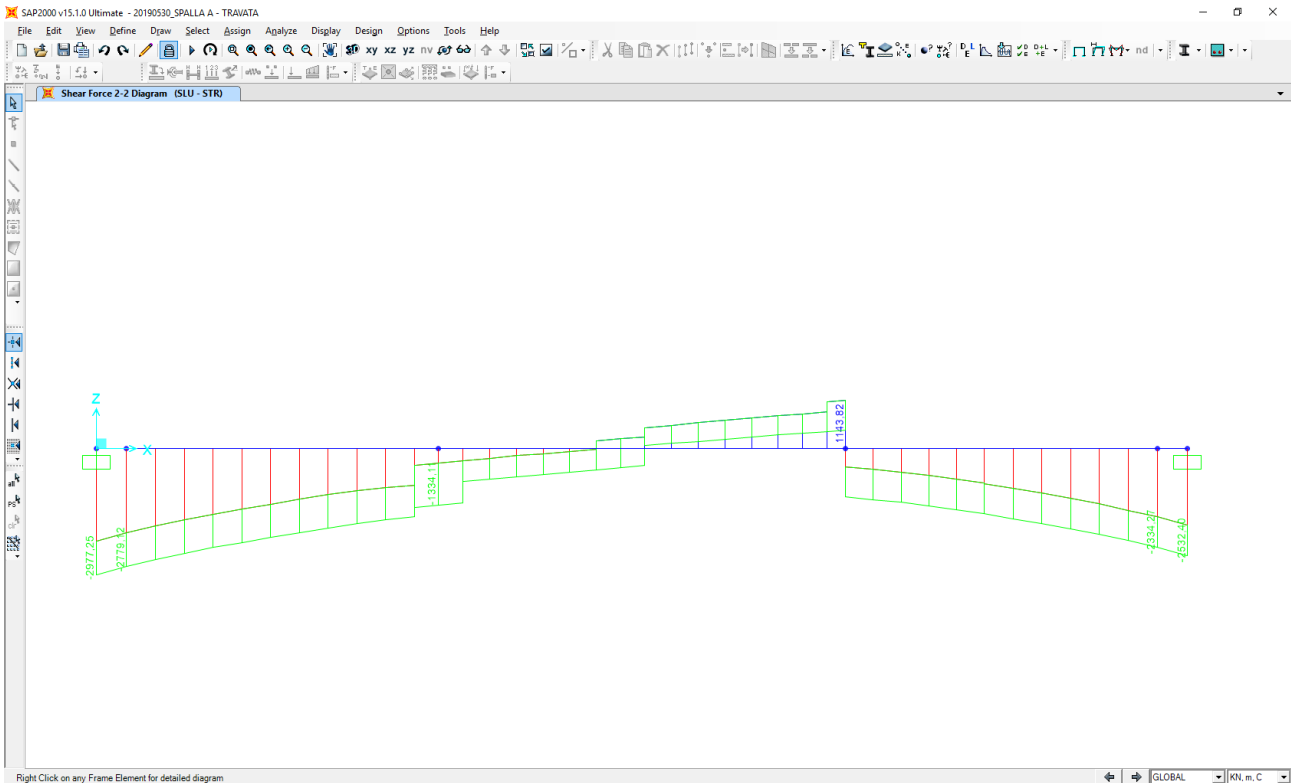


12.2.4 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:



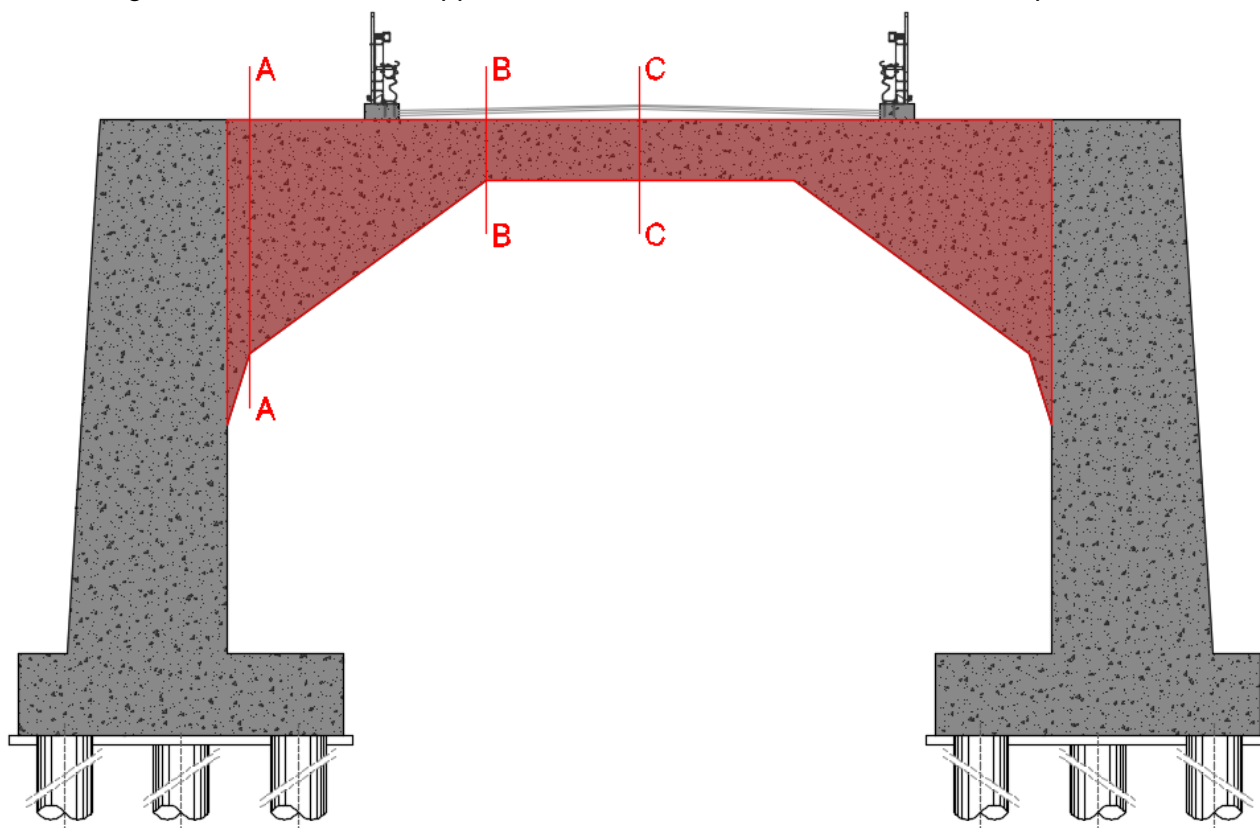
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:



13 SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVATA POSTERIORE

13.1 DEFINIZIONI DELLE SEZIONI DI VERIFICA

Nell'immagine successiva sono rappresentate le sezioni di verifica della travata posteriore:



13.2 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLE SEZIONI DI VERIFICA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza delle sezioni di verifica precedentemente definite per le diverse combinazioni di carico considerate:

SEZIONE	COMBINAZIONE	M_{sd} [kNm]	V_{sd} [kN]
A-A	SLE - QUASI PERMANENTE	-3.437,69	-1.139,64
	SLE - FREQUENTE	-6.842,76	-1.821,50
	SLE - CARATTERISTICA	-7.977,79	-2.048,79
	SLU - STR	-10.834,00	-2.779,12
B-B	SLE - QUASI PERMANENTE	-182,40	-272,60
	SLE - FREQUENTE	-487,74	-805,27
	SLE - CARATTERISTICA	-589,52	-982,83
	SLU - STR	-801,22	-1.334,11
C-C	SLE - QUASI PERMANENTE	279,09	0,00
	SLE - FREQUENTE	853,62	0,00
	SLE - CARATTERISTICA	1.045,13	0,00
	SLU - STR	1.418,35	0,00

13.3 SEZIONE A-A - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **509 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

13.4 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

13.4.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = -3.437,69 kNm**.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key input parameters include:

- Section type: **Rettan.re** (Rectangular)
- Dimensions: **b [cm] = 199**, **h [cm] = 509**
- Reinforcement: **N* strati barre = 2**
- Applied moment: **M_{Ed} = -3437,69 kNm**
- Material: **B450C** (steel), **C32/40** (concrete)
- Calculated stresses: **σ_c = -0,8919 N/mm²**, **σ_s = 84,06 N/mm²**
- Effective depth: **d = 502,1 cm**
- Iteration count: **N* iterazioni = 5**

 A diagram on the right shows the cross-section with reinforcement bars and the application point of the moment.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 0,89 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 84,06 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.4.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -6.842,76$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input sections:

- Titolo:** Empty text field.
- N° strati barre:** 2 (with Zoom button).
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	509
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	502,10
- Tipo Sezione:**
 - Rettan.re
 - Trapezi
 - a T
 - Circolare
 - Rettangoli
 - Coord.
- Diagram:** A schematic of a rectangular cross-section with a central vertical axis and a horizontal axis. A red shaded area at the bottom represents the reinforcement.
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+
 - S.L.U.-
 - Metodo n
- Sollecitazioni S.L.U. Metodo n:**
 - N_{Ed}: 0 kN
 - M_{xEd}: -6842,76 kNm
 - M_{yEd}: 0
- P.to applicazione N:**
 - Centro
 - Baricentro cls
 - Coord.[cm] (xN: 0, yN: 0)
- Materiali:**
 - B450C:** ϵ_{su} 67,5 ‰, f_{yd} 391,3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², E_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1,957 ‰, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm².
 - C32/40:** ϵ_{c2} 2 ‰, ϵ_{cu} 3,5, f_{cd} 18,81, f_{cc}/f_{cd} 1, $\sigma_{c,adm}$ 12,25, τ_{co} 0,7333, τ_{cl} 2,114.
- Stress Results:**
 - σ_c : -1,775 N/mm²
 - σ_s : 167,3 N/mm²
 - ϵ_s : 0,8366 ‰
 - d: 502,1 cm
 - x: 68,94, x/d: 0,1373
 - δ : 0,7
- Verification:**
 - Verifica button
 - N° iterazioni: 5
 - Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,77 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 167,30 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.4.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -7.977,79$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input and output sections.

Titolo: [Empty field]

N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	509	1	84,95	6,9
			2	84,95	502,10

Tipologia Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n:

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	-7977,79	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm]

Metodo di calcolo: S.L.U.+ , S.L.U.- , Metodo n

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} 18,81
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 1
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0,7333
	τ_{cl} 2,114

Verifica: σ_c -2,07 N/mm², σ_s 195,1 N/mm², ϵ_s 0,9754 ‰, d 502,1 cm, x 68,94, x/d 0,1373, δ 0,7

N° iterazioni: 5

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,07 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 195,10 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.5 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

13.5.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 5090 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 5021 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
Armatura tesa ordinaria	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
Armatura tesa di infittimento	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]
Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]
DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 84,06 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 689,4 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²] $A_{c,eff.2}$ 2919065 [mm ²] $A_{c,eff.3}$ 5064550 [mm ²] $A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000240 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000125 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000240 [-]
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max.1}$ 369 [mm] $s_{r,max.2}$ 5721 [mm] $s_{r,max}$ 369 [mm]
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,09 [mm]

13.5.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 5090 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 5021 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 167,3 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 689,4 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²] $A_{c,eff.2}$ 2919065 [mm ²] $A_{c,eff.3}$ 5064550 [mm ²] $A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000478 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000521 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000521 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 5721 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,19 [mm]

13.6 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -10.834,00$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	509	1	84,95	6,9
			2	84,95	502,10

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{Ed}: -10834 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

Materiali
 B450C C32/40
 ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391,3 N/mm² E_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 18,81 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1 ?
 ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 12,25 ‰
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,7333 ‰
 τ_{c1}: 2,114 ‰

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

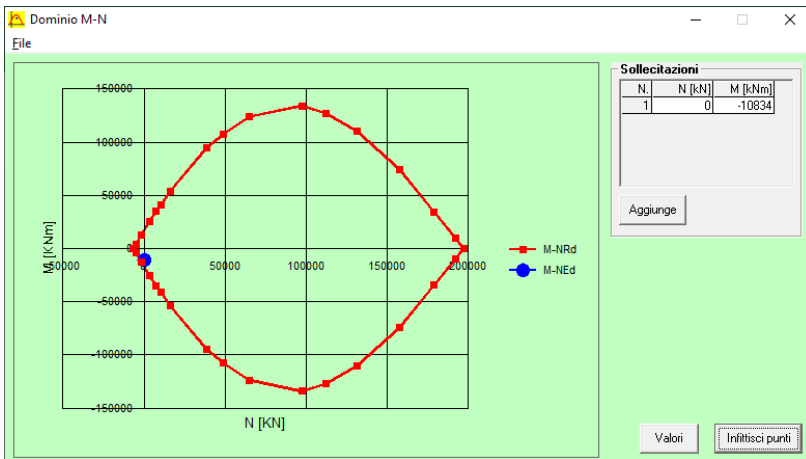
N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

M_{xRd}: -16.523 kNm
 σ_c: -17,69 N/mm²
 σ_s: 391,3 N/mm²
 ε_c: 1,512 ‰
 ε_s: 67,5 ‰
 d: 502,1 cm
 x: 11 x/d: 0,02191
 δ: 0,7

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = -16.523,00$ kNm > $M_{Sd} = -10.834,00$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.7 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -2.779,12$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	199,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	509,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	505,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	2779,12	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\emptyset_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	199,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	3574,74	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	42539,53	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	3.574,74	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,29	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

13.8 SEZIONE B-B - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **130 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/10**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

13.9 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

13.9.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = -182,40 kNm**.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	123,1

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 -182,40 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} 18,81 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 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

σ_c -0,4043 N/mm²
 σ_s 18,85 N/mm²

ε_s 0,09427 ‰
 d 123,1 cm
 x 29,96 x/d 0,2434
 δ 0,7442

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 0,40 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 18,85 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.9.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -487,74$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input sections:

- Titolo:** Empty field.
- N° strati barre:** 2 (Zoom button).
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	123,1
- Tipo Sezione:**
 - Rettan.re
 - Trapezi
 - a T
 - Circolare
 - Rettangoli
 - Coord.
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. / Metodo n
 - N_{Ed}: 0 kN
 - M_{xEd}: -487,74 kNm
 - M_{yEd}: 0
- P.to applicazione N:**
 - Centro
 - Baricentro cls
 - Coord.[cm] (xN: 0, yN: 0)
- Diagramma:** A cross-section diagram showing a rectangular section with reinforcement bars and a central point 'N'.
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+
 - S.L.U.-
 - Metodo n
- Materiali:**
 - B450C / C32/40
 - ε_{su}: 67,5 ‰
 - f_{yd}: 391,3 N/mm²
 - E_s: 200.000 N/mm²
 - E_s/E_c: 15
 - ε_{syd}: 1,957 ‰
 - σ_{s,adm}: 255 N/mm²
 - ε_{c2}: 2 ‰
 - ε_{cu}: 3,5 ‰
 - f_{cd}: 18,81
 - f_{cc}/f_{cd}: 1
 - σ_{c,adm}: 12,25
 - τ_{co}: 0,7333
 - τ_{cl}: 2,114
- Stress Results:**
 - σ_c: -1,081 N/mm²
 - σ_s: 50,42 N/mm²
 - ε_s: 0,2521 ‰
 - d: 123,1 cm
 - x: 29,96
 - x/d: 0,2434
 - δ: 0,7442
- Verifica:**
 - N° iterazioni: 4
 - Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,08 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 50,42 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.9.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -589,52$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,1

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -589,52 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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}: 18,81
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1
 ε_{syd}: 1,957‰ σ_{c,adm}: 12,25
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,7333
 τ_{cl}: 2,114

σ_c: -1,307 N/mm²
 σ_s: 60,94 N/mm²
 ε_s: 0,3047‰
 d: 123,1 cm
 x: 29,96 x/d: 0,2434
 δ: 0,7442

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,30 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 60,94 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.10 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

13.10.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 18,85 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$ 663599 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$ 1293500 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000054 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ -0,000186 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000054 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-]
	k_2 0,500 [-]
	k_3 3,400 [-]
	k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 1301 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$W_{k,lim}$ 0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	W_k 0,02 [mm]

13.10.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 50,42 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$ 663599 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$ 1293500 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000144 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ -0,000035 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000144 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-]
	k_2 0,500 [-]
	k_3 3,400 [-]
	k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 1301 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,05 [mm]

13.11 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -801,22$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,1

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -801,22 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Precompresso

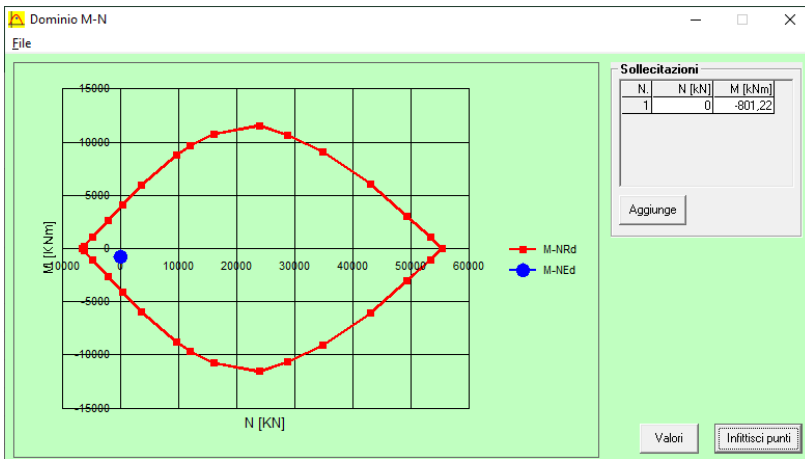
Materiali
 B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 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} -3.949 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 49,84 ‰
 d 123,1 cm
 x 8,077 x/d 0,06561
 δ 0,7

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = -3.949,00$ kNm > $M_{Sd} = -801,22$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.12 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -1.334,11$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	199,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	130,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	126,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1334,11	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	10,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\emptyset_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	40,20	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	199,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	1783,83	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	10613,82	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	1.783,83	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	1,34	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

13.13 SEZIONE C-C - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **130 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

13.14 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

13.14.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = 279,09 kNm**.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84.95	6.9
2	84.95	123.1

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 0 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} 18.81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 E_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 12.25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

σ_c -0.6186 N/mm²
 σ_s 28.85 N/mm²

ε_s 0.1442 ‰
 d 123.1 cm
 x 29.96 x/d 0.2434
 δ 0.7442

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 0,61 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 28,85 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.14.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 853,62 \text{ kNm}$.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input sections:

- Titolo:** Empty field.
- N° strati barre:** 2.
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	123,1
- Tipologia Sezione:**
 - Rettan.re
 - Trapezi
 - a T
 - Circolare
 - Rettangoli
 - Coord.
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. / Metodo n
 - N_{Ed}: 0 kN
 - M_{xEd}: 853,62 kNm
 - M_{yEd}: 0
- P.to applicazione N:**
 - Centro
 - Baricentro cls
 - Coord.[cm]
 - xN: 0
 - yN: 0
- Materiali:**
 - B450C / C32/40
 - ε_{su}: 67,5 ‰
 - f_{yd}: 391,3 N/mm²
 - E_s: 200.000 N/mm²
 - E_s/E_c: 15
 - ε_{syd}: 1,957 ‰
 - σ_{s,adm}: 255 N/mm²
 - ε_{c2}: 2 ‰
 - ε_{cu}: 3,5 ‰
 - f_{cd}: 18,81
 - f_{cc}/f_{cd}: 1
 - σ_{c,adm}: 12,25
 - τ_{co}: 0,7333
 - τ_{cl}: 2,114
- Stress Results:**
 - σ_c: -1,892 N/mm²
 - σ_s: 88,24 N/mm²
 - ε_s: 0,4412 ‰
 - d: 123,1 cm
 - x: 29,96
 - x/d: 0,2434
 - δ: 0,7442
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+
 - S.L.U.-
 - Metodo n
- Verifica:**
 - N° iterazioni: 4
 - Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,89 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 88,24 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.14.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.045,13 \text{ kNm}$.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input and output sections.

Table 1: Section Properties

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130

Table 2: Reinforcement Properties

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	123,1

Input Parameters:

- Tipo Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.
- N° strati barre: 2
- Metodo di calcolo: S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n
- P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm]
- Coordinate: xN 0, yN 0
- Materiali: B450C, C32/40
- Verifica: Precompresso

Output Results:

- σ_c: -2,317 N/mm²
- σ_s: 108 N/mm²
- ε_s: 0,5402 ‰
- d: 123,1 cm
- x: 29,96, x/d: 0,2434
- δ: 0,7442
- N° iterazioni: 4

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,31 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 108,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

13.15 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

13.15.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 28,85 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff,1}$ 343275 [mm ²]
	$A_{c,eff,2}$ 663599 [mm ²]
	$A_{c,eff,3}$ 1293500 [mm ²]
	$A_{c,eff,min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000082 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ -0,000138 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000082 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-]
	k_2 0,500 [-]
	k_3 3,400 [-]
	k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max,1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max,2}$ 1301 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,03 [mm]

13.15.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 88,24 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$ 663599 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$ 1293500 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000252 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000145 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000252 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-]
	k_2 0,500 [-]
	k_3 3,400 [-]
	k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 1301 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,09 [mm]

13.16 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.418,35$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,1

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 1418,35 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Devata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

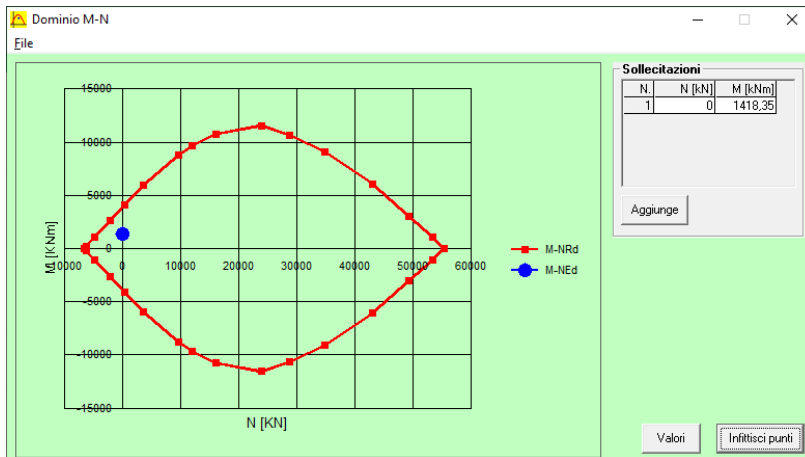
M_{xRd} 3.949 kNm

σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 49,84 ‰
 d 123,1 cm
 x 8,077 x/d 0,06561
 δ 0,7

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Rd} = 3.949,00$ kNm > $M_{Sd} = 1.418,35$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

14 SPALLA A – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE

14.1 AZIONI SOLLECITANTI DESUNTE DAL MODELLO DI CALCOLO

14.1.1 ZATTERA SINISTRA

Nelle tabelle successive sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti (azione normale e taglio nelle due direzioni trasversali) valutati in corrispondenza delle molle elastiche mediante le quali sono stati modellati i pali di fondazione all'interno del modello di calcolo tridimensionale.

Per ciascun palo è stata determinata anche la risultante di taglio orizzontale, valutata come combinazione quadratica delle azioni taglianti valutate lungo le due direzioni orizzontali ortogonali.

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd,long}$ [kN]	$V_{Sd,long}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]
SP.A-SX-1	SLE - Q.P.01	Max	115,47	110,58	2.161,53	159,88
SP.A-SX-1	SLE - Q.P.01	Min	115,47	110,58	2.161,53	159,88
SP.A-SX-1	SLE - Q.P.02	Max	117,55	111,13	2.168,16	161,77
SP.A-SX-1	SLE - Q.P.02	Min	117,55	111,13	2.168,16	161,77
SP.A-SX-2	SLE - Q.P.01	Max	122,30	48,70	1.265,12	131,64
SP.A-SX-2	SLE - Q.P.01	Min	122,30	48,70	1.265,12	131,64
SP.A-SX-2	SLE - Q.P.02	Max	124,48	50,29	1.268,92	134,25
SP.A-SX-2	SLE - Q.P.02	Min	124,48	50,29	1.268,92	134,25
SP.A-SX-3	SLE - Q.P.01	Max	103,83	12,14	339,65	104,53
SP.A-SX-3	SLE - Q.P.01	Min	103,83	12,14	339,65	104,53
SP.A-SX-3	SLE - Q.P.02	Max	105,61	14,50	340,10	106,60
SP.A-SX-3	SLE - Q.P.02	Min	105,61	14,50	340,10	106,60
SP.A-SX-4	SLE - Q.P.01	Max	21,14	-104,09	2.739,61	106,21
SP.A-SX-4	SLE - Q.P.01	Min	21,14	-104,09	2.739,61	106,21
SP.A-SX-4	SLE - Q.P.02	Max	22,07	-103,49	2.742,38	105,81
SP.A-SX-4	SLE - Q.P.02	Min	22,07	-103,49	2.742,38	105,81
SP.A-SX-5	SLE - Q.P.01	Max	10,47	-62,19	1.437,00	63,07
SP.A-SX-5	SLE - Q.P.01	Min	10,47	-62,19	1.437,00	63,07
SP.A-SX-5	SLE - Q.P.02	Max	11,46	-60,25	1.434,50	61,33
SP.A-SX-5	SLE - Q.P.02	Min	11,46	-60,25	1.434,50	61,33
SP.A-SX-6	SLE - Q.P.01	Max	-53,80	-328,03	3.230,63	332,41
SP.A-SX-6	SLE - Q.P.01	Min	-53,80	-328,03	3.230,63	332,41
SP.A-SX-6	SLE - Q.P.02	Max	-54,40	-328,60	3.232,07	333,07
SP.A-SX-6	SLE - Q.P.02	Min	-54,40	-328,60	3.232,07	333,07
SP.A-SX-7	SLE - Q.P.01	Max	-68,04	-167,96	1.987,81	181,21
SP.A-SX-7	SLE - Q.P.01	Min	-68,04	-167,96	1.987,81	181,21
SP.A-SX-7	SLE - Q.P.02	Max	-68,36	-166,78	1.983,30	180,25
SP.A-SX-7	SLE - Q.P.02	Min	-68,36	-166,78	1.983,30	180,25
SP.A-SX-8	SLE - Q.P.01	Max	-44,05	-65,17	709,82	78,66
SP.A-SX-8	SLE - Q.P.01	Min	-44,05	-65,17	709,82	78,66
SP.A-SX-8	SLE - Q.P.02	Max	-43,93	-62,64	701,68	76,51
SP.A-SX-8	SLE - Q.P.02	Min	-43,93	-62,64	701,68	76,51

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.01	Max	127,96	122,89	2.316,69	177,41
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.01	Min	115,47	110,58	2.161,53	159,88
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.02	Max	130,04	123,43	2.323,32	179,29
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.02	Min	117,55	111,13	2.168,16	161,77
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.03	Max	115,26	110,53	2.160,87	159,69
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.03	Min	115,26	110,53	2.160,87	159,69
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.04	Max	117,76	111,18	2.168,83	161,96
SP.A-SX-1	SLE - FREQ.04	Min	117,76	111,18	2.168,83	161,96
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.01	Max	136,74	54,33	1.343,49	147,14
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.01	Min	122,30	48,70	1.265,11	131,63
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.02	Max	138,92	55,92	1.347,29	149,75
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.02	Min	124,48	50,28	1.268,91	134,25
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.03	Max	122,08	48,55	1.264,74	131,38
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.03	Min	122,08	48,55	1.264,74	131,38
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.04	Max	124,70	50,45	1.269,30	134,52
SP.A-SX-2	SLE - FREQ.04	Min	124,70	50,45	1.269,30	134,52
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.01	Max	116,44	13,91	351,08	117,27
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.01	Min	103,83	10,41	323,03	104,35
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.02	Max	118,22	16,27	351,52	119,33
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.02	Min	105,61	12,78	323,48	106,38
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.03	Max	103,65	11,90	339,61	104,33
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.03	Min	103,65	11,90	339,61	104,33
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.04	Max	105,78	14,74	340,14	106,81
SP.A-SX-3	SLE - FREQ.04	Min	105,78	14,74	340,14	106,81
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.01	Max	29,02	-104,09	2.939,01	108,06
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.01	Min	21,14	-111,04	2.739,61	113,04
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.02	Max	29,95	-103,49	2.941,77	107,73
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.02	Min	22,07	-110,44	2.742,38	112,62
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.03	Max	21,04	-104,15	2.739,33	106,26
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.03	Min	21,04	-104,15	2.739,33	106,26
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.04	Max	22,16	-103,43	2.742,65	105,77
SP.A-SX-4	SLE - FREQ.04	Min	22,16	-103,43	2.742,65	105,77
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.01	Max	18,04	-62,19	1.528,10	64,76
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.01	Min	9,75	-67,07	1.436,95	67,78
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.02	Max	19,03	-60,25	1.525,59	63,19
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.02	Min	10,74	-65,13	1.434,45	66,01
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.03	Max	10,37	-62,39	1.437,25	63,24
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.03	Min	10,37	-62,39	1.437,25	63,24
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.04	Max	11,56	-60,06	1.434,25	61,16
SP.A-SX-5	SLE - FREQ.04	Min	11,56	-60,06	1.434,25	61,16
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.01	Max	-50,66	-328,03	3.469,72	331,92
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.01	Min	-56,09	-352,82	3.230,63	357,25
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.02	Max	-51,26	-328,60	3.471,16	332,57
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.02	Min	-56,69	-353,39	3.232,07	357,90
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.03	Max	-53,75	-327,97	3.230,48	332,35
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.03	Min	-53,75	-327,97	3.230,48	332,35
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.04	Max	-54,46	-328,66	3.232,22	333,14
SP.A-SX-6	SLE - FREQ.04	Min	-54,46	-328,66	3.232,22	333,14

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.01	Max	-64,38	-167,96	2.125,20	179,87
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.01	Min	-71,05	-181,45	1.987,81	194,86
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.02	Max	-64,69	-166,78	2.120,69	178,89
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.02	Min	-71,36	-180,28	1.983,30	193,89
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.03	Max	-68,01	-168,07	1.988,26	181,31
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.03	Min	-68,01	-168,07	1.988,26	181,31
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.04	Max	-68,39	-166,67	1.982,85	180,15
SP.A-SX-7	SLE - FREQ.04	Min	-68,39	-166,67	1.982,85	180,15
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.01	Max	-39,56	-65,17	748,74	76,24
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.01	Min	-46,59	-71,24	699,37	85,12
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.02	Max	-39,44	-62,64	740,60	74,02
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.02	Min	-46,48	-68,71	691,22	82,95
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.03	Max	-44,06	-65,42	710,64	78,87
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.03	Min	-44,06	-65,42	710,64	78,87
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.04	Max	-43,92	-62,39	700,86	76,29
SP.A-SX-8	SLE - FREQ.04	Min	-43,92	-62,39	700,86	76,29

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-1	SLE - CAR.01	Max	131,05	136,34	2.387,13	189,10
SP.A-SX-1	SLE - CAR.01	Min	114,40	119,94	2.180,25	165,74
SP.A-SX-1	SLE - CAR.02	Max	133,54	136,99	2.395,09	191,31
SP.A-SX-1	SLE - CAR.02	Min	116,90	120,59	2.188,21	167,95
SP.A-SX-1	SLE - CAR.03	Max	132,78	117,52	2.348,37	177,32
SP.A-SX-1	SLE - CAR.03	Min	116,13	101,12	2.141,48	153,99
SP.A-SX-1	SLE - CAR.04	Max	135,28	118,18	2.356,33	179,63
SP.A-SX-1	SLE - CAR.04	Min	118,63	101,78	2.149,44	156,30
SP.A-SX-1	SLE - CAR.05	Max	126,31	138,51	2.348,33	187,45
SP.A-SX-1	SLE - CAR.05	Min	113,82	126,21	2.193,16	169,95
SP.A-SX-1	SLE - CAR.06	Max	128,80	139,16	2.356,29	189,62
SP.A-SX-1	SLE - CAR.06	Min	116,32	126,86	2.201,12	172,12
SP.A-SX-1	SLE - CAR.07	Max	129,19	107,15	2.283,72	167,85
SP.A-SX-1	SLE - CAR.07	Min	116,71	94,85	2.128,56	150,39
SP.A-SX-1	SLE - CAR.08	Max	131,69	107,81	2.291,68	170,19
SP.A-SX-1	SLE - CAR.08	Min	119,21	95,51	2.136,52	152,75
SP.A-SX-1	SLE - CAR.09	Max	126,05	132,02	2.332,75	182,53
SP.A-SX-1	SLE - CAR.09	Min	113,57	119,72	2.177,59	165,01
SP.A-SX-1	SLE - CAR.10	Max	130,21	133,11	2.346,02	186,21
SP.A-SX-1	SLE - CAR.10	Min	117,73	120,81	2.190,86	168,68
SP.A-SX-1	SLE - CAR.11	Max	127,78	113,21	2.293,99	170,72
SP.A-SX-1	SLE - CAR.11	Min	115,30	100,90	2.138,83	153,22
SP.A-SX-1	SLE - CAR.12	Max	131,95	114,30	2.307,26	174,57
SP.A-SX-1	SLE - CAR.12	Min	119,46	102,00	2.152,10	157,08

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-2	SLE - CAR.01	Max	139,37	64,34	1.391,99	153,50
SP.A-SX-2	SLE - CAR.01	Min	120,11	56,83	1.287,49	132,88
SP.A-SX-2	SLE - CAR.02	Max	141,99	66,24	1.396,55	156,68
SP.A-SX-2	SLE - CAR.02	Min	122,73	58,73	1.292,04	136,06
SP.A-SX-2	SLE - CAR.03	Max	143,30	47,76	1.346,48	151,05
SP.A-SX-2	SLE - CAR.03	Min	124,04	40,25	1.241,97	130,41
SP.A-SX-2	SLE - CAR.04	Max	145,92	49,66	1.351,03	154,14
SP.A-SX-2	SLE - CAR.04	Min	126,67	42,15	1.246,53	133,49
SP.A-SX-2	SLE - CAR.05	Max	133,24	68,00	1.381,04	149,59
SP.A-SX-2	SLE - CAR.05	Min	118,80	62,36	1.302,66	134,17
SP.A-SX-2	SLE - CAR.06	Max	135,86	69,90	1.385,60	152,78
SP.A-SX-2	SLE - CAR.06	Min	121,42	64,26	1.307,22	137,38
SP.A-SX-2	SLE - CAR.07	Max	139,80	40,36	1.305,18	145,51
SP.A-SX-2	SLE - CAR.07	Min	125,36	34,72	1.226,80	130,07
SP.A-SX-2	SLE - CAR.08	Max	142,42	42,26	1.309,74	148,56
SP.A-SX-2	SLE - CAR.08	Min	127,98	36,62	1.231,36	133,11
SP.A-SX-2	SLE - CAR.09	Max	133,68	61,83	1.364,35	147,29
SP.A-SX-2	SLE - CAR.09	Min	119,24	56,20	1.285,97	131,82
SP.A-SX-2	SLE - CAR.10	Max	138,05	65,00	1.371,95	152,58
SP.A-SX-2	SLE - CAR.10	Min	123,60	59,37	1.293,57	137,12
SP.A-SX-2	SLE - CAR.11	Max	137,61	45,25	1.318,83	144,86
SP.A-SX-2	SLE - CAR.11	Min	123,17	39,62	1.240,45	129,38
SP.A-SX-2	SLE - CAR.12	Max	141,98	48,42	1.326,43	150,01
SP.A-SX-2	SLE - CAR.12	Min	127,54	42,78	1.248,05	134,52
SP.A-SX-3	SLE - CAR.01	Max	118,17	20,99	375,73	120,02
SP.A-SX-3	SLE - CAR.01	Min	101,35	16,33	338,33	102,65
SP.A-SX-3	SLE - CAR.02	Max	120,30	23,83	376,27	122,64
SP.A-SX-3	SLE - CAR.02	Min	103,48	19,17	338,87	105,24
SP.A-SX-3	SLE - CAR.03	Max	122,77	7,53	333,96	123,00
SP.A-SX-3	SLE - CAR.03	Min	105,95	2,87	296,56	105,98
SP.A-SX-3	SLE - CAR.04	Max	124,90	10,37	334,49	125,33
SP.A-SX-3	SLE - CAR.04	Min	108,08	5,71	297,10	108,23
SP.A-SX-3	SLE - CAR.05	Max	112,43	24,89	385,85	115,15
SP.A-SX-3	SLE - CAR.05	Min	99,81	21,39	357,80	102,08
SP.A-SX-3	SLE - CAR.06	Max	114,57	27,73	386,38	117,87
SP.A-SX-3	SLE - CAR.06	Min	101,95	24,23	358,33	104,79
SP.A-SX-3	SLE - CAR.07	Max	120,09	2,46	316,23	120,12
SP.A-SX-3	SLE - CAR.07	Min	107,48	-1,04	288,18	107,48
SP.A-SX-3	SLE - CAR.08	Max	122,23	5,30	316,76	122,34
SP.A-SX-3	SLE - CAR.08	Min	109,62	1,80	288,71	109,63
SP.A-SX-3	SLE - CAR.09	Max	113,25	19,46	371,74	114,91
SP.A-SX-3	SLE - CAR.09	Min	100,64	15,96	343,69	101,89
SP.A-SX-3	SLE - CAR.10	Max	116,81	24,19	372,64	119,29
SP.A-SX-3	SLE - CAR.10	Min	104,20	20,69	344,59	106,23
SP.A-SX-3	SLE - CAR.11	Max	117,85	6,00	329,97	118,00
SP.A-SX-3	SLE - CAR.11	Min	105,23	2,50	301,92	105,26
SP.A-SX-3	SLE - CAR.12	Max	121,41	10,73	330,86	121,88
SP.A-SX-3	SLE - CAR.12	Min	108,80	7,23	302,82	109,04

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-4	SLE - CAR.01	Max	31,60	-97,37	3.002,78	102,37
SP.A-SX-4	SLE - CAR.01	Min	21,10	-106,64	2.736,92	108,71
SP.A-SX-4	SLE - CAR.02	Max	32,72	-96,65	3.006,10	102,03
SP.A-SX-4	SLE - CAR.02	Min	22,21	-105,92	2.740,24	108,22
SP.A-SX-4	SLE - CAR.03	Max	31,50	-110,93	3.007,61	115,32
SP.A-SX-4	SLE - CAR.03	Min	20,99	-120,20	2.741,75	122,02
SP.A-SX-4	SLE - CAR.04	Max	32,61	-110,21	3.010,93	114,93
SP.A-SX-4	SLE - CAR.04	Min	22,10	-119,48	2.745,07	121,51
SP.A-SX-4	SLE - CAR.05	Max	29,01	-92,85	2.934,70	97,27
SP.A-SX-4	SLE - CAR.05	Min	21,13	-99,80	2.735,31	102,01
SP.A-SX-4	SLE - CAR.06	Max	30,13	-92,12	2.938,02	96,93
SP.A-SX-4	SLE - CAR.06	Min	22,25	-99,08	2.738,63	101,54
SP.A-SX-4	SLE - CAR.07	Max	28,83	-115,45	2.942,75	119,00
SP.A-SX-4	SLE - CAR.07	Min	20,95	-122,41	2.743,36	124,19
SP.A-SX-4	SLE - CAR.08	Max	29,95	-114,73	2.946,07	118,57
SP.A-SX-4	SLE - CAR.08	Min	22,07	-121,68	2.746,68	123,67
SP.A-SX-4	SLE - CAR.09	Max	28,61	-97,61	2.935,21	101,72
SP.A-SX-4	SLE - CAR.09	Min	20,73	-104,56	2.735,81	106,60
SP.A-SX-4	SLE - CAR.10	Max	30,46	-96,40	2.940,74	101,10
SP.A-SX-4	SLE - CAR.10	Min	22,58	-103,36	2.741,35	105,80
SP.A-SX-4	SLE - CAR.11	Max	28,50	-111,17	2.940,04	114,77
SP.A-SX-4	SLE - CAR.11	Min	20,62	-118,13	2.740,64	119,91
SP.A-SX-4	SLE - CAR.12	Max	30,36	-109,97	2.945,57	114,08
SP.A-SX-4	SLE - CAR.12	Min	22,48	-116,92	2.746,17	119,06
SP.A-SX-5	SLE - CAR.01	Max	20,24	-56,47	1.560,45	59,98
SP.A-SX-5	SLE - CAR.01	Min	9,19	-62,98	1.438,93	63,64
SP.A-SX-5	SLE - CAR.02	Max	21,43	-54,14	1.557,44	58,22
SP.A-SX-5	SLE - CAR.02	Min	10,38	-60,65	1.435,92	61,53
SP.A-SX-5	SLE - CAR.03	Max	20,69	-68,31	1.556,97	71,37
SP.A-SX-5	SLE - CAR.03	Min	9,65	-74,81	1.435,45	75,43
SP.A-SX-5	SLE - CAR.04	Max	21,88	-65,98	1.553,97	69,51
SP.A-SX-5	SLE - CAR.04	Min	10,83	-72,48	1.432,44	73,29
SP.A-SX-5	SLE - CAR.05	Max	17,56	-52,52	1.531,25	55,38
SP.A-SX-5	SLE - CAR.05	Min	9,28	-57,40	1.440,10	58,15
SP.A-SX-5	SLE - CAR.06	Max	18,75	-50,19	1.528,24	53,58
SP.A-SX-5	SLE - CAR.06	Min	10,46	-55,07	1.437,10	56,06
SP.A-SX-5	SLE - CAR.07	Max	18,32	-72,25	1.525,45	74,54
SP.A-SX-5	SLE - CAR.07	Min	10,03	-77,13	1.434,31	77,78
SP.A-SX-5	SLE - CAR.08	Max	19,51	-69,92	1.522,44	72,59
SP.A-SX-5	SLE - CAR.08	Min	11,22	-74,80	1.431,30	75,64
SP.A-SX-5	SLE - CAR.09	Max	17,32	-57,24	1.531,09	59,81
SP.A-SX-5	SLE - CAR.09	Min	9,03	-62,13	1.439,95	62,78
SP.A-SX-5	SLE - CAR.10	Max	19,30	-53,36	1.526,08	56,74
SP.A-SX-5	SLE - CAR.10	Min	11,01	-58,24	1.434,93	59,27
SP.A-SX-5	SLE - CAR.11	Max	17,77	-69,08	1.527,61	71,33
SP.A-SX-5	SLE - CAR.11	Min	9,49	-73,96	1.436,47	74,57
SP.A-SX-5	SLE - CAR.12	Max	19,75	-65,20	1.522,60	68,12
SP.A-SX-5	SLE - CAR.12	Min	11,47	-70,08	1.431,46	71,01

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-6	SLE - CAR.01	Max	-48,59	-320,60	3.515,29	324,27
SP.A-SX-6	SLE - CAR.01	Min	-55,83	-353,65	3.196,51	358,03
SP.A-SX-6	SLE - CAR.02	Max	-49,31	-321,29	3.517,03	325,05
SP.A-SX-6	SLE - CAR.02	Min	-56,55	-354,34	3.198,24	358,82
SP.A-SX-6	SLE - CAR.03	Max	-50,52	-335,34	3.583,24	339,13
SP.A-SX-6	SLE - CAR.03	Min	-57,76	-368,39	3.264,45	372,89
SP.A-SX-6	SLE - CAR.04	Max	-51,24	-336,03	3.584,97	339,91
SP.A-SX-6	SLE - CAR.04	Min	-58,48	-369,07	3.266,19	373,68
SP.A-SX-6	SLE - CAR.05	Max	-49,00	-315,69	3.412,95	319,47
SP.A-SX-6	SLE - CAR.05	Min	-54,43	-340,48	3.173,86	344,80
SP.A-SX-6	SLE - CAR.06	Max	-49,72	-316,38	3.414,68	320,26
SP.A-SX-6	SLE - CAR.06	Min	-55,14	-341,16	3.175,59	345,59
SP.A-SX-6	SLE - CAR.07	Max	-52,21	-340,26	3.526,19	344,24
SP.A-SX-6	SLE - CAR.07	Min	-57,64	-365,04	3.287,10	369,56
SP.A-SX-6	SLE - CAR.08	Max	-52,93	-340,94	3.527,92	345,02
SP.A-SX-6	SLE - CAR.08	Min	-58,36	-365,73	3.288,83	370,35
SP.A-SX-6	SLE - CAR.09	Max	-49,40	-320,38	3.435,02	324,16
SP.A-SX-6	SLE - CAR.09	Min	-54,83	-345,16	3.195,93	349,49
SP.A-SX-6	SLE - CAR.10	Max	-50,60	-321,52	3.437,91	325,47
SP.A-SX-6	SLE - CAR.10	Min	-56,03	-346,30	3.198,82	350,80
SP.A-SX-6	SLE - CAR.11	Max	-51,33	-335,11	3.502,96	339,02
SP.A-SX-6	SLE - CAR.11	Min	-56,76	-359,90	3.263,87	364,35
SP.A-SX-6	SLE - CAR.12	Max	-52,52	-336,25	3.505,85	340,33
SP.A-SX-6	SLE - CAR.12	Min	-57,95	-361,04	3.266,77	365,66
SP.A-SX-7	SLE - CAR.01	Max	-61,26	-162,29	2.142,48	173,46
SP.A-SX-7	SLE - CAR.01	Min	-70,16	-180,28	1.959,30	193,45
SP.A-SX-7	SLE - CAR.02	Max	-61,63	-160,88	2.137,07	172,28
SP.A-SX-7	SLE - CAR.02	Min	-70,54	-178,87	1.953,89	192,28
SP.A-SX-7	SLE - CAR.03	Max	-64,99	-173,86	2.200,41	185,61
SP.A-SX-7	SLE - CAR.03	Min	-73,89	-191,85	2.017,23	205,58
SP.A-SX-7	SLE - CAR.04	Max	-65,36	-172,45	2.195,00	184,42
SP.A-SX-7	SLE - CAR.04	Min	-74,26	-190,44	2.011,82	204,41
SP.A-SX-7	SLE - CAR.05	Max	-61,24	-158,43	2.077,37	169,86
SP.A-SX-7	SLE - CAR.05	Min	-67,92	-171,92	1.939,99	184,85
SP.A-SX-7	SLE - CAR.06	Max	-61,62	-157,03	2.071,96	168,68
SP.A-SX-7	SLE - CAR.06	Min	-68,29	-170,52	1.934,58	183,68
SP.A-SX-7	SLE - CAR.07	Max	-67,45	-177,71	2.173,92	190,08
SP.A-SX-7	SLE - CAR.07	Min	-74,13	-191,20	2.036,54	205,07
SP.A-SX-7	SLE - CAR.08	Max	-67,83	-176,31	2.168,51	188,90
SP.A-SX-7	SLE - CAR.08	Min	-74,50	-189,80	2.031,13	203,90
SP.A-SX-7	SLE - CAR.09	Max	-62,36	-162,76	2.098,49	174,29
SP.A-SX-7	SLE - CAR.09	Min	-69,03	-176,25	1.961,10	189,28
SP.A-SX-7	SLE - CAR.10	Max	-62,98	-160,41	2.089,47	172,33
SP.A-SX-7	SLE - CAR.10	Min	-69,66	-173,91	1.952,08	187,34
SP.A-SX-7	SLE - CAR.11	Max	-66,08	-174,32	2.156,42	186,43
SP.A-SX-7	SLE - CAR.11	Min	-72,76	-187,82	2.019,03	201,42
SP.A-SX-7	SLE - CAR.12	Max	-66,71	-171,98	2.147,40	184,47
SP.A-SX-7	SLE - CAR.12	Min	-73,38	-185,47	2.010,01	199,46

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.A-SX-8	SLE - CAR.01	Max	-35,81	-61,40	743,92	71,08
SP.A-SX-8	SLE - CAR.01	Min	-45,19	-69,49	678,09	82,89
SP.A-SX-8	SLE - CAR.02	Max	-35,67	-58,36	734,15	68,40
SP.A-SX-8	SLE - CAR.02	Min	-45,05	-66,46	668,32	80,29
SP.A-SX-8	SLE - CAR.03	Max	-40,34	-69,44	781,14	80,31
SP.A-SX-8	SLE - CAR.03	Min	-49,72	-77,53	715,31	92,11
SP.A-SX-8	SLE - CAR.04	Max	-40,20	-66,41	771,37	77,63
SP.A-SX-8	SLE - CAR.04	Min	-49,58	-74,50	705,53	89,49
SP.A-SX-8	SLE - CAR.05	Max	-35,79	-58,72	718,55	68,77
SP.A-SX-8	SLE - CAR.05	Min	-42,83	-64,79	669,17	77,66
SP.A-SX-8	SLE - CAR.06	Max	-35,65	-55,68	708,77	66,12
SP.A-SX-8	SLE - CAR.06	Min	-42,69	-61,75	659,40	75,07
SP.A-SX-8	SLE - CAR.07	Max	-43,35	-72,12	780,57	84,15
SP.A-SX-8	SLE - CAR.07	Min	-50,38	-78,19	731,20	93,02
SP.A-SX-8	SLE - CAR.08	Max	-43,21	-69,09	770,80	81,49
SP.A-SX-8	SLE - CAR.08	Min	-50,25	-75,16	721,42	90,40
SP.A-SX-8	SLE - CAR.09	Max	-37,35	-62,41	734,21	72,74
SP.A-SX-8	SLE - CAR.09	Min	-44,39	-68,48	684,83	81,61
SP.A-SX-8	SLE - CAR.10	Max	-37,12	-57,35	717,92	68,31
SP.A-SX-8	SLE - CAR.10	Min	-44,15	-63,42	668,54	77,28
SP.A-SX-8	SLE - CAR.11	Max	-41,88	-70,46	771,42	81,96
SP.A-SX-8	SLE - CAR.11	Min	-48,92	-76,52	722,05	90,82
SP.A-SX-8	SLE - CAR.12	Max	-41,65	-65,39	755,14	77,53
SP.A-SX-8	SLE - CAR.12	Min	-48,69	-71,46	705,76	86,47

Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.A-SX-1	SLU - STR.01	Max	178,77	187,30	3.247,44	258,92
SP.A-SX-1	SLU - STR.01	Min	156,30	165,16	2.968,15	227,39
SP.A-SX-1	SLU - STR.02	Max	181,77	188,09	3.256,99	261,56
SP.A-SX-1	SLU - STR.02	Min	159,29	165,94	2.977,70	230,02
SP.A-SX-1	SLU - STR.03	Max	181,37	159,08	3.189,30	241,25
SP.A-SX-1	SLU - STR.03	Min	158,89	136,94	2.910,01	209,76
SP.A-SX-1	SLU - STR.04	Max	184,36	159,87	3.198,85	244,02
SP.A-SX-1	SLU - STR.04	Min	161,89	137,72	2.919,56	212,55
SP.A-SX-1	SLU - STR.05	Max	172,28	191,17	3.197,00	257,35
SP.A-SX-1	SLU - STR.05	Min	155,43	174,56	2.987,53	233,73
SP.A-SX-1	SLU - STR.06	Max	175,27	191,86	3.205,90	259,86
SP.A-SX-1	SLU - STR.06	Min	158,41	175,25	2.996,43	236,24
SP.A-SX-1	SLU - STR.07	Max	176,61	144,14	3.100,10	227,96
SP.A-SX-1	SLU - STR.07	Min	159,76	127,53	2.890,63	204,42
SP.A-SX-1	SLU - STR.08	Max	179,61	144,92	3.109,65	230,79
SP.A-SX-1	SLU - STR.08	Min	162,76	128,32	2.900,18	207,25
SP.A-SX-1	SLU - STR.09	Max	172,15	181,50	3.174,44	250,16
SP.A-SX-1	SLU - STR.09	Min	155,30	164,89	2.964,97	226,51
SP.A-SX-1	SLU - STR.10	Max	177,15	182,81	3.190,35	254,56
SP.A-SX-1	SLU - STR.10	Min	160,29	166,20	2.980,89	230,90
SP.A-SX-1	SLU - STR.11	Max	174,75	153,28	3.116,29	232,45
SP.A-SX-1	SLU - STR.11	Min	157,89	136,67	2.906,83	208,83
SP.A-SX-1	SLU - STR.12	Max	179,74	154,59	3.132,21	237,08
SP.A-SX-1	SLU - STR.12	Min	162,89	137,99	2.922,75	213,48

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd,long}$	$V_{Sd,long}$	N_{Sd}	$R_{V,Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.A-SX-2	SLU - STR.01	Max	190,12	88,98	1.892,68	209,91
SP.A-SX-2	SLU - STR.01	Min	164,13	78,84	1.751,60	182,08
SP.A-SX-2	SLU - STR.02	Max	193,27	91,26	1.898,15	213,73
SP.A-SX-2	SLU - STR.02	Min	167,27	81,12	1.757,07	185,90
SP.A-SX-2	SLU - STR.03	Max	196,03	64,10	1.824,41	206,24
SP.A-SX-2	SLU - STR.03	Min	170,03	53,96	1.683,32	178,39
SP.A-SX-2	SLU - STR.04	Max	199,17	66,38	1.829,88	209,94
SP.A-SX-2	SLU - STR.04	Min	173,17	56,24	1.688,79	182,08
SP.A-SX-2	SLU - STR.05	Max	181,66	94,74	1.880,17	204,88
SP.A-SX-2	SLU - STR.05	Min	162,16	87,13	1.774,36	184,08
SP.A-SX-2	SLU - STR.06	Max	184,79	96,97	1.885,28	208,69
SP.A-SX-2	SLU - STR.06	Min	165,29	89,37	1.779,46	187,90
SP.A-SX-2	SLU - STR.07	Max	191,49	53,28	1.766,38	198,77
SP.A-SX-2	SLU - STR.07	Min	172,00	45,67	1.660,57	177,96
SP.A-SX-2	SLU - STR.08	Max	194,64	55,56	1.771,85	202,41
SP.A-SX-2	SLU - STR.08	Min	175,14	47,95	1.666,04	181,59
SP.A-SX-2	SLU - STR.09	Max	182,58	85,69	1.855,59	201,68
SP.A-SX-2	SLU - STR.09	Min	163,08	78,08	1.749,78	180,81
SP.A-SX-2	SLU - STR.10	Max	187,82	89,49	1.864,71	208,05
SP.A-SX-2	SLU - STR.10	Min	168,32	81,88	1.758,89	187,18
SP.A-SX-2	SLU - STR.11	Max	188,48	60,81	1.787,32	198,04
SP.A-SX-2	SLU - STR.11	Min	168,98	53,20	1.681,50	177,16
SP.A-SX-2	SLU - STR.12	Max	193,72	64,61	1.796,43	204,21
SP.A-SX-2	SLU - STR.12	Min	174,22	57,00	1.690,62	183,31
SP.A-SX-3	SLU - STR.01	Max	161,15	29,44	509,03	163,82
SP.A-SX-3	SLU - STR.01	Min	138,45	23,15	458,54	140,37
SP.A-SX-3	SLU - STR.02	Max	163,72	32,85	509,67	166,98
SP.A-SX-3	SLU - STR.02	Min	141,01	26,56	459,19	143,49
SP.A-SX-3	SLU - STR.03	Max	168,05	9,26	446,37	168,30
SP.A-SX-3	SLU - STR.03	Min	145,34	2,96	395,89	145,37
SP.A-SX-3	SLU - STR.04	Max	170,61	12,67	447,01	171,08
SP.A-SX-3	SLU - STR.04	Min	147,91	6,37	396,53	148,05
SP.A-SX-3	SLU - STR.05	Max	153,18	35,38	524,77	157,21
SP.A-SX-3	SLU - STR.05	Min	136,15	30,65	486,91	139,55
SP.A-SX-3	SLU - STR.06	Max	155,73	38,78	525,34	160,48
SP.A-SX-3	SLU - STR.06	Min	138,70	34,06	487,48	142,82
SP.A-SX-3	SLU - STR.07	Max	164,67	1,73	420,35	164,68
SP.A-SX-3	SLU - STR.07	Min	147,64	-2,99	382,48	147,67
SP.A-SX-3	SLU - STR.08	Max	167,24	5,14	420,99	167,31
SP.A-SX-3	SLU - STR.08	Min	150,21	0,42	383,12	150,21
SP.A-SX-3	SLU - STR.09	Max	154,62	27,51	503,67	157,05
SP.A-SX-3	SLU - STR.09	Min	137,59	22,79	465,81	139,47
SP.A-SX-3	SLU - STR.10	Max	158,89	33,19	504,74	162,32
SP.A-SX-3	SLU - STR.10	Min	141,87	28,47	466,88	144,69
SP.A-SX-3	SLU - STR.11	Max	161,52	7,33	441,02	161,68
SP.A-SX-3	SLU - STR.11	Min	144,49	2,61	403,15	144,51
SP.A-SX-3	SLU - STR.12	Max	165,79	13,00	442,09	166,30
SP.A-SX-3	SLU - STR.12	Min	148,76	8,28	404,22	148,99

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.A-SX-4	SLU - STR.01	Max	43,86	-131,16	4.079,72	138,30
SP.A-SX-4	SLU - STR.01	Min	29,68	-143,67	3.720,81	146,71
SP.A-SX-4	SLU - STR.02	Max	45,20	-130,29	4.083,71	137,91
SP.A-SX-4	SLU - STR.02	Min	31,01	-142,80	3.724,80	146,13
SP.A-SX-4	SLU - STR.03	Max	43,70	-151,50	4.086,97	157,68
SP.A-SX-4	SLU - STR.03	Min	29,52	-164,02	3.728,06	166,65
SP.A-SX-4	SLU - STR.04	Max	45,04	-150,64	4.090,95	157,22
SP.A-SX-4	SLU - STR.04	Min	30,85	-163,15	3.732,04	166,04
SP.A-SX-4	SLU - STR.05	Max	40,37	-124,38	3.987,58	130,76
SP.A-SX-4	SLU - STR.05	Min	29,73	-133,76	3.718,40	137,03
SP.A-SX-4	SLU - STR.06	Max	41,69	-123,51	3.990,73	130,36
SP.A-SX-4	SLU - STR.06	Min	31,06	-132,90	3.721,55	136,48
SP.A-SX-4	SLU - STR.07	Max	40,10	-158,29	3.999,65	163,29
SP.A-SX-4	SLU - STR.07	Min	29,46	-167,67	3.730,47	170,24
SP.A-SX-4	SLU - STR.08	Max	41,44	-157,42	4.003,64	162,78
SP.A-SX-4	SLU - STR.08	Min	30,80	-166,80	3.734,45	169,62
SP.A-SX-4	SLU - STR.09	Max	39,87	-131,45	3.988,67	137,36
SP.A-SX-4	SLU - STR.09	Min	29,23	-140,83	3.719,48	143,83
SP.A-SX-4	SLU - STR.10	Max	42,10	-130,00	3.995,31	136,65
SP.A-SX-4	SLU - STR.10	Min	31,46	-139,39	3.726,12	142,89
SP.A-SX-4	SLU - STR.11	Max	39,71	-151,79	3.995,91	156,90
SP.A-SX-4	SLU - STR.11	Min	29,07	-161,18	3.726,73	163,78
SP.A-SX-4	SLU - STR.12	Max	41,94	-150,35	4.002,55	156,09
SP.A-SX-4	SLU - STR.12	Min	31,30	-159,73	3.733,37	162,77
SP.A-SX-5	SLU - STR.01	Max	28,39	-75,79	2.116,43	80,94
SP.A-SX-5	SLU - STR.01	Min	13,48	-84,58	1.952,37	85,65
SP.A-SX-5	SLU - STR.02	Max	29,82	-73,00	2.112,82	78,85
SP.A-SX-5	SLU - STR.02	Min	14,91	-81,78	1.948,76	83,13
SP.A-SX-5	SLU - STR.03	Max	29,08	-93,55	2.111,21	97,96
SP.A-SX-5	SLU - STR.03	Min	14,16	-102,34	1.947,15	103,31
SP.A-SX-5	SLU - STR.04	Max	30,50	-90,75	2.107,60	95,74
SP.A-SX-5	SLU - STR.04	Min	15,59	-99,54	1.943,54	100,75
SP.A-SX-5	SLU - STR.05	Max	24,76	-69,88	2.077,18	74,13
SP.A-SX-5	SLU - STR.05	Min	13,57	-76,46	1.954,13	77,66
SP.A-SX-5	SLU - STR.06	Max	26,18	-67,07	2.073,11	71,99
SP.A-SX-5	SLU - STR.06	Min	14,99	-73,65	1.950,07	75,16
SP.A-SX-5	SLU - STR.07	Max	25,90	-99,47	2.068,48	102,78
SP.A-SX-5	SLU - STR.07	Min	14,71	-106,06	1.945,44	107,07
SP.A-SX-5	SLU - STR.08	Max	27,32	-96,67	2.064,87	100,46
SP.A-SX-5	SLU - STR.08	Min	16,14	-103,26	1.941,83	104,51
SP.A-SX-5	SLU - STR.09	Max	24,51	-76,73	2.076,64	80,55
SP.A-SX-5	SLU - STR.09	Min	13,32	-83,32	1.953,60	84,37
SP.A-SX-5	SLU - STR.10	Max	26,89	-72,07	2.070,62	76,92
SP.A-SX-5	SLU - STR.10	Min	15,70	-78,66	1.947,58	80,21
SP.A-SX-5	SLU - STR.11	Max	25,19	-94,48	2.071,42	97,78
SP.A-SX-5	SLU - STR.11	Min	14,01	-101,07	1.948,38	102,04
SP.A-SX-5	SLU - STR.12	Max	27,57	-89,82	2.065,41	93,96
SP.A-SX-5	SLU - STR.12	Min	16,38	-96,41	1.942,36	97,79

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-6	SLU - STR.01	Max	-65,19	-434,93	4.772,84	439,78
SP.A-SX-6	SLU - STR.01	Min	-74,96	-479,54	4.342,48	485,37
SP.A-SX-6	SLU - STR.02	Max	-66,05	-435,75	4.774,92	440,72
SP.A-SX-6	SLU - STR.02	Min	-75,83	-480,36	4.344,56	486,31
SP.A-SX-6	SLU - STR.03	Max	-68,08	-457,03	4.874,75	462,08
SP.A-SX-6	SLU - STR.03	Min	-77,86	-501,65	4.444,39	507,65
SP.A-SX-6	SLU - STR.04	Max	-68,95	-457,85	4.876,83	463,01
SP.A-SX-6	SLU - STR.04	Min	-78,72	-502,47	4.446,48	508,60
SP.A-SX-6	SLU - STR.05	Max	-65,64	-427,56	4.631,27	432,57
SP.A-SX-6	SLU - STR.05	Min	-72,97	-461,02	4.308,50	466,76
SP.A-SX-6	SLU - STR.06	Max	-66,53	-428,32	4.632,42	433,46
SP.A-SX-6	SLU - STR.06	Min	-73,85	-461,79	4.309,65	467,65
SP.A-SX-6	SLU - STR.07	Max	-70,46	-464,40	4.801,13	469,72
SP.A-SX-6	SLU - STR.07	Min	-77,79	-497,86	4.478,36	503,90
SP.A-SX-6	SLU - STR.08	Max	-71,32	-465,22	4.803,21	470,66
SP.A-SX-6	SLU - STR.08	Min	-78,65	-498,68	4.480,44	504,85
SP.A-SX-6	SLU - STR.09	Max	-66,32	-434,65	4.664,55	439,68
SP.A-SX-6	SLU - STR.09	Min	-73,65	-468,11	4.341,78	473,87
SP.A-SX-6	SLU - STR.10	Max	-67,76	-436,02	4.668,02	441,25
SP.A-SX-6	SLU - STR.10	Min	-75,09	-469,48	4.345,25	475,45
SP.A-SX-6	SLU - STR.11	Max	-69,21	-456,76	4.766,47	461,97
SP.A-SX-6	SLU - STR.11	Min	-76,54	-490,22	4.443,70	496,16
SP.A-SX-6	SLU - STR.12	Max	-70,65	-458,13	4.769,94	463,54
SP.A-SX-6	SLU - STR.12	Min	-77,98	-491,59	4.447,17	497,73
SP.A-SX-7	SLU - STR.01	Max	-82,12	-219,76	2.904,43	234,60
SP.A-SX-7	SLU - STR.01	Min	-94,14	-244,05	2.657,14	261,57
SP.A-SX-7	SLU - STR.02	Max	-82,57	-218,08	2.897,94	233,18
SP.A-SX-7	SLU - STR.02	Min	-94,59	-242,36	2.650,65	260,16
SP.A-SX-7	SLU - STR.03	Max	-87,71	-237,12	2.991,33	252,82
SP.A-SX-7	SLU - STR.03	Min	-99,73	-261,40	2.744,03	279,78
SP.A-SX-7	SLU - STR.04	Max	-88,16	-235,43	2.984,83	251,39
SP.A-SX-7	SLU - STR.04	Min	-100,18	-259,72	2.737,54	278,36
SP.A-SX-7	SLU - STR.05	Max	-81,91	-213,98	2.813,64	229,12
SP.A-SX-7	SLU - STR.05	Min	-90,92	-232,19	2.628,18	249,36
SP.A-SX-7	SLU - STR.06	Max	-82,37	-212,25	2.806,55	227,67
SP.A-SX-7	SLU - STR.06	Min	-91,38	-230,47	2.621,08	247,92
SP.A-SX-7	SLU - STR.07	Max	-91,22	-242,90	2.958,47	259,47
SP.A-SX-7	SLU - STR.07	Min	-100,24	-261,11	2.773,00	279,69
SP.A-SX-7	SLU - STR.08	Max	-91,67	-241,21	2.951,97	258,05
SP.A-SX-7	SLU - STR.08	Min	-100,69	-259,43	2.766,51	278,28
SP.A-SX-7	SLU - STR.09	Max	-83,62	-220,33	2.844,77	235,66
SP.A-SX-7	SLU - STR.09	Min	-92,63	-238,54	2.659,30	255,89
SP.A-SX-7	SLU - STR.10	Max	-84,37	-217,52	2.833,95	233,30
SP.A-SX-7	SLU - STR.10	Min	-93,38	-235,73	2.648,48	253,55
SP.A-SX-7	SLU - STR.11	Max	-89,21	-237,68	2.931,67	253,87
SP.A-SX-7	SLU - STR.11	Min	-98,22	-255,89	2.746,20	274,10
SP.A-SX-7	SLU - STR.12	Max	-89,96	-234,87	2.920,85	251,51
SP.A-SX-7	SLU - STR.12	Min	-98,97	-253,08	2.735,38	271,75

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-8	SLU - STR.01	Max	-47,51	-82,71	1.002,83	95,39
SP.A-SX-8	SLU - STR.01	Min	-60,18	-93,63	913,95	111,30
SP.A-SX-8	SLU - STR.02	Max	-47,35	-79,07	991,10	92,16
SP.A-SX-8	SLU - STR.02	Min	-60,01	-89,99	902,23	108,16
SP.A-SX-8	SLU - STR.03	Max	-54,31	-94,78	1.058,66	109,24
SP.A-SX-8	SLU - STR.03	Min	-66,98	-105,70	969,78	125,13
SP.A-SX-8	SLU - STR.04	Max	-54,15	-91,13	1.046,93	106,00
SP.A-SX-8	SLU - STR.04	Min	-66,81	-102,05	958,05	121,98
SP.A-SX-8	SLU - STR.05	Max	-47,27	-78,69	966,71	91,79
SP.A-SX-8	SLU - STR.05	Min	-56,77	-86,88	900,05	103,78
SP.A-SX-8	SLU - STR.06	Max	-47,11	-75,01	954,75	88,57
SP.A-SX-8	SLU - STR.06	Min	-56,61	-83,20	888,09	100,63
SP.A-SX-8	SLU - STR.07	Max	-58,60	-98,80	1.059,75	114,87
SP.A-SX-8	SLU - STR.07	Min	-68,10	-106,99	993,10	126,82
SP.A-SX-8	SLU - STR.08	Max	-58,43	-95,15	1.048,02	111,66
SP.A-SX-8	SLU - STR.08	Min	-67,93	-103,35	981,37	123,67
SP.A-SX-8	SLU - STR.09	Max	-49,59	-83,93	989,23	97,48
SP.A-SX-8	SLU - STR.09	Min	-59,09	-92,12	922,57	109,44
SP.A-SX-8	SLU - STR.10	Max	-49,31	-77,85	969,68	92,15
SP.A-SX-8	SLU - STR.10	Min	-58,81	-86,05	903,02	104,22
SP.A-SX-8	SLU - STR.11	Max	-56,39	-95,99	1.045,05	111,33
SP.A-SX-8	SLU - STR.11	Min	-65,89	-104,18	978,39	123,27
SP.A-SX-8	SLU - STR.12	Max	-56,11	-89,92	1.025,51	105,99
SP.A-SX-8	SLU - STR.12	Min	-65,61	-98,11	958,85	118,03

Combinazioni allo Stato limite di Salvaguardia della Vita

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-1	SLV - X - 01	Max	303,50	236,27	2.853,71	384,62
SP.A-SX-1	SLV - X - 01	Min	-16,53	19,97	1.713,90	25,92
SP.A-SX-1	SLV - X - 02	Max	308,33	237,52	2.869,02	389,21
SP.A-SX-1	SLV - X - 02	Min	-11,70	21,22	1.729,21	24,23
SP.A-SX-1	SLV - Y - 01	Max	228,58	348,52	2.769,52	416,79
SP.A-SX-1	SLV - Y - 01	Min	58,40	-92,28	1.798,10	109,21
SP.A-SX-1	SLV - Y - 02	Max	233,41	349,77	2.784,83	420,49
SP.A-SX-1	SLV - Y - 02	Min	63,23	-91,03	1.813,41	110,84
SP.A-SX-2	SLV - X - 01	Max	346,57	99,46	1.401,74	360,56
SP.A-SX-2	SLV - X - 01	Min	-31,32	-6,61	1.110,67	32,01
SP.A-SX-2	SLV - X - 02	Max	351,64	103,15	1.410,55	366,45
SP.A-SX-2	SLV - X - 02	Min	-26,25	-2,93	1.119,48	26,41
SP.A-SX-2	SLV - Y - 01	Max	267,71	202,40	1.643,29	335,61
SP.A-SX-2	SLV - Y - 01	Min	47,54	-109,55	869,12	119,42
SP.A-SX-2	SLV - Y - 02	Max	272,78	206,09	1.652,10	341,88
SP.A-SX-2	SLV - Y - 02	Min	52,61	-105,87	877,93	118,22
SP.A-SX-3	SLV - X - 01	Max	306,54	59,65	691,24	312,29
SP.A-SX-3	SLV - X - 01	Min	-33,94	-76,38	-250,96	83,58
SP.A-SX-3	SLV - X - 02	Max	310,67	65,17	692,33	317,43
SP.A-SX-3	SLV - X - 02	Min	-29,81	-70,85	-249,86	76,86
SP.A-SX-3	SLV - Y - 01	Max	241,60	103,27	661,91	262,74
SP.A-SX-3	SLV - Y - 01	Min	31,00	-120,00	-221,64	123,94
SP.A-SX-3	SLV - Y - 02	Max	245,73	108,80	663,01	268,74
SP.A-SX-3	SLV - Y - 02	Min	35,13	-114,47	-220,54	119,74

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-SX-4	SLV - X - 01	Max	172,49	-34,55	3.171,10	175,92
SP.A-SX-4	SLV - X - 01	Min	-71,68	-169,14	2.472,51	183,70
SP.A-SX-4	SLV - X - 02	Max	174,63	-33,15	3.177,49	177,75
SP.A-SX-4	SLV - X - 02	Min	-69,54	-167,74	2.478,90	181,58
SP.A-SX-4	SLV - Y - 01	Max	97,99	55,04	2.982,26	112,39
SP.A-SX-4	SLV - Y - 01	Min	2,82	-258,72	2.661,35	258,73
SP.A-SX-4	SLV - Y - 02	Max	100,14	56,44	2.988,65	114,94
SP.A-SX-4	SLV - Y - 02	Min	4,96	-257,32	2.667,74	257,37
SP.A-SX-5	SLV - X - 01	Max	179,82	-17,68	1.671,34	180,68
SP.A-SX-5	SLV - X - 01	Min	-90,27	-119,01	1.006,25	149,38
SP.A-SX-5	SLV - X - 02	Max	182,10	-13,15	1.665,59	182,57
SP.A-SX-5	SLV - X - 02	Min	-87,99	-114,49	1.000,49	144,39
SP.A-SX-5	SLV - Y - 01	Max	97,11	43,11	1.477,33	106,25
SP.A-SX-5	SLV - Y - 01	Min	-7,56	-179,80	1.200,26	179,95
SP.A-SX-5	SLV - Y - 02	Max	99,39	47,64	1.471,58	110,22
SP.A-SX-5	SLV - Y - 02	Min	-5,28	-175,27	1.194,50	175,35
SP.A-SX-6	SLV - X - 01	Max	58,82	-207,85	4.162,09	216,01
SP.A-SX-6	SLV - X - 01	Min	-117,04	-459,50	2.624,11	474,17
SP.A-SX-6	SLV - X - 02	Max	57,41	-209,17	4.165,43	216,91
SP.A-SX-6	SLV - X - 02	Min	-118,45	-460,83	2.627,44	475,81
SP.A-SX-6	SLV - Y - 01	Max	35,71	-136,93	4.142,52	141,51
SP.A-SX-6	SLV - Y - 01	Min	-93,92	-530,41	2.643,68	538,66
SP.A-SX-6	SLV - Y - 02	Max	34,29	-138,26	4.145,86	142,45
SP.A-SX-6	SLV - Y - 02	Min	-95,33	-531,74	2.647,01	540,22
SP.A-SX-7	SLV - X - 01	Max	68,54	-127,29	2.184,02	144,57
SP.A-SX-7	SLV - X - 01	Min	-144,42	-211,47	1.779,92	256,08
SP.A-SX-7	SLV - X - 02	Max	67,78	-124,56	2.173,61	141,81
SP.A-SX-7	SLV - X - 02	Min	-145,18	-208,74	1.769,50	254,26
SP.A-SX-7	SLV - Y - 01	Max	45,85	-50,08	2.482,65	67,89
SP.A-SX-7	SLV - Y - 01	Min	-121,73	-288,69	1.481,29	313,30
SP.A-SX-7	SLV - Y - 02	Max	45,09	-47,35	2.472,24	65,38
SP.A-SX-7	SLV - Y - 02	Min	-122,49	-285,96	1.470,88	311,09
SP.A-SX-8	SLV - X - 01	Max	102,29	13,32	1.190,36	103,16
SP.A-SX-8	SLV - X - 01	Min	-127,18	-141,63	-45,98	190,35
SP.A-SX-8	SLV - X - 02	Max	102,53	19,22	1.171,55	104,32
SP.A-SX-8	SLV - X - 02	Min	-126,94	-135,73	-64,79	185,84
SP.A-SX-8	SLV - Y - 01	Max	75,54	17,89	1.043,39	77,63
SP.A-SX-8	SLV - Y - 01	Min	-100,42	-146,20	100,99	177,36
SP.A-SX-8	SLV - Y - 02	Max	75,78	23,79	1.024,59	79,42
SP.A-SX-8	SLV - Y - 02	Min	-100,18	-140,30	82,18	172,39

14.1.2 ZATTERA DESTRA

Nelle tabelle successive sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti (azione normale e taglio nelle due direzioni trasversali) valutati in corrispondenza delle molle elastiche mediante le quali sono stati modellati i pali di fondazione all'interno del modello di calcolo tridimensionale.

Per ciascun palo è stata determinata anche la risultante di taglio orizzontale, valutata come combinazione quadratica delle azioni taglianti valutate lungo le due direzioni orizzontali ortogonali.

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$ [kN]	$V_{Sd, long}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$R_{V, Sd}$ [kN]
SP.A-DX-1	SLE - Q.P.01	Max	-53,60	328,33	3.232,40	332,67
SP.A-DX-1	SLE - Q.P.01	Min	-53,60	328,33	3.232,40	332,67
SP.A-DX-1	SLE - Q.P.02	Max	-54,32	328,96	3.233,53	333,41
SP.A-DX-1	SLE - Q.P.02	Min	-54,32	328,96	3.233,53	333,41
SP.A-DX-2	SLE - Q.P.01	Max	-67,81	168,38	1.989,28	181,52
SP.A-DX-2	SLE - Q.P.01	Min	-67,81	168,38	1.989,28	181,52
SP.A-DX-2	SLE - Q.P.02	Max	-68,27	167,24	1.984,93	180,63
SP.A-DX-2	SLE - Q.P.02	Min	-68,27	167,24	1.984,93	180,63
SP.A-DX-3	SLE - Q.P.01	Max	-43,91	65,66	710,51	78,99
SP.A-DX-3	SLE - Q.P.01	Min	-43,91	65,66	710,51	78,99
SP.A-DX-3	SLE - Q.P.02	Max	-43,93	63,12	702,88	76,91
SP.A-DX-3	SLE - Q.P.02	Min	-43,93	63,12	702,88	76,91
SP.A-DX-4	SLE - Q.P.01	Max	21,24	104,48	2.739,97	106,62
SP.A-DX-4	SLE - Q.P.01	Min	21,24	104,48	2.739,97	106,62
SP.A-DX-4	SLE - Q.P.02	Max	22,07	103,94	2.742,49	106,26
SP.A-DX-4	SLE - Q.P.02	Min	22,07	103,94	2.742,49	106,26
SP.A-DX-5	SLE - Q.P.01	Max	10,55	62,77	1.436,42	63,65
SP.A-DX-5	SLE - Q.P.01	Min	10,55	62,77	1.436,42	63,65
SP.A-DX-5	SLE - Q.P.02	Max	11,43	60,82	1.434,22	61,88
SP.A-DX-5	SLE - Q.P.02	Min	11,43	60,82	1.434,22	61,88
SP.A-DX-6	SLE - Q.P.01	Max	115,45	-110,24	2.160,94	159,63
SP.A-DX-6	SLE - Q.P.01	Min	115,45	-110,24	2.160,94	159,63
SP.A-DX-6	SLE - Q.P.02	Max	117,47	-110,65	2.167,08	161,38
SP.A-DX-6	SLE - Q.P.02	Min	117,47	-110,65	2.167,08	161,38
SP.A-DX-7	SLE - Q.P.01	Max	122,28	-48,13	1.263,93	131,41
SP.A-DX-7	SLE - Q.P.01	Min	122,28	-48,13	1.263,93	131,41
SP.A-DX-7	SLE - Q.P.02	Max	124,39	-49,68	1.267,65	133,94
SP.A-DX-7	SLE - Q.P.02	Min	124,39	-49,68	1.267,65	133,94
SP.A-DX-8	SLE - Q.P.01	Max	103,85	-11,34	337,79	104,46
SP.A-DX-8	SLE - Q.P.01	Min	103,85	-11,34	337,79	104,46
SP.A-DX-8	SLE - Q.P.02	Max	105,56	-13,77	338,54	106,45
SP.A-DX-8	SLE - Q.P.02	Min	105,56	-13,77	338,54	106,45

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.01	Max	-49,85	355,45	3.510,00	358,92
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.01	Min	-55,62	328,33	3.232,35	333,00
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.02	Max	-50,56	356,08	3.511,13	359,65
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.02	Min	-56,33	328,96	3.233,48	333,75
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.03	Max	-53,53	328,26	3.232,29	332,60
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.03	Min	-53,53	328,26	3.232,29	332,60
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.04	Max	-54,39	329,02	3.233,64	333,49
SP.A-DX-1	SLE - FREQ.04	Min	-54,39	329,02	3.233,64	333,49
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.01	Max	-63,63	183,65	2.152,33	194,36
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.01	Min	-70,75	168,38	1.989,26	182,63
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.02	Max	-64,09	182,51	2.147,98	193,43
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.02	Min	-71,20	167,23	1.984,90	181,76
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.03	Max	-67,77	168,49	1.989,72	181,61
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.03	Min	-67,77	168,49	1.989,72	181,61
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.04	Max	-68,31	167,12	1.984,49	180,54
SP.A-DX-2	SLE - FREQ.04	Min	-68,31	167,12	1.984,49	180,54
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.01	Max	-38,97	73,47	759,95	83,16
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.01	Min	-46,54	65,66	702,56	80,48
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.02	Max	-38,99	70,93	752,31	80,94
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.02	Min	-46,57	63,12	694,92	78,44
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.03	Max	-43,91	65,91	711,28	79,20
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.03	Min	-43,91	65,91	711,28	79,20
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.04	Max	-43,94	62,87	702,11	76,70
SP.A-DX-3	SLE - FREQ.04	Min	-43,94	62,87	702,11	76,70
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.01	Max	29,69	111,37	2.974,09	115,26
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.01	Min	21,23	104,48	2.739,95	106,61
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.02	Max	30,52	110,83	2.976,61	114,96
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.02	Min	22,06	103,94	2.742,47	106,25
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.03	Max	21,16	104,53	2.739,72	106,65
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.03	Min	21,16	104,53	2.739,72	106,65
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.04	Max	22,15	103,89	2.742,74	106,22
SP.A-DX-4	SLE - FREQ.04	Min	22,15	103,89	2.742,74	106,22
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.01	Max	18,48	68,32	1.547,54	70,77
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.01	Min	9,56	62,76	1.436,40	63,48
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.02	Max	19,36	66,37	1.545,35	69,14
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.02	Min	10,44	60,81	1.434,20	61,70
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.03	Max	10,46	62,96	1.436,64	63,82
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.03	Min	10,46	62,96	1.436,64	63,82
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.04	Max	11,52	60,62	1.434,00	61,71
SP.A-DX-5	SLE - FREQ.04	Min	11,52	60,62	1.434,00	61,71
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.01	Max	128,49	-110,24	2.342,43	169,30
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.01	Min	115,45	-126,27	2.160,93	171,09
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.02	Max	130,51	-110,64	2.348,57	171,10
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.02	Min	117,47	-126,67	2.167,07	172,75
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.03	Max	115,25	-110,20	2.160,33	159,46
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.03	Min	115,25	-110,20	2.160,33	159,46
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.04	Max	117,67	-110,69	2.167,70	161,55
SP.A-DX-6	SLE - FREQ.04	Min	117,67	-110,69	2.167,70	161,55

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.01	Max	137,35	-48,13	1.357,66	145,54
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.01	Min	122,28	-55,56	1.263,93	134,31
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.02	Max	139,46	-49,68	1.361,38	148,04
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.02	Min	124,38	-57,11	1.267,65	136,87
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.03	Max	122,07	-47,98	1.263,56	131,16
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.03	Min	122,07	-47,98	1.263,56	131,16
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.04	Max	124,60	-49,83	1.268,02	134,20
SP.A-DX-7	SLE - FREQ.04	Min	124,60	-49,83	1.268,02	134,20
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.01	Max	117,00	-9,38	352,99	117,37
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.01	Min	103,84	-13,39	322,02	104,70
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.02	Max	118,71	-11,81	353,75	119,30
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.02	Min	105,55	-15,82	322,78	106,73
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.03	Max	103,67	-11,10	337,71	104,26
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.03	Min	103,67	-11,10	337,71	104,26
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.04	Max	105,73	-14,02	338,62	106,65
SP.A-DX-8	SLE - FREQ.04	Min	105,73	-14,02	338,62	106,65

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-1	SLE - CAR.01	Max	-49,46	371,77	3.636,33	375,04
SP.A-DX-1	SLE - CAR.01	Min	-57,15	335,61	3.266,13	340,44
SP.A-DX-1	SLE - CAR.02	Max	-50,32	372,52	3.637,68	375,91
SP.A-DX-1	SLE - CAR.02	Min	-58,01	336,36	3.267,49	341,33
SP.A-DX-1	SLE - CAR.03	Max	-47,59	357,08	3.568,50	360,23
SP.A-DX-1	SLE - CAR.03	Min	-55,28	320,92	3.198,30	325,64
SP.A-DX-1	SLE - CAR.04	Max	-48,45	357,84	3.569,85	361,10
SP.A-DX-1	SLE - CAR.04	Min	-56,14	321,68	3.199,66	326,54
SP.A-DX-1	SLE - CAR.05	Max	-51,33	367,62	3.566,40	371,19
SP.A-DX-1	SLE - CAR.05	Min	-57,10	340,50	3.288,76	345,26
SP.A-DX-1	SLE - CAR.06	Max	-52,19	368,38	3.567,76	372,06
SP.A-DX-1	SLE - CAR.06	Min	-57,96	341,26	3.290,12	346,15
SP.A-DX-1	SLE - CAR.07	Max	-48,21	343,14	3.453,35	346,51
SP.A-DX-1	SLE - CAR.07	Min	-53,98	316,02	3.175,71	320,60
SP.A-DX-1	SLE - CAR.08	Max	-49,07	343,90	3.454,71	347,38
SP.A-DX-1	SLE - CAR.08	Min	-54,84	316,78	3.177,06	321,49
SP.A-DX-1	SLE - CAR.09	Max	-50,42	362,47	3.543,34	365,96
SP.A-DX-1	SLE - CAR.09	Min	-56,19	335,35	3.265,70	340,03
SP.A-DX-1	SLE - CAR.10	Max	-51,86	363,74	3.545,60	367,41
SP.A-DX-1	SLE - CAR.10	Min	-57,63	336,62	3.267,96	341,51
SP.A-DX-1	SLE - CAR.11	Max	-48,55	347,79	3.475,51	351,16
SP.A-DX-1	SLE - CAR.11	Min	-54,32	320,67	3.197,87	325,23
SP.A-DX-1	SLE - CAR.12	Max	-49,98	349,05	3.477,77	352,61
SP.A-DX-1	SLE - CAR.12	Min	-55,75	321,93	3.200,13	326,72

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-2	SLE - CAR.01	Max	-64,03	194,68	2.236,21	204,94
SP.A-DX-2	SLE - CAR.01	Min	-73,52	174,31	2.018,77	189,18
SP.A-DX-2	SLE - CAR.02	Max	-64,58	193,31	2.230,98	203,81
SP.A-DX-2	SLE - CAR.02	Min	-74,06	172,94	2.013,55	188,13
SP.A-DX-2	SLE - CAR.03	Max	-60,36	183,04	2.178,03	192,73
SP.A-DX-2	SLE - CAR.03	Min	-69,84	162,67	1.960,59	177,03
SP.A-DX-2	SLE - CAR.04	Max	-60,90	181,67	2.172,80	191,60
SP.A-DX-2	SLE - CAR.04	Min	-70,39	161,30	1.955,37	175,99
SP.A-DX-2	SLE - CAR.05	Max	-66,65	193,47	2.201,25	204,62
SP.A-DX-2	SLE - CAR.05	Min	-73,76	178,19	2.038,17	192,85
SP.A-DX-2	SLE - CAR.06	Max	-67,20	192,09	2.196,02	203,51
SP.A-DX-2	SLE - CAR.06	Min	-74,31	176,82	2.032,95	191,80
SP.A-DX-2	SLE - CAR.07	Max	-60,52	174,07	2.104,29	184,29
SP.A-DX-2	SLE - CAR.07	Min	-67,64	158,79	1.941,21	172,60
SP.A-DX-2	SLE - CAR.08	Max	-61,07	172,70	2.099,06	183,18
SP.A-DX-2	SLE - CAR.08	Min	-68,18	157,42	1.935,98	171,55
SP.A-DX-2	SLE - CAR.09	Max	-65,24	190,04	2.183,60	200,93
SP.A-DX-2	SLE - CAR.09	Min	-72,36	174,77	2.020,52	189,15
SP.A-DX-2	SLE - CAR.10	Max	-66,15	187,76	2.174,89	199,07
SP.A-DX-2	SLE - CAR.10	Min	-73,27	172,48	2.011,81	187,40
SP.A-DX-2	SLE - CAR.11	Max	-61,57	178,41	2.125,42	188,73
SP.A-DX-2	SLE - CAR.11	Min	-68,68	163,13	1.962,34	177,00
SP.A-DX-2	SLE - CAR.12	Max	-62,48	176,12	2.116,71	186,87
SP.A-DX-2	SLE - CAR.12	Min	-69,59	160,84	1.953,64	175,25
SP.A-DX-3	SLE - CAR.01	Max	-39,57	80,43	796,02	89,64
SP.A-DX-3	SLE - CAR.01	Min	-49,68	70,01	719,50	85,85
SP.A-DX-3	SLE - CAR.02	Max	-39,60	77,39	786,85	86,93
SP.A-DX-3	SLE - CAR.02	Min	-49,71	66,97	710,34	83,40
SP.A-DX-3	SLE - CAR.03	Max	-35,06	72,22	758,36	80,28
SP.A-DX-3	SLE - CAR.03	Min	-45,16	61,80	681,84	76,55
SP.A-DX-3	SLE - CAR.04	Max	-35,09	69,18	749,20	77,57
SP.A-DX-3	SLE - CAR.04	Min	-45,19	58,76	672,68	74,13
SP.A-DX-3	SLE - CAR.05	Max	-42,73	80,56	792,09	91,19
SP.A-DX-3	SLE - CAR.05	Min	-50,31	72,75	734,70	88,45
SP.A-DX-3	SLE - CAR.06	Max	-42,76	77,52	782,93	88,53
SP.A-DX-3	SLE - CAR.06	Min	-50,34	69,71	725,54	85,98
SP.A-DX-3	SLE - CAR.07	Max	-35,20	66,88	729,33	75,58
SP.A-DX-3	SLE - CAR.07	Min	-42,78	59,07	671,95	72,93
SP.A-DX-3	SLE - CAR.08	Max	-35,23	63,84	720,17	72,92
SP.A-DX-3	SLE - CAR.08	Min	-42,81	56,03	662,78	70,51
SP.A-DX-3	SLE - CAR.09	Max	-41,21	78,84	782,59	88,96
SP.A-DX-3	SLE - CAR.09	Min	-48,79	71,03	725,21	86,17
SP.A-DX-3	SLE - CAR.10	Max	-41,26	73,77	767,32	84,52
SP.A-DX-3	SLE - CAR.10	Min	-48,84	65,96	709,93	82,07
SP.A-DX-3	SLE - CAR.11	Max	-36,70	70,63	744,94	79,60
SP.A-DX-3	SLE - CAR.11	Min	-44,27	62,82	687,55	76,85
SP.A-DX-3	SLE - CAR.12	Max	-36,75	65,56	729,67	75,16
SP.A-DX-3	SLE - CAR.12	Min	-44,32	57,75	672,28	72,80

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.A-DX-4	SLE - CAR.01	Max	32,35	120,52	3.054,23	124,79
SP.A-DX-4	SLE - CAR.01	Min	21,07	111,33	2.742,04	113,30
SP.A-DX-4	SLE - CAR.02	Max	33,35	119,87	3.057,26	124,43
SP.A-DX-4	SLE - CAR.02	Min	22,07	110,68	2.745,07	112,86
SP.A-DX-4	SLE - CAR.03	Max	32,50	106,93	3.049,53	111,76
SP.A-DX-4	SLE - CAR.03	Min	21,22	97,74	2.737,34	100,01
SP.A-DX-4	SLE - CAR.04	Max	33,50	106,29	3.052,55	111,44
SP.A-DX-4	SLE - CAR.04	Min	22,22	97,09	2.740,36	99,60
SP.A-DX-4	SLE - CAR.05	Max	29,49	122,75	2.977,75	126,24
SP.A-DX-4	SLE - CAR.05	Min	21,03	115,86	2.743,61	117,75
SP.A-DX-4	SLE - CAR.06	Max	30,48	122,10	2.980,78	125,85
SP.A-DX-4	SLE - CAR.06	Min	22,02	115,21	2.746,64	117,29
SP.A-DX-4	SLE - CAR.07	Max	29,73	100,10	2.969,92	104,43
SP.A-DX-4	SLE - CAR.07	Min	21,27	93,21	2.735,77	95,60
SP.A-DX-4	SLE - CAR.08	Max	30,73	99,46	2.972,94	104,10
SP.A-DX-4	SLE - CAR.08	Min	22,27	92,56	2.738,80	95,20
SP.A-DX-4	SLE - CAR.09	Max	29,20	118,44	2.975,18	121,98
SP.A-DX-4	SLE - CAR.09	Min	20,74	111,54	2.741,04	113,45
SP.A-DX-4	SLE - CAR.10	Max	30,86	117,36	2.980,22	121,35
SP.A-DX-4	SLE - CAR.10	Min	22,40	110,46	2.746,08	112,71
SP.A-DX-4	SLE - CAR.11	Max	29,35	104,85	2.970,48	108,88
SP.A-DX-4	SLE - CAR.11	Min	20,89	97,95	2.736,33	100,16
SP.A-DX-4	SLE - CAR.12	Max	31,01	103,77	2.975,52	108,31
SP.A-DX-4	SLE - CAR.12	Min	22,55	96,88	2.741,38	99,47
SP.A-DX-5	SLE - CAR.01	Max	21,23	76,35	1.583,14	79,24
SP.A-DX-5	SLE - CAR.01	Min	9,34	68,93	1.434,95	69,56
SP.A-DX-5	SLE - CAR.02	Max	22,29	74,01	1.580,50	77,29
SP.A-DX-5	SLE - CAR.02	Min	10,40	66,60	1.432,31	67,41
SP.A-DX-5	SLE - CAR.03	Max	20,84	64,38	1.586,48	67,67
SP.A-DX-5	SLE - CAR.03	Min	8,95	56,97	1.438,29	57,67
SP.A-DX-5	SLE - CAR.04	Max	21,89	62,05	1.583,84	65,80
SP.A-DX-5	SLE - CAR.04	Min	10,00	54,64	1.435,66	55,54
SP.A-DX-5	SLE - CAR.05	Max	18,72	78,48	1.544,98	80,68
SP.A-DX-5	SLE - CAR.05	Min	9,81	72,92	1.433,84	73,58
SP.A-DX-5	SLE - CAR.06	Max	19,78	76,15	1.542,34	78,67
SP.A-DX-5	SLE - CAR.06	Min	10,86	70,59	1.431,20	71,42
SP.A-DX-5	SLE - CAR.07	Max	18,06	58,54	1.550,56	61,27
SP.A-DX-5	SLE - CAR.07	Min	9,14	52,99	1.439,41	53,77
SP.A-DX-5	SLE - CAR.08	Max	19,12	56,21	1.547,92	59,37
SP.A-DX-5	SLE - CAR.08	Min	10,20	50,65	1.436,78	51,67
SP.A-DX-5	SLE - CAR.09	Max	18,24	75,27	1.546,97	77,45
SP.A-DX-5	SLE - CAR.09	Min	9,32	69,71	1.435,83	70,33
SP.A-DX-5	SLE - CAR.10	Max	20,00	71,38	1.542,57	74,13
SP.A-DX-5	SLE - CAR.10	Min	11,08	65,82	1.431,43	66,75
SP.A-DX-5	SLE - CAR.11	Max	17,84	63,31	1.550,32	65,77
SP.A-DX-5	SLE - CAR.11	Min	8,92	57,75	1.439,18	58,44
SP.A-DX-5	SLE - CAR.12	Max	19,60	59,42	1.545,92	62,57
SP.A-DX-5	SLE - CAR.12	Min	10,68	53,86	1.434,78	54,91

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd, long} [kN]	V _{Sd, long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V, Sd} [kN]
SP.A-DX-6	SLE - CAR.01	Max	133,43	-100,79	2.382,77	167,22
SP.A-DX-6	SLE - CAR.01	Min	116,05	-122,16	2.140,77	168,49
SP.A-DX-6	SLE - CAR.02	Max	135,86	-101,28	2.390,14	169,45
SP.A-DX-6	SLE - CAR.02	Min	118,47	-122,64	2.148,13	170,52
SP.A-DX-6	SLE - CAR.03	Max	131,82	-119,61	2.421,86	178,00
SP.A-DX-6	SLE - CAR.03	Min	114,44	-140,98	2.179,85	181,58
SP.A-DX-6	SLE - CAR.04	Max	134,25	-120,09	2.429,23	180,12
SP.A-DX-6	SLE - CAR.04	Min	116,86	-141,46	2.187,22	183,49
SP.A-DX-6	SLE - CAR.05	Max	129,62	-94,52	2.309,25	160,43
SP.A-DX-6	SLE - CAR.05	Min	116,59	-110,54	2.127,74	160,66
SP.A-DX-6	SLE - CAR.06	Max	132,05	-95,00	2.316,61	162,67
SP.A-DX-6	SLE - CAR.06	Min	119,01	-111,03	2.135,11	162,76
SP.A-DX-6	SLE - CAR.07	Max	126,94	-125,88	2.374,39	178,78
SP.A-DX-6	SLE - CAR.07	Min	113,90	-141,91	2.192,88	181,97
SP.A-DX-6	SLE - CAR.08	Max	129,37	-126,37	2.381,76	180,84
SP.A-DX-6	SLE - CAR.08	Min	116,33	-142,39	2.200,25	183,87
SP.A-DX-6	SLE - CAR.09	Max	128,28	-100,63	2.319,82	163,04
SP.A-DX-6	SLE - CAR.09	Min	115,24	-116,66	2.138,31	163,98
SP.A-DX-6	SLE - CAR.10	Max	132,32	-101,44	2.332,10	166,73
SP.A-DX-6	SLE - CAR.10	Min	119,28	-117,46	2.150,59	167,41
SP.A-DX-6	SLE - CAR.11	Max	126,67	-119,45	2.358,91	174,11
SP.A-DX-6	SLE - CAR.11	Min	113,63	-135,47	2.177,40	176,82
SP.A-DX-6	SLE - CAR.12	Max	130,71	-120,25	2.371,18	177,61
SP.A-DX-6	SLE - CAR.12	Min	117,67	-136,28	2.189,68	180,05
SP.A-DX-7	SLE - CAR.01	Max	144,06	-39,64	1.365,69	149,41
SP.A-DX-7	SLE - CAR.01	Min	123,96	-49,55	1.240,72	133,50
SP.A-DX-7	SLE - CAR.02	Max	146,59	-41,50	1.370,15	152,35
SP.A-DX-7	SLE - CAR.02	Min	126,49	-51,40	1.245,17	136,54
SP.A-DX-7	SLE - CAR.03	Max	140,26	-56,31	1.411,38	151,15
SP.A-DX-7	SLE - CAR.03	Min	120,17	-66,22	1.286,40	137,20
SP.A-DX-7	SLE - CAR.04	Max	142,79	-58,17	1.415,83	154,19
SP.A-DX-7	SLE - CAR.04	Min	122,70	-68,08	1.290,86	140,31
SP.A-DX-7	SLE - CAR.05	Max	140,30	-34,09	1.319,22	144,38
SP.A-DX-7	SLE - CAR.05	Min	125,23	-41,52	1.225,49	131,93
SP.A-DX-7	SLE - CAR.06	Max	142,83	-35,94	1.323,68	147,28
SP.A-DX-7	SLE - CAR.06	Min	127,76	-43,37	1.229,94	134,92
SP.A-DX-7	SLE - CAR.07	Max	133,98	-61,87	1.395,36	147,57
SP.A-DX-7	SLE - CAR.07	Min	118,90	-69,30	1.301,63	137,62
SP.A-DX-7	SLE - CAR.08	Max	136,50	-63,73	1.399,82	150,65
SP.A-DX-7	SLE - CAR.08	Min	121,43	-71,16	1.306,09	140,74
SP.A-DX-7	SLE - CAR.09	Max	138,19	-39,02	1.332,96	143,60
SP.A-DX-7	SLE - CAR.09	Min	123,12	-46,45	1.239,23	131,59
SP.A-DX-7	SLE - CAR.10	Max	142,41	-42,12	1.340,39	148,51
SP.A-DX-7	SLE - CAR.10	Min	127,34	-49,55	1.246,66	136,63
SP.A-DX-7	SLE - CAR.11	Max	134,40	-55,70	1.378,65	145,48
SP.A-DX-7	SLE - CAR.11	Min	119,32	-63,12	1.284,92	134,99
SP.A-DX-7	SLE - CAR.12	Max	138,61	-58,79	1.386,08	150,56
SP.A-DX-7	SLE - CAR.12	Min	123,54	-66,22	1.292,35	140,17

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.A-DX-8	SLE - CAR.01	Max	123,45	-1,67	337,06	123,46
SP.A-DX-8	SLE - CAR.01	Min	105,91	-7,02	295,77	106,14
SP.A-DX-8	SLE - CAR.02	Max	125,51	-4,59	337,97	125,59
SP.A-DX-8	SLE - CAR.02	Min	107,96	-9,94	296,67	108,42
SP.A-DX-8	SLE - CAR.03	Max	118,97	-15,29	378,91	119,95
SP.A-DX-8	SLE - CAR.03	Min	101,43	-20,65	337,62	103,51
SP.A-DX-8	SLE - CAR.04	Max	121,03	-18,21	379,82	122,39
SP.A-DX-8	SLE - CAR.04	Min	103,48	-23,57	338,53	106,13
SP.A-DX-8	SLE - CAR.05	Max	120,56	2,22	318,04	120,58
SP.A-DX-8	SLE - CAR.05	Min	107,40	-1,79	287,07	107,41
SP.A-DX-8	SLE - CAR.06	Max	122,61	-0,70	318,95	122,61
SP.A-DX-8	SLE - CAR.06	Min	109,45	-4,71	287,98	109,56
SP.A-DX-8	SLE - CAR.07	Max	113,10	-20,49	387,80	114,94
SP.A-DX-8	SLE - CAR.07	Min	99,94	-24,50	356,83	102,90
SP.A-DX-8	SLE - CAR.08	Max	115,15	-23,41	388,70	117,51
SP.A-DX-8	SLE - CAR.08	Min	101,99	-27,42	357,73	105,61
SP.A-DX-8	SLE - CAR.09	Max	118,38	-1,35	331,69	118,39
SP.A-DX-8	SLE - CAR.09	Min	105,22	-5,36	300,72	105,36
SP.A-DX-8	SLE - CAR.10	Max	121,81	-6,21	333,20	121,96
SP.A-DX-8	SLE - CAR.10	Min	108,65	-10,23	302,23	109,13
SP.A-DX-8	SLE - CAR.11	Max	113,90	-14,97	373,54	114,88
SP.A-DX-8	SLE - CAR.11	Min	100,75	-18,99	342,57	102,52
SP.A-DX-8	SLE - CAR.12	Max	117,33	-19,84	375,05	118,99
SP.A-DX-8	SLE - CAR.12	Min	104,17	-23,85	344,08	106,87

Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.A-DX-1	SLU - STR.01	Max	-66,65	506,22	4.946,47	510,59
SP.A-DX-1	SLU - STR.01	Min	-77,04	457,40	4.446,71	463,85
SP.A-DX-1	SLU - STR.02	Max	-67,68	507,13	4.948,10	511,63
SP.A-DX-1	SLU - STR.02	Min	-78,07	458,31	4.448,34	464,91
SP.A-DX-1	SLU - STR.03	Max	-63,84	484,19	4.844,72	488,38
SP.A-DX-1	SLU - STR.03	Min	-74,23	435,37	4.344,96	441,66
SP.A-DX-1	SLU - STR.04	Max	-64,84	485,10	4.846,35	489,42
SP.A-DX-1	SLU - STR.04	Min	-75,26	436,28	4.346,59	442,73
SP.A-DX-1	SLU - STR.05	Max	-69,28	501,36	4.855,46	506,12
SP.A-DX-1	SLU - STR.05	Min	-77,07	464,75	4.480,64	471,10
SP.A-DX-1	SLU - STR.06	Max	-70,29	502,32	4.858,04	507,22
SP.A-DX-1	SLU - STR.06	Min	-78,08	465,71	4.483,22	472,21
SP.A-DX-1	SLU - STR.07	Max	-64,60	464,64	4.685,89	469,11
SP.A-DX-1	SLU - STR.07	Min	-72,39	428,03	4.311,07	434,11
SP.A-DX-1	SLU - STR.08	Max	-65,63	465,55	4.687,52	470,15
SP.A-DX-1	SLU - STR.08	Min	-73,42	428,94	4.312,69	435,18
SP.A-DX-1	SLU - STR.09	Max	-68,00	493,71	4.821,01	498,37
SP.A-DX-1	SLU - STR.09	Min	-75,79	457,10	4.446,19	463,34
SP.A-DX-1	SLU - STR.10	Max	-69,72	495,23	4.823,72	500,11
SP.A-DX-1	SLU - STR.10	Min	-77,51	458,62	4.448,90	465,12
SP.A-DX-1	SLU - STR.11	Max	-65,19	471,68	4.719,26	476,17
SP.A-DX-1	SLU - STR.11	Min	-72,98	435,07	4.344,44	441,15
SP.A-DX-1	SLU - STR.12	Max	-66,91	473,20	4.721,98	477,90
SP.A-DX-1	SLU - STR.12	Min	-74,70	436,59	4.347,16	442,93

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-2	SLU - STR.01	Max	-86,42	265,25	3.039,76	278,97
SP.A-DX-2	SLU - STR.01	Min	-99,23	237,75	2.746,22	257,63
SP.A-DX-2	SLU - STR.02	Max	-87,08	263,61	3.033,49	277,62
SP.A-DX-2	SLU - STR.02	Min	-99,88	236,11	2.739,95	256,37
SP.A-DX-2	SLU - STR.03	Max	-80,91	247,79	2.952,49	260,67
SP.A-DX-2	SLU - STR.03	Min	-93,71	220,30	2.658,96	239,40
SP.A-DX-2	SLU - STR.04	Max	-81,56	246,15	2.946,22	259,31
SP.A-DX-2	SLU - STR.04	Min	-94,37	218,65	2.652,69	238,15
SP.A-DX-2	SLU - STR.05	Max	-90,14	264,20	2.995,48	279,15
SP.A-DX-2	SLU - STR.05	Min	-99,75	243,57	2.775,32	263,20
SP.A-DX-2	SLU - STR.06	Max	-90,78	262,59	2.989,81	277,84
SP.A-DX-2	SLU - STR.06	Min	-100,38	241,97	2.769,65	261,96
SP.A-DX-2	SLU - STR.07	Max	-80,95	235,10	2.850,03	248,65
SP.A-DX-2	SLU - STR.07	Min	-90,56	214,48	2.629,88	232,81
SP.A-DX-2	SLU - STR.08	Max	-81,61	233,46	2.843,76	247,31
SP.A-DX-2	SLU - STR.08	Min	-91,21	212,83	2.623,61	231,55
SP.A-DX-2	SLU - STR.09	Max	-88,09	258,93	2.968,48	273,50
SP.A-DX-2	SLU - STR.09	Min	-97,69	238,30	2.748,33	257,55
SP.A-DX-2	SLU - STR.10	Max	-89,18	256,18	2.958,03	271,26
SP.A-DX-2	SLU - STR.10	Min	-98,78	235,56	2.737,87	255,43
SP.A-DX-2	SLU - STR.11	Max	-82,57	241,47	2.881,21	255,20
SP.A-DX-2	SLU - STR.11	Min	-92,18	220,84	2.661,06	239,31
SP.A-DX-2	SLU - STR.12	Max	-83,66	238,73	2.870,76	252,96
SP.A-DX-2	SLU - STR.12	Min	-93,27	218,10	2.650,61	237,21
SP.A-DX-3	SLU - STR.01	Max	-53,29	109,64	1.078,86	121,90
SP.A-DX-3	SLU - STR.01	Min	-66,93	95,58	975,56	116,68
SP.A-DX-3	SLU - STR.02	Max	-53,32	105,99	1.067,87	118,64
SP.A-DX-3	SLU - STR.02	Min	-66,96	91,92	964,57	113,73
SP.A-DX-3	SLU - STR.03	Max	-46,51	97,33	1.022,38	107,87
SP.A-DX-3	SLU - STR.03	Min	-60,15	83,26	919,08	102,72
SP.A-DX-3	SLU - STR.04	Max	-46,55	93,67	1.011,38	104,60
SP.A-DX-3	SLU - STR.04	Min	-60,19	79,61	908,08	99,80
SP.A-DX-3	SLU - STR.05	Max	-57,77	110,23	1.075,45	124,45
SP.A-DX-3	SLU - STR.05	Min	-68,00	99,68	997,97	120,67
SP.A-DX-3	SLU - STR.06	Max	-57,79	106,62	1.064,67	121,27
SP.A-DX-3	SLU - STR.06	Min	-68,02	96,07	987,20	117,71
SP.A-DX-3	SLU - STR.07	Max	-46,48	89,71	981,31	101,04
SP.A-DX-3	SLU - STR.07	Min	-56,71	79,16	903,84	97,38
SP.A-DX-3	SLU - STR.08	Max	-46,52	86,06	970,31	97,82
SP.A-DX-3	SLU - STR.08	Min	-56,75	75,51	892,84	94,46
SP.A-DX-3	SLU - STR.09	Max	-55,50	107,34	1.060,28	120,84
SP.A-DX-3	SLU - STR.09	Min	-65,73	96,80	982,81	117,00
SP.A-DX-3	SLU - STR.10	Max	-55,56	101,26	1.041,96	115,50
SP.A-DX-3	SLU - STR.10	Min	-65,79	90,71	964,48	112,05
SP.A-DX-3	SLU - STR.11	Max	-48,73	95,03	1.003,80	106,79
SP.A-DX-3	SLU - STR.11	Min	-58,96	84,48	926,33	103,02
SP.A-DX-3	SLU - STR.12	Max	-48,79	88,94	985,47	101,44
SP.A-DX-3	SLU - STR.12	Min	-59,02	78,40	908,00	98,13

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-4	SLU - STR.01	Max	44,85	164,47	4.149,88	170,48
SP.A-DX-4	SLU - STR.01	Min	29,62	152,06	3.728,42	154,92
SP.A-DX-4	SLU - STR.02	Max	46,04	163,70	4.153,51	170,05
SP.A-DX-4	SLU - STR.02	Min	30,82	151,28	3.732,06	154,39
SP.A-DX-4	SLU - STR.03	Max	45,07	144,09	4.142,83	150,97
SP.A-DX-4	SLU - STR.03	Min	29,84	131,68	3.721,37	135,02
SP.A-DX-4	SLU - STR.04	Max	46,27	143,31	4.146,46	150,60
SP.A-DX-4	SLU - STR.04	Min	31,04	130,90	3.725,00	134,53
SP.A-DX-4	SLU - STR.05	Max	40,97	168,16	4.046,88	173,08
SP.A-DX-4	SLU - STR.05	Min	29,55	158,85	3.730,78	161,58
SP.A-DX-4	SLU - STR.06	Max	42,18	167,38	4.051,35	172,61
SP.A-DX-4	SLU - STR.06	Min	30,76	158,07	3.735,26	161,04
SP.A-DX-4	SLU - STR.07	Max	41,34	134,19	4.035,12	140,42
SP.A-DX-4	SLU - STR.07	Min	29,92	124,88	3.719,03	128,42
SP.A-DX-4	SLU - STR.08	Max	42,54	133,42	4.038,75	140,03
SP.A-DX-4	SLU - STR.08	Min	31,12	124,11	3.722,66	127,95
SP.A-DX-4	SLU - STR.09	Max	40,65	161,63	4.043,31	166,66
SP.A-DX-4	SLU - STR.09	Min	29,23	152,32	3.727,22	155,10
SP.A-DX-4	SLU - STR.10	Max	42,64	160,34	4.049,37	165,91
SP.A-DX-4	SLU - STR.10	Min	31,22	151,03	3.733,28	154,22
SP.A-DX-4	SLU - STR.11	Max	40,87	141,24	4.036,26	147,04
SP.A-DX-4	SLU - STR.11	Min	29,45	131,94	3.720,17	135,18
SP.A-DX-4	SLU - STR.12	Max	42,86	139,95	4.042,32	146,37
SP.A-DX-4	SLU - STR.12	Min	31,44	130,64	3.726,22	134,37
SP.A-DX-5	SLU - STR.01	Max	29,79	104,44	2.146,55	108,60
SP.A-DX-5	SLU - STR.01	Min	13,74	94,43	1.946,50	95,43
SP.A-DX-5	SLU - STR.02	Max	31,06	101,64	2.143,38	106,28
SP.A-DX-5	SLU - STR.02	Min	15,01	91,63	1.943,33	92,85
SP.A-DX-5	SLU - STR.03	Max	29,20	86,49	2.151,57	91,29
SP.A-DX-5	SLU - STR.03	Min	13,15	76,49	1.951,52	77,61
SP.A-DX-5	SLU - STR.04	Max	30,46	83,69	2.148,40	89,06
SP.A-DX-5	SLU - STR.04	Min	14,41	73,69	1.948,35	75,08
SP.A-DX-5	SLU - STR.05	Max	26,42	107,92	2.094,87	111,11
SP.A-DX-5	SLU - STR.05	Min	14,39	100,42	1.944,83	101,44
SP.A-DX-5	SLU - STR.06	Max	27,70	105,13	2.092,15	108,72
SP.A-DX-5	SLU - STR.06	Min	15,66	97,63	1.942,11	98,88
SP.A-DX-5	SLU - STR.07	Max	25,43	78,01	2.103,24	82,05
SP.A-DX-5	SLU - STR.07	Min	13,39	70,51	1.953,20	71,77
SP.A-DX-5	SLU - STR.08	Max	26,70	75,21	2.100,07	79,81
SP.A-DX-5	SLU - STR.08	Min	14,66	67,71	1.950,03	69,28
SP.A-DX-5	SLU - STR.09	Max	25,80	102,87	2.097,60	106,06
SP.A-DX-5	SLU - STR.09	Min	13,77	95,37	1.947,56	96,36
SP.A-DX-5	SLU - STR.10	Max	27,91	98,20	2.092,32	102,09
SP.A-DX-5	SLU - STR.10	Min	15,88	90,70	1.942,28	92,08
SP.A-DX-5	SLU - STR.11	Max	25,21	84,93	2.102,62	88,59
SP.A-DX-5	SLU - STR.11	Min	13,17	77,43	1.952,58	78,54
SP.A-DX-5	SLU - STR.12	Max	27,32	80,26	2.097,34	84,78
SP.A-DX-5	SLU - STR.12	Min	15,28	72,75	1.947,30	74,34

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-6	SLU - STR.01	Max	182,24	-136,46	3.235,64	227,66
SP.A-DX-6	SLU - STR.01	Min	158,77	-165,30	2.908,93	229,20
SP.A-DX-6	SLU - STR.02	Max	185,14	-137,04	3.244,47	230,34
SP.A-DX-6	SLU - STR.02	Min	161,68	-165,88	2.917,76	231,64
SP.A-DX-6	SLU - STR.03	Max	179,82	-164,69	3.294,27	243,84
SP.A-DX-6	SLU - STR.03	Min	156,35	-193,53	2.967,56	248,80
SP.A-DX-6	SLU - STR.04	Max	182,73	-165,27	3.303,11	246,38
SP.A-DX-6	SLU - STR.04	Min	159,26	-194,11	2.976,39	251,08
SP.A-DX-6	SLU - STR.05	Max	177,17	-127,05	3.134,42	218,02
SP.A-DX-6	SLU - STR.05	Min	159,57	-148,68	2.889,39	218,11
SP.A-DX-6	SLU - STR.06	Max	180,10	-127,73	3.143,92	220,79
SP.A-DX-6	SLU - STR.06	Min	162,50	-149,36	2.898,89	220,71
SP.A-DX-6	SLU - STR.07	Max	173,15	-174,10	3.232,14	245,54
SP.A-DX-6	SLU - STR.07	Min	155,55	-195,73	2.987,10	250,01
SP.A-DX-6	SLU - STR.08	Max	176,06	-174,68	3.240,98	248,01
SP.A-DX-6	SLU - STR.08	Min	158,46	-196,31	2.995,94	252,28
SP.A-DX-6	SLU - STR.09	Max	175,40	-136,27	3.151,02	222,11
SP.A-DX-6	SLU - STR.09	Min	157,80	-157,90	2.905,99	223,23
SP.A-DX-6	SLU - STR.10	Max	180,25	-137,23	3.165,75	226,54
SP.A-DX-6	SLU - STR.10	Min	162,65	-158,86	2.920,72	227,36
SP.A-DX-6	SLU - STR.11	Max	172,99	-164,49	3.209,65	238,71
SP.A-DX-6	SLU - STR.11	Min	155,39	-186,13	2.964,62	242,46
SP.A-DX-6	SLU - STR.12	Max	177,83	-165,46	3.224,38	242,90
SP.A-DX-6	SLU - STR.12	Min	160,23	-187,09	2.979,35	246,33
SP.A-DX-7	SLU - STR.01	Max	197,03	-53,11	1.850,26	204,07
SP.A-DX-7	SLU - STR.01	Min	169,90	-66,48	1.681,55	182,44
SP.A-DX-7	SLU - STR.02	Max	200,07	-55,34	1.855,61	207,58
SP.A-DX-7	SLU - STR.02	Min	172,94	-68,71	1.686,90	186,08
SP.A-DX-7	SLU - STR.03	Max	191,34	-78,12	1.918,79	206,67
SP.A-DX-7	SLU - STR.03	Min	164,21	-91,49	1.750,08	187,97
SP.A-DX-7	SLU - STR.04	Max	194,38	-80,34	1.924,14	210,32
SP.A-DX-7	SLU - STR.04	Min	167,24	-93,72	1.755,43	191,71
SP.A-DX-7	SLU - STR.05	Max	192,15	-44,77	1.785,24	197,30
SP.A-DX-7	SLU - STR.05	Min	171,80	-54,80	1.658,71	180,33
SP.A-DX-7	SLU - STR.06	Max	195,20	-47,05	1.790,95	200,79
SP.A-DX-7	SLU - STR.06	Min	174,85	-57,08	1.664,42	183,93
SP.A-DX-7	SLU - STR.07	Max	182,66	-86,45	1.899,46	202,08
SP.A-DX-7	SLU - STR.07	Min	162,31	-96,48	1.772,92	188,82
SP.A-DX-7	SLU - STR.08	Max	185,70	-88,68	1.904,81	205,78
SP.A-DX-7	SLU - STR.08	Min	165,35	-98,71	1.778,27	192,57
SP.A-DX-7	SLU - STR.09	Max	189,24	-52,37	1.806,30	196,35
SP.A-DX-7	SLU - STR.09	Min	168,89	-62,40	1.679,77	180,05
SP.A-DX-7	SLU - STR.10	Max	194,30	-56,08	1.815,22	202,23
SP.A-DX-7	SLU - STR.10	Min	173,95	-66,11	1.688,68	186,09
SP.A-DX-7	SLU - STR.11	Max	183,55	-77,37	1.874,83	199,19
SP.A-DX-7	SLU - STR.11	Min	163,20	-87,40	1.748,30	185,13
SP.A-DX-7	SLU - STR.12	Max	188,61	-81,09	1.883,75	205,30
SP.A-DX-7	SLU - STR.12	Min	168,26	-91,11	1.757,21	191,34

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-8	SLU - STR.01	Max	168,96	-1,30	450,50	168,97
SP.A-DX-8	SLU - STR.01	Min	145,27	-8,52	394,76	145,52
SP.A-DX-8	SLU - STR.02	Max	171,43	-4,80	451,59	171,50
SP.A-DX-8	SLU - STR.02	Min	147,74	-12,03	395,85	148,23
SP.A-DX-8	SLU - STR.03	Max	162,25	-21,74	513,28	163,70
SP.A-DX-8	SLU - STR.03	Min	138,56	-28,96	457,54	141,55
SP.A-DX-8	SLU - STR.04	Max	164,71	-25,24	514,37	166,63
SP.A-DX-8	SLU - STR.04	Min	141,03	-32,47	458,62	144,71
SP.A-DX-8	SLU - STR.05	Max	165,28	4,63	422,73	165,34
SP.A-DX-8	SLU - STR.05	Min	147,51	-0,79	380,93	147,52
SP.A-DX-8	SLU - STR.06	Max	167,76	1,13	423,89	167,76
SP.A-DX-8	SLU - STR.06	Min	149,99	-4,29	382,08	150,06
SP.A-DX-8	SLU - STR.07	Max	154,09	-29,43	527,36	156,87
SP.A-DX-8	SLU - STR.07	Min	136,32	-34,85	485,56	140,71
SP.A-DX-8	SLU - STR.08	Max	156,55	-32,94	528,45	159,98
SP.A-DX-8	SLU - STR.08	Min	138,79	-38,36	486,65	143,99
SP.A-DX-8	SLU - STR.09	Max	162,22	-1,01	443,30	162,22
SP.A-DX-8	SLU - STR.09	Min	144,45	-6,43	401,49	144,60
SP.A-DX-8	SLU - STR.10	Max	166,33	-6,85	445,11	166,47
SP.A-DX-8	SLU - STR.10	Min	148,57	-12,27	403,30	149,07
SP.A-DX-8	SLU - STR.11	Max	155,50	-21,45	506,07	156,98
SP.A-DX-8	SLU - STR.11	Min	137,74	-26,87	464,27	140,34
SP.A-DX-8	SLU - STR.12	Max	159,62	-27,29	507,89	161,93
SP.A-DX-8	SLU - STR.12	Min	141,85	-32,71	466,08	145,57

Combinazioni allo Stato limite di Salvaguardia della Vita

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-1	SLV - X - 01	Max	58,74	461,54	4.168,39	465,26
SP.A-DX-1	SLV - X - 01	Min	-118,33	210,01	2.631,05	241,05
SP.A-DX-1	SLV - X - 02	Max	56,82	462,96	4.169,42	466,43
SP.A-DX-1	SLV - X - 02	Min	-120,25	211,43	2.632,07	243,24
SP.A-DX-1	SLV - Y - 01	Max	35,12	532,54	4.148,37	533,70
SP.A-DX-1	SLV - Y - 01	Min	-94,71	139,00	2.651,07	168,20
SP.A-DX-1	SLV - Y - 02	Max	33,20	533,97	4.149,40	535,00
SP.A-DX-1	SLV - Y - 02	Min	-96,63	140,42	2.652,09	170,46
SP.A-DX-2	SLV - X - 01	Max	68,07	212,84	2.189,79	223,46
SP.A-DX-2	SLV - X - 01	Min	-145,93	129,45	1.790,89	195,07
SP.A-DX-2	SLV - X - 02	Max	66,72	210,12	2.179,42	220,46
SP.A-DX-2	SLV - X - 02	Min	-147,28	126,72	1.780,52	194,29
SP.A-DX-2	SLV - Y - 01	Max	44,96	290,25	2.489,95	293,71
SP.A-DX-2	SLV - Y - 01	Min	-122,82	52,04	1.490,73	133,38
SP.A-DX-2	SLV - Y - 02	Max	43,61	287,53	2.479,58	290,82
SP.A-DX-2	SLV - Y - 02	Min	-124,17	49,31	1.480,35	133,60
SP.A-DX-3	SLV - X - 01	Max	101,62	142,79	1.199,02	175,26
SP.A-DX-3	SLV - X - 01	Min	-128,83	-11,84	-39,15	129,37
SP.A-DX-3	SLV - X - 02	Max	101,27	136,80	1.182,15	170,20
SP.A-DX-3	SLV - X - 02	Min	-129,17	-17,84	-56,01	130,39
SP.A-DX-3	SLV - Y - 01	Max	74,51	147,38	1.051,43	165,14
SP.A-DX-3	SLV - Y - 01	Min	-101,72	-16,43	108,44	103,03
SP.A-DX-3	SLV - Y - 02	Max	74,16	141,38	1.034,56	159,65
SP.A-DX-3	SLV - Y - 02	Min	-102,06	-22,42	91,58	104,49

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.A-DX-4	SLV - X - 01	Max	172,05	171,05	3.170,62	242,60
SP.A-DX-4	SLV - X - 01	Min	-72,30	36,84	2.472,19	81,15
SP.A-DX-4	SLV - X - 02	Max	173,73	169,78	3.175,81	242,92
SP.A-DX-4	SLV - X - 02	Min	-70,61	35,58	2.477,38	79,07
SP.A-DX-4	SLV - Y - 01	Max	96,09	260,74	2.983,38	277,88
SP.A-DX-4	SLV - Y - 01	Min	3,66	-52,86	2.659,43	52,98
SP.A-DX-4	SLV - Y - 02	Max	97,78	259,48	2.988,57	277,29
SP.A-DX-4	SLV - Y - 02	Min	5,34	-54,12	2.664,62	54,39
SP.A-DX-5	SLV - X - 01	Max	179,38	120,56	1.673,60	216,12
SP.A-DX-5	SLV - X - 01	Min	-91,02	19,62	1.006,53	93,11
SP.A-DX-5	SLV - X - 02	Max	181,14	115,89	1.669,30	215,04
SP.A-DX-5	SLV - X - 02	Min	-89,27	14,95	1.002,23	90,51
SP.A-DX-5	SLV - Y - 01	Max	95,41	181,35	1.481,19	204,92
SP.A-DX-5	SLV - Y - 01	Min	-7,06	-41,17	1.198,94	41,77
SP.A-DX-5	SLV - Y - 02	Max	97,17	176,68	1.476,89	201,64
SP.A-DX-5	SLV - Y - 02	Min	-5,30	-45,84	1.194,64	46,14
SP.A-DX-6	SLV - X - 01	Max	303,53	-17,08	2.846,80	304,01
SP.A-DX-6	SLV - X - 01	Min	-17,13	-233,15	1.706,28	233,78
SP.A-DX-6	SLV - X - 02	Max	308,04	-17,89	2.860,25	308,56
SP.A-DX-6	SLV - X - 02	Min	-12,62	-233,96	1.719,73	234,30
SP.A-DX-6	SLV - Y - 01	Max	228,12	95,29	2.762,20	247,22
SP.A-DX-6	SLV - Y - 01	Min	58,28	-345,51	1.790,87	350,39
SP.A-DX-6	SLV - Y - 02	Max	232,63	94,48	2.775,65	251,08
SP.A-DX-6	SLV - Y - 02	Min	62,79	-346,33	1.804,33	351,97
SP.A-DX-7	SLV - X - 01	Max	346,75	8,82	1.394,55	346,86
SP.A-DX-7	SLV - X - 01	Min	-31,85	-96,85	1.105,94	101,95
SP.A-DX-7	SLV - X - 02	Max	351,40	5,12	1.403,50	351,43
SP.A-DX-7	SLV - X - 02	Min	-27,21	-100,54	1.114,89	104,16
SP.A-DX-7	SLV - Y - 01	Max	267,43	111,77	1.636,51	289,84
SP.A-DX-7	SLV - Y - 01	Min	47,47	-199,79	863,99	205,35
SP.A-DX-7	SLV - Y - 02	Max	272,08	108,07	1.645,45	292,75
SP.A-DX-7	SLV - Y - 02	Min	52,11	-203,49	872,94	210,06
SP.A-DX-8	SLV - X - 01	Max	306,85	77,92	687,22	316,59
SP.A-DX-8	SLV - X - 01	Min	-34,31	-57,67	-254,90	67,11
SP.A-DX-8	SLV - X - 02	Max	310,59	71,96	690,18	318,81
SP.A-DX-8	SLV - X - 02	Min	-30,57	-63,63	-251,93	70,59
SP.A-DX-8	SLV - Y - 01	Max	241,42	121,51	657,66	270,28
SP.A-DX-8	SLV - Y - 01	Min	31,11	-101,27	-225,34	105,94
SP.A-DX-8	SLV - Y - 02	Max	245,16	115,56	660,62	271,03
SP.A-DX-8	SLV - Y - 02	Min	34,85	-107,22	-222,37	112,74

14.1.3 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DESUNTE DAL MODELLO DI CALCOLO

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori maggiormente gravosi delle azioni sollecitanti per le differenti famiglie di combinazioni di carico adottate:

SOTTOSTRUTTURA		COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]
SPALLA A	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	3.232,07	339,65	333,07
		SLE - FREQUENTE	3.471,16	323,03	357,90
		SLE - CARATTERISTICA	3.584,97	288,18	373,68
		SLU - STR	4.876,83	382,48	508,60
		SLV	4.165,43	-250,96	540,22
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	3.233,53	337,79	333,41
		SLE - FREQUENTE	3.511,13	322,02	359,65
		SLE - CARATTERISTICA	3.637,68	287,07	375,91
		SLU - STR	4.948,10	380,93	511,63
		SLV	4.169,42	-254,90	535,00

14.2 AZIONI SOLLECITANTI SUL SINGOLO PALO CONNESSE ALLA DEFORMABILITÀ ORIZZONTALE DEL TERRENO

Per effetto del taglio e della deformabilità del terreno nell'intorno del palo si generano le azioni sollecitanti definite nel seguito.

14.2.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO

Per terreni **prevalentemente incoerenti** si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare:

$$k_h = n_h \cdot \frac{z}{d}$$

dove:

- n_h → costante dipendente dalla litologia
- z → profondità
- d → diametro del palo

Il valore della costante n_h viene determinato per via tabellare in funzione del valore della densità relativa del terreno:

Sabbia sciolta ($Dr\% < 30\%$)	secca-umida $n_h = 0.224$	saturo $n_h = 0.128$;
Sabbia media ($Dr > 30$ $e \leq 70\%$)	secca-umida $n_h = 0.672$	saturo $n_h = 0.448$;
Sabbia grossa ($Dr\% > 70$)	secca-umida $n_h = 1.792$	saturo $n_h = 1.088$;

Per terreni **prevalentemente coerenti sovraconsolidati** ($c_u > 0,50 \text{ kg/cm}^2$) si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare (Matlock & Reese, 1956)

$$k_h = c_f \cdot \frac{c_u}{d}$$

dove:

- c_f → costante assunta pari a 67 (Davisson 1970)
- c_u → coesione non drenata
- d → diametro del palo

Per terreni prevalentemente coerenti normal-consolidati si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare (Matlock & Reese, 1956)

$$k_h = \delta \cdot \frac{z}{d}$$

dove:

- δ → costante dipendente dalla coesione non drenata:
 - $c_u \leq 0,25 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \delta = 0,022 \text{ kg/cm}^3 = 0,22 \text{ N/cm}^3$
 - $0,25 < c_u \leq 0,50 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \delta = 3,51 \text{ kg/cm}^3 = 35,10 \text{ N/cm}^3$
- z → profondità
- d → diametro del palo

Essendo stata posta la falda di progetto a **0,00 m** dal piano di riferimento tutto il terreno è considerato "satturo".

Il valore di k_h finale è stato determinato come media ponderata dei valori di k_h valutati per ciascuno strato della stratigrafia considerata:

STRATO	UNITA' LITOTECNICA	QUOTA INIZIALE [m]	QUOTA FINALE [m]	H_{strato} [m]	D_r [%]	n_h	d [m]	k_h QUOTA INIZIALE	k_h QUOTA FINALE	$k_{h,media}$ STRATO	$k_{h,media} \cdot h_{strato}$	
1	G3	0,00	7,05	7,05	49,60	0,488	1,20	0,00	2,87	1,43	10,11	
2	S1	7,05	26,00	18,95	50,00	0,488	1,20	2,87	10,57	6,72	127,35	
				26,00								137,45

$$k_h = 137,45 / 26,00 = 5,287 \text{ N/cm}^3$$

Per la valutazione delle azioni sollecitanti sul palo di fondazione per effetto dell'azione tagliante in testa e della deformabilità è stato utilizzato il metodo di Matlock & Reese con k_h variabile con la profondità.

14.2.2 ZATTERA SINISTRA

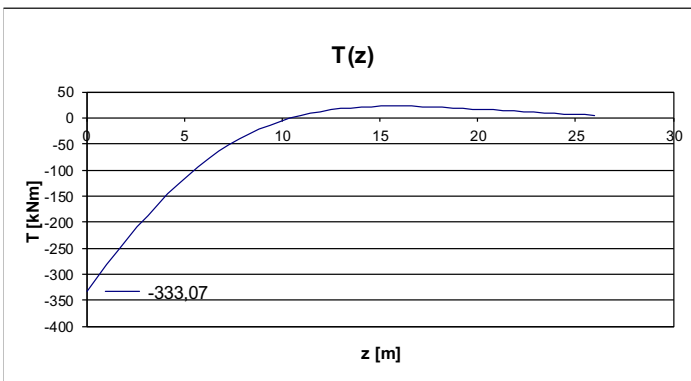
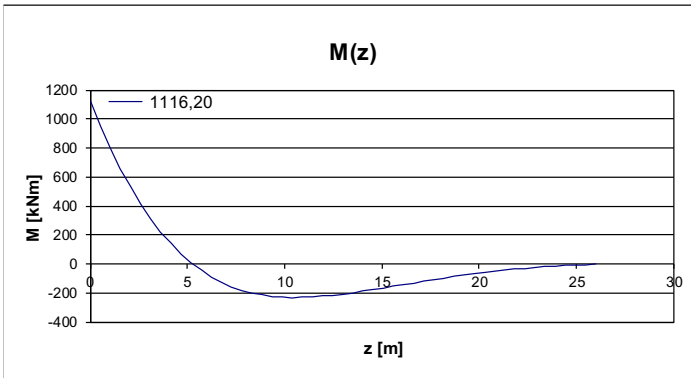
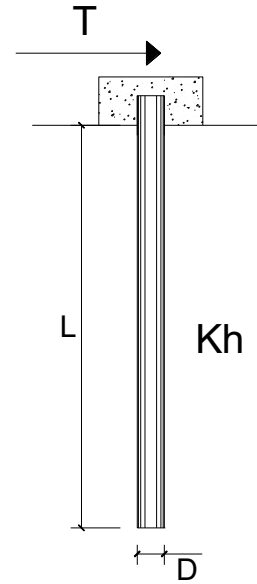
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	333,07	(kN)
f _{ck} del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
f _{cm} del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
E _{cls} ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4 / 64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ / k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



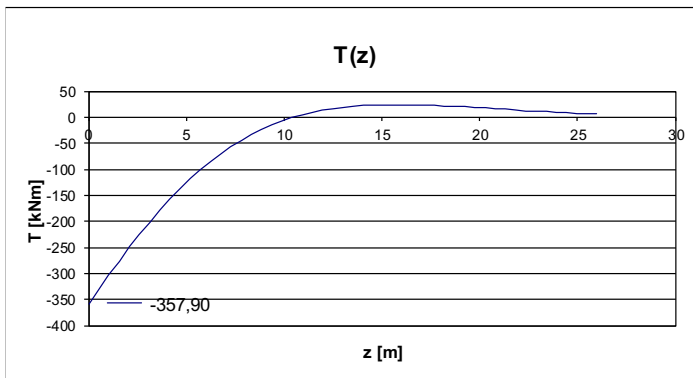
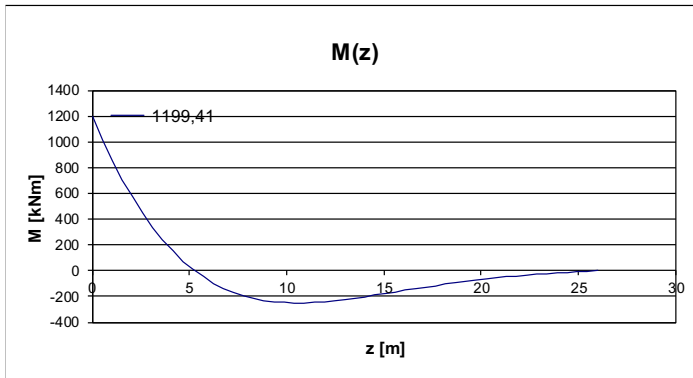
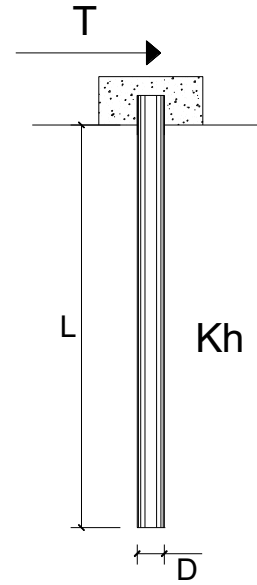
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	357,9	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



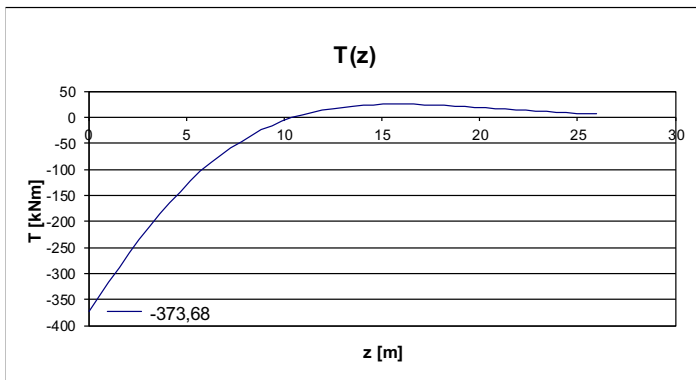
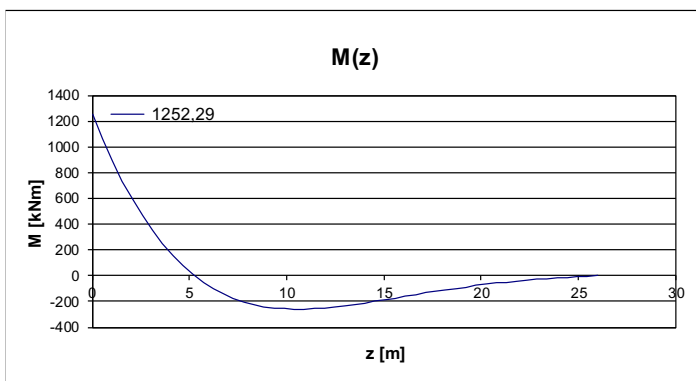
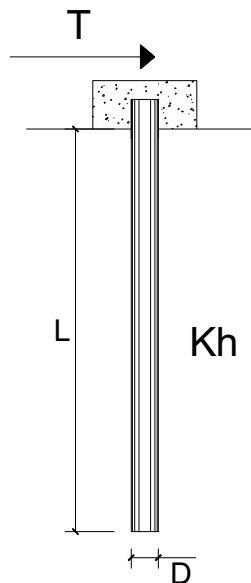
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	373,68	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



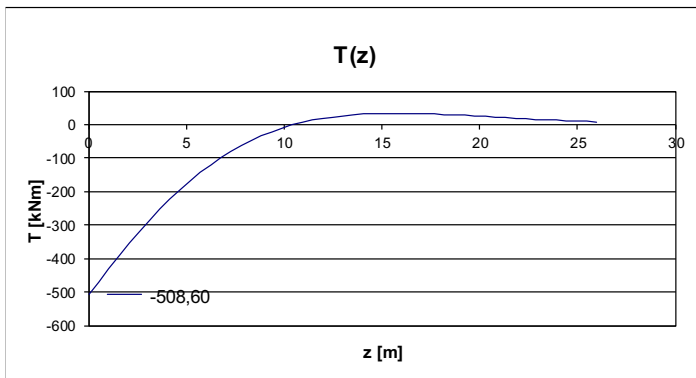
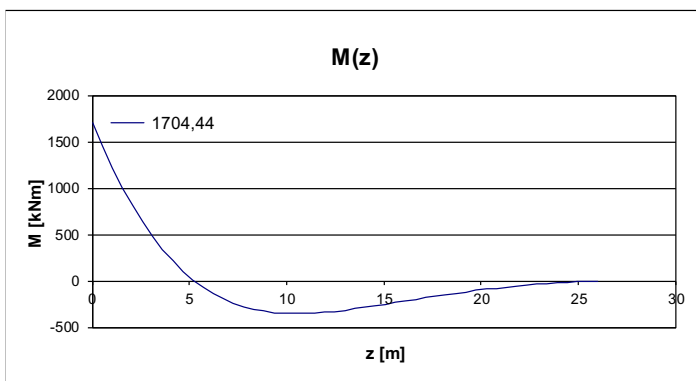
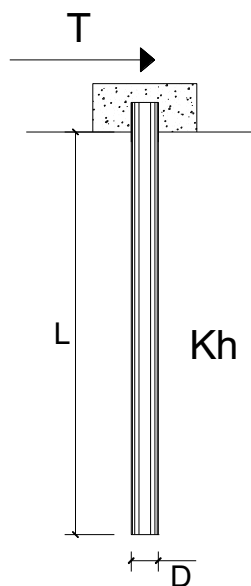
Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	508,6	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



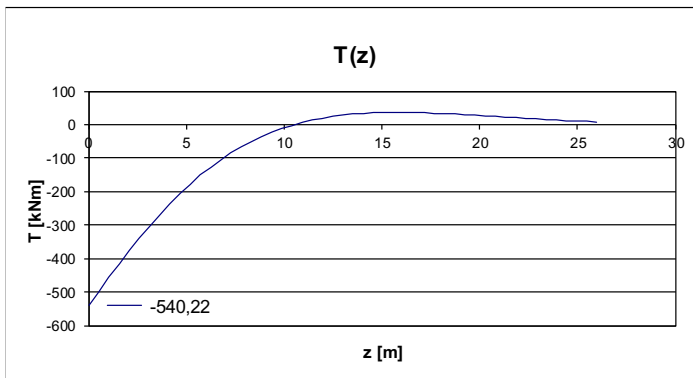
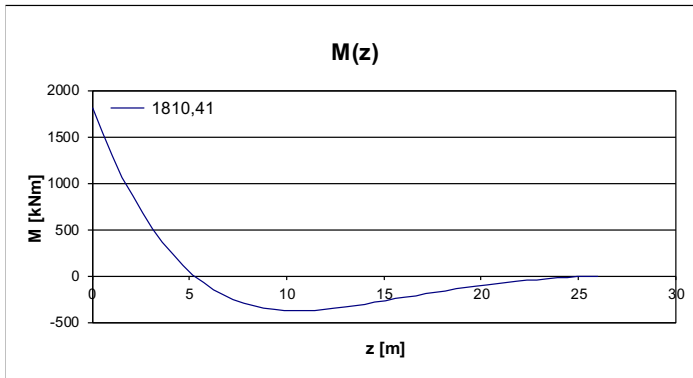
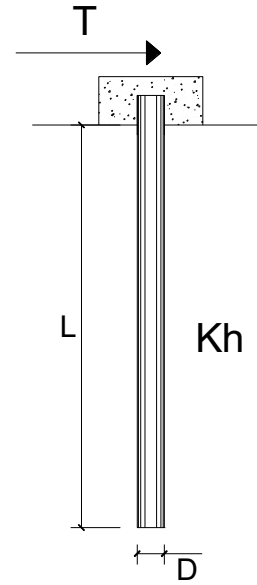
Combinazione allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	540,22	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



14.2.3 ZATTERA DESTRA

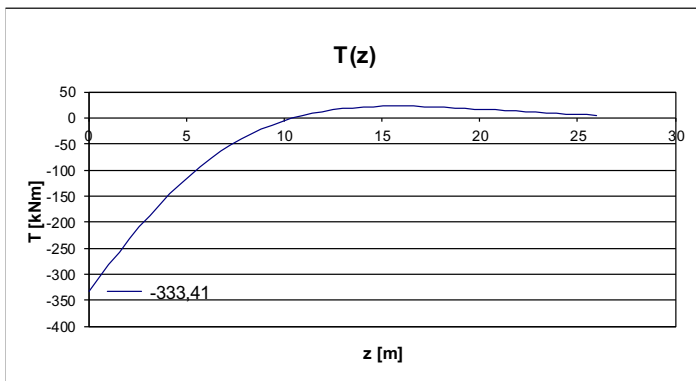
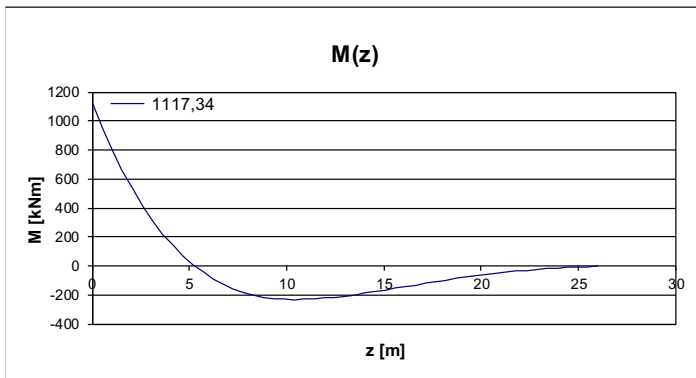
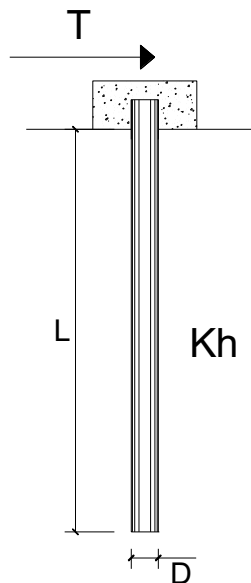
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	333,41	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4 / 64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot E J / k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



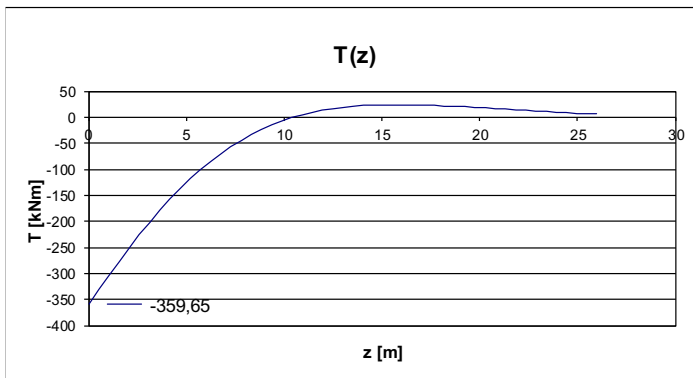
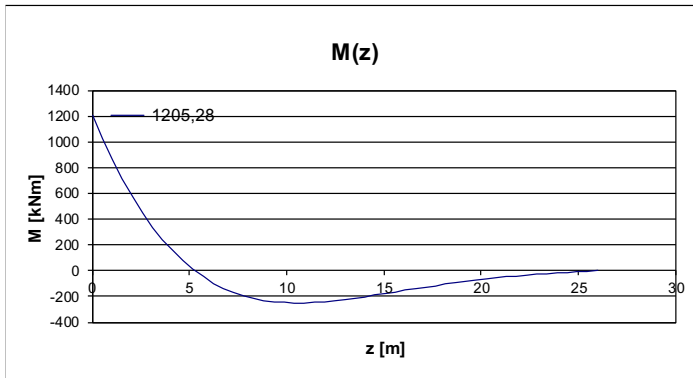
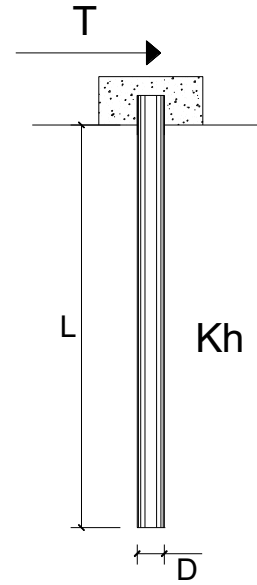
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	359,65	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



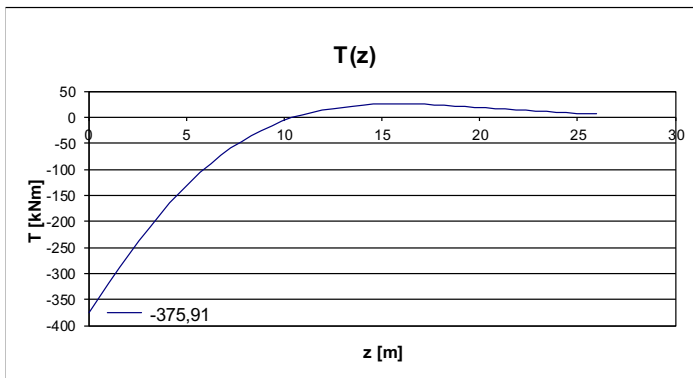
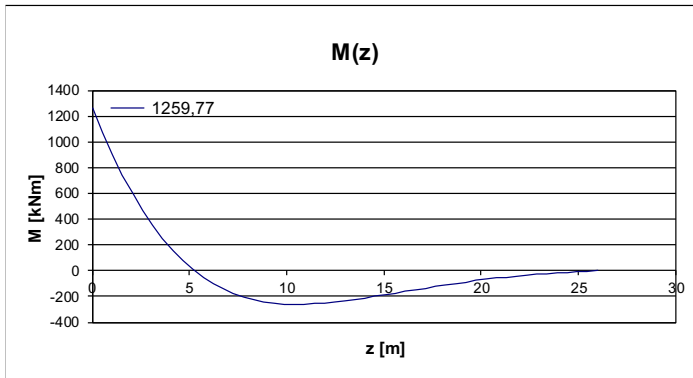
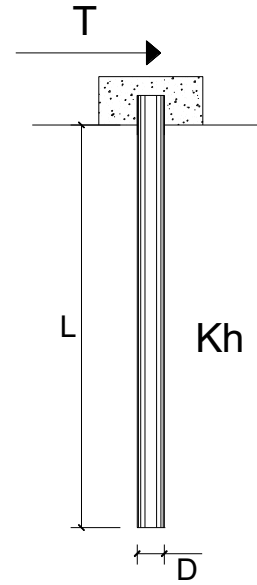
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	375,91	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



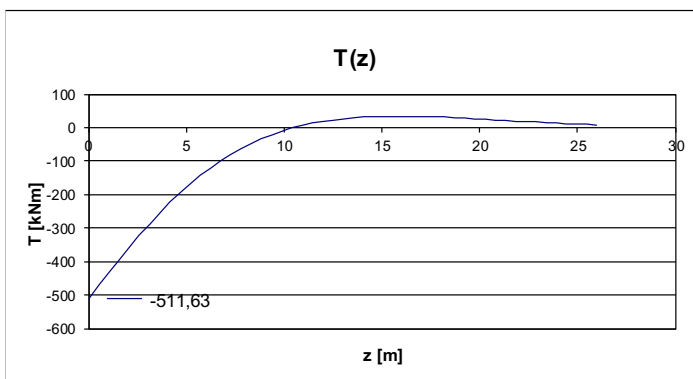
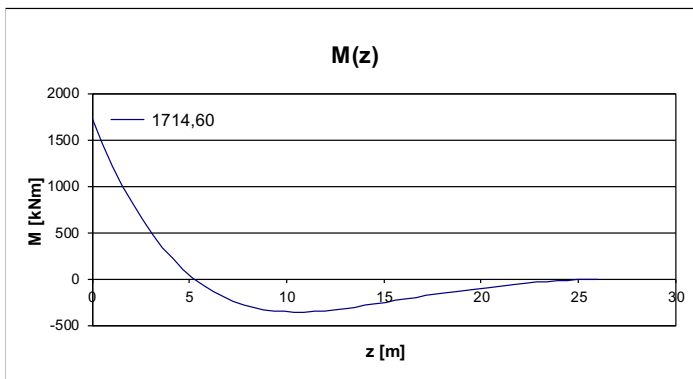
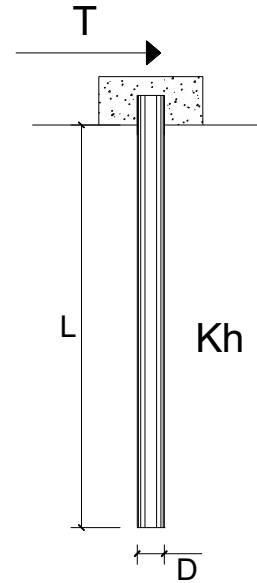
Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	511,63	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



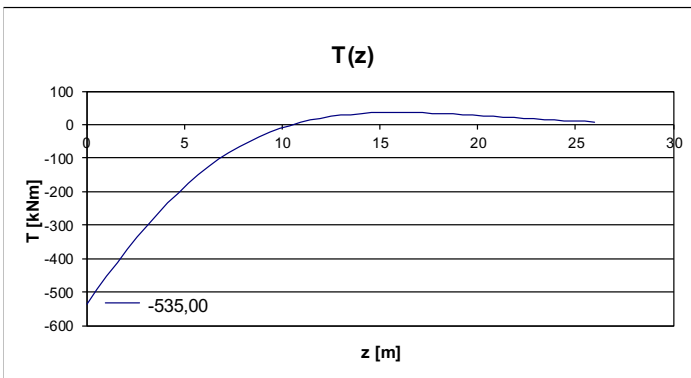
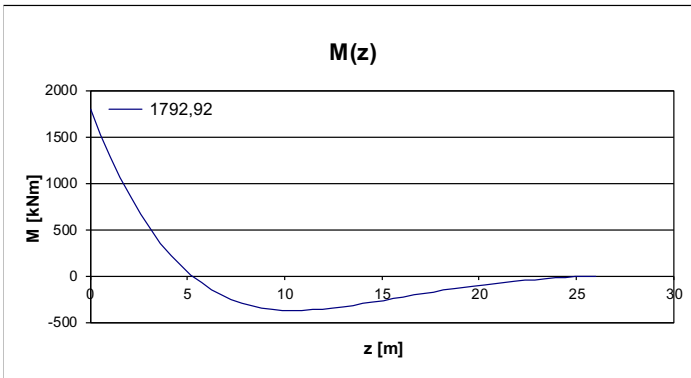
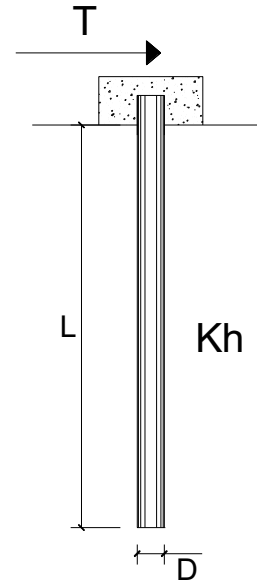
Combinazione allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	535	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



14.2.4 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI VERIFICA

SOTTOSTRUTTURA		COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]	M_{Sd} [kNm]
SPALLA A	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	3.232,07	339,65	333,07	1.116,20
		SLE - FREQUENTE	3.471,16	323,03	357,90	1.199,41
		SLE - CARATTERISTICA	3.584,97	288,18	373,68	1.252,29
		SLU - STR	4.876,83	382,48	508,60	1.704,44
		SLV	4.165,43	-250,96	540,22	1.810,41
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	3.233,53	337,79	333,41	1.117,34
		SLE - FREQUENTE	3.511,13	322,02	359,65	1.205,28
		SLE - CARATTERISTICA	3.637,68	287,07	375,91	1.259,77
		SLU - STR	4.948,10	380,93	511,63	1.714,60
		SLV	4.169,42	-254,90	535,00	1.792,92

15 SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE

15.1 SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a **120 cm**.

L'armatura verticale (armatura di forza) è prevista come segue:

Gabbia superiore

- **36Ø26** disposti a raggiera (strato esterno)
- **12Ø26** disposti a raggiera (strato interno)

Gabbie inferiori

- **18Ø20** disposti a raggiera

L'armatura a taglio è costituita da una spirale:

- **Ø12/10** (gabbia superiore)
- **Ø12/20** (gabbie inferiori)

Il copriferro netto minimo è assunto pari a **60 mm**.

15.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

15.2.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 3.233,53$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.117,34$ kNm.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,10 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 38,55 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.2.2 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 337,79$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.117,34$ kNm.

The screenshot shows a software window titled "Verifica C.A. S.L.U. - File". It contains several input and output fields:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno: 60 [cm], Raggio interno: 0 [cm], N° barre uguali: 48, Diametro barre: 2,6 [cm], Copriferro (baric.): 9,65 [cm].
- Sollecitazioni:** Metodo n, N_{Ed} : 0, M_{xEd} : 0, M_{yEd} : 0, N_{Sd} : 337,79 kN, M_{Sd} : 1117,34 kNm.
- Materiali:** B450C and 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, E_s/E_c : 15, ϵ_{syd} : 1,957 ‰, $\sigma_{c,adm}$: 9,75, $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm², τ_{co} : 0,6, τ_{c1} : 1,829.
- Stress Results:** σ_c : -6,468 N/mm², σ_s : 134,8 N/mm², ϵ_s : 0,6738 ‰, d : 110,4 cm, x : 46,19, x/d : 0,4186, δ : 0,9632.
- Other Parameters:** Vertici: 50, N° iterazioni: 4, Precompresso: .

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 6,46 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 134,80 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.2.3 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.511,13$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.205,28$ kNm.

The screenshot shows a software window titled "Verifica C.A. S.L.U. - File". It contains several panels for defining the section and applying loads.

- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 60 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 48
 - Diametro barre: 2,6 [cm]
 - Copriferro (baric.): 9,65 [cm]
- Sollecitazioni:**
 - Metodo n: $N_{Ed} = 3511,13$ kN, $M_{xEd} = 1205,28$ kNm, $M_{yEd} = 0$
- Materiali:**
 - B450C: $\epsilon_{su} = 67,5$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $\epsilon_{s}/E_c = 15$, $\epsilon_{syd} = 1,957$ ‰, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm²
 - C25/30: $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $\epsilon_{cu} = 3,5$, $f_{cd} = 14,17$, $\tau_{co} = 0,6$, $\tau_{c1} = 1,829$
- Stress Results:**
 - $\sigma_c = -7,672$ N/mm²
 - $\sigma_s = 41,07$ N/mm²
 - $\epsilon_s = 0,2053$ ‰
 - $d = 110,4$ cm
 - $x = 81,33$, $x/d = 0,737$
 - $\delta = 1$
- Other Parameters:**
 - Vertici: 50
 - N° iterazioni: 3
 - Precompresso:

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,67 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 41,07 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.2.4 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 322,02$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.205,28$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 2,6 [cm]
 Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 322,02 kN
 M_{xEd}: 0 1205,28 kNm
 M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} : 1
 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

σ_c : -6,963 N/mm²
 σ_s : 147,1 N/mm²

Vertici: 50
 Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

ϵ_s : 0,7357 ‰
 d: 110,4 cm
 x: 45,81 x/d: 0,4152
 δ : 0,9589

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 6,96 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 147,10 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.2.5 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.637,68$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.259,77$ kNm.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 8,00 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 43,64 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.2.6 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 287,07$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.259,77$ kNm.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,26 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 155,90 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

15.3.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE - N_{MAX}

Dati	<u>Verifica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	39 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
R _{ck}	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,2 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
f _{ck}	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A _φ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E _s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f _{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E _{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto Es/Ecm
f _{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000061	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000110	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000110	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w _d	✓ 0,031 mm	Valore di calcolo apertura fessure

15.3.2 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE – N_{MIN}

Dati	Verica fessurazione sezione circolare CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6	
σ_s	135 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,2 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A_ϕ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E_s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E_{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E_s/E_{cm}
f_{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000519	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000385	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000519	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d	✓ 0,148 mm	Valore di calcolo apertura fessure

15.3.3 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE - N_{MAX}

Dati	<u>Verica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	41 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,3 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A_ϕ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E_s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E_{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E_s/E_{cm}
f_{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000073	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000117	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000117	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d	✓ 0,034 mm	Valore di calcolo apertura fessure

15.3.4 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE - N_{MIN}

Dati	<u>Verica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	147 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,3 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A_ϕ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E_s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E_{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E_s/E_{cm}
f_{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000578	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000420	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000578	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d	✓ 0,165 mm	Valore di calcolo apertura fessure

15.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE

15.4.1 CONDIZIONE STATICA SLU - STR - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 4.948,10$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.714,60$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 60 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 48
- Diametro barre: 2,6 [cm]
- Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 4948,10 [kN]

M_{xEd}: 1714,60 [kNm]

M_{yEd}: 0 [kNm]

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN: 0 yN: 0

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
- E_s/E_c : 15
- f_{cc}/f_{cd} : 1
- ϵ_{syd} : 1,957 ‰
- $\sigma_{c,adm}$: 9,75
- $\sigma_{s,adm}$: 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

Vertici: 50 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd}: 4.774 kNm

σ_c : -14,17 N/mm²

σ_s : 391,3 N/mm²

ϵ_c : 3,5 ‰

ϵ_s : 3,428 ‰

d: 110,4 cm

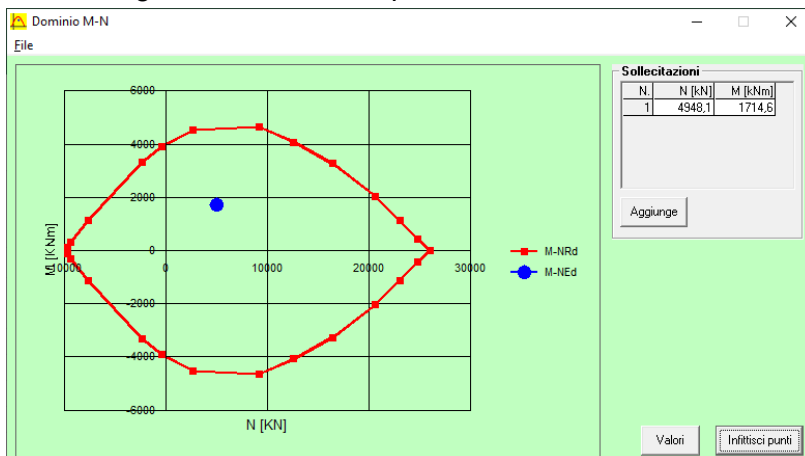
x: 55,75 x/d: 0,5052

δ : 1

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = 4.774,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1.714,60 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.4.2 CONDIZIONE STATICA SLU - STR - N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 380,93$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.714,60$ kNm.

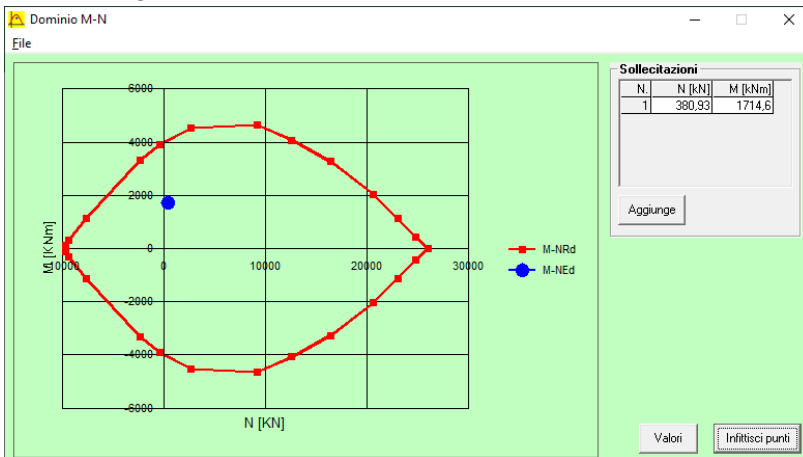
The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key parameters are as follows:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno 60 [cm], Raggio interno 0 [cm], N° barre uguali 48, Diametro barre 2,6 [cm], Copriferro (baric.) 9,65 [cm].
- Sollecitazioni:** N_{Ed} 380,93 kN, M_{xEd} 1714,60 kNm, M_{yEd} 0 kNm.
- Materiali:** B450C (E_{su} 67,5‰, f_{yd} 391,3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², E_s/E_c 15, ε_{syd} 1,957‰, σ_{s,adm} 255 N/mm²), C25/30 (ε_{c2} 2‰, ε_{cu} 3,5‰, f_{cd} 14,17 N/mm², f_{cc}/f_{cd} 1, σ_{c,adm} 9,75 N/mm², τ_{co} 0,6, τ_{c1} 1,829).
- Calcolo:** Metodo di calcolo S.L.U.+, Tipo flessione Retta, Vertici 50, N° rett. 100, L₀ 0 cm, Col. modello.
- Output:** M_{xRd} 4.107 kNm, σ_c -14,17 N/mm², σ_s 391,3 N/mm², ε_s 6,528‰, d 110,4 cm, x 38,51, x/d 0,349, δ 0,8763.

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = 4.107,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1.714,60 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.4.3 CONDIZIONE SISMICA SLV - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 4.165,43$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.810,41$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 2,6 [cm]
 Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 4165,43 0 kN
 M_{xEd}: 1810,41 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

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione:
 Retta Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

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
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 1
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
 τ_{c1} : 1,829

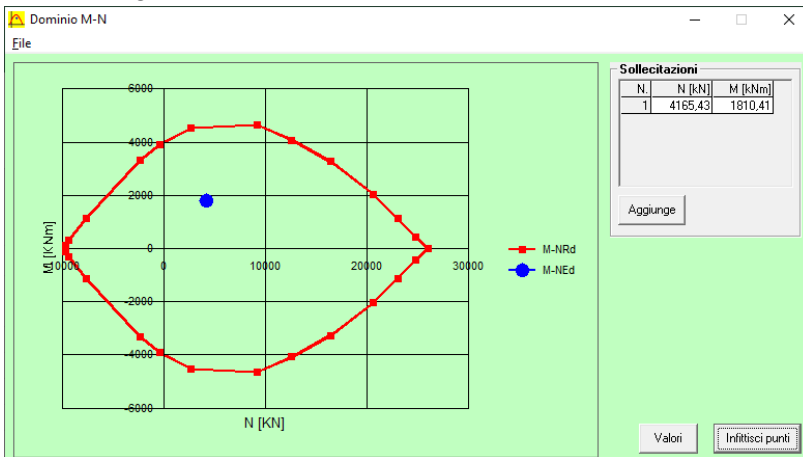
M_{xRd}: 4.713 kNm
 σ_c : -14,17 N/mm²
 σ_s : 391,3 N/mm²
 ϵ_s : 3,811 ‰
 d: 110,4 cm
 x: 52,82 x/d: 0,4787
 δ : 1

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Rd} = 4.713,00$ kNm > $M_{Sd} = 1.810,41$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.4.4 CONDIZIONE SISMICA SLV – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = -250,96$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.810,41$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 2,6 [cm]
 Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: -250,96 0 kN
 M_{xEd}: 1810,41 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

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 50 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

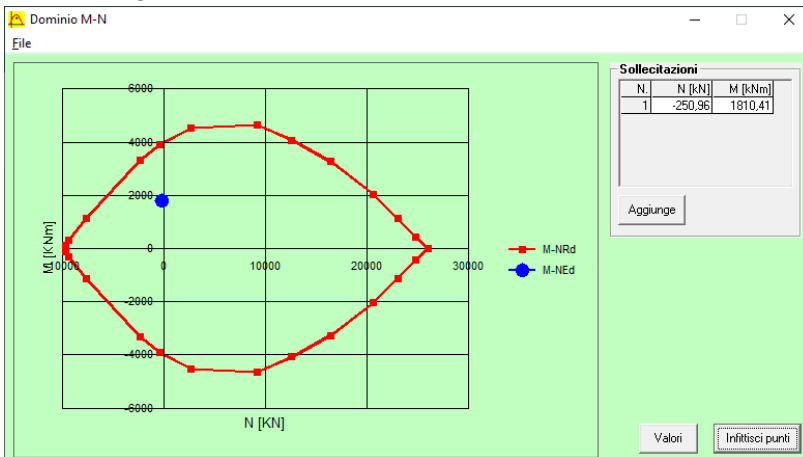
ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391,3 N/mm² ε_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14,17 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1
 ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 9,75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,6
 τ_{c1}: 1,829

M_{xRd}: 3.950 kNm
 σ_c: -14,17 N/mm²
 σ_s: 391,3 N/mm²
 ε_s: 7,21 ‰
 d: 110,4 cm
 x: 36,06 x/d: 0,3268
 δ: 0,8485

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Rd} = 3.950,00$ kNm > $M_{Sd} = 1.810,41$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

15.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 540,22 \text{ kN}$.

A favore di sicurezza non viene considerato il contributo dell'azione normale.

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente di lato pari a **106,34 cm** (equivalenza d'area).

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	106,35	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	106,35	[cm]
Copriferro netto:	c	6,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	100,35	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	540,22	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	10,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	ϕ_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	22,60	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	106,35	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	7,06	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	798,70	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	3388,16	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	798,70	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	1,48	

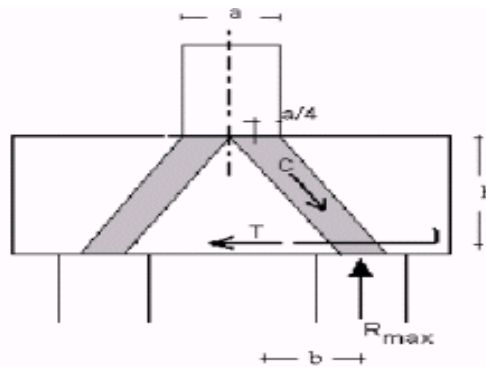
LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

16 SPALLA A – VERIFICHE STRUTTURALI DELLE ZATTERE DI FONDAZIONE

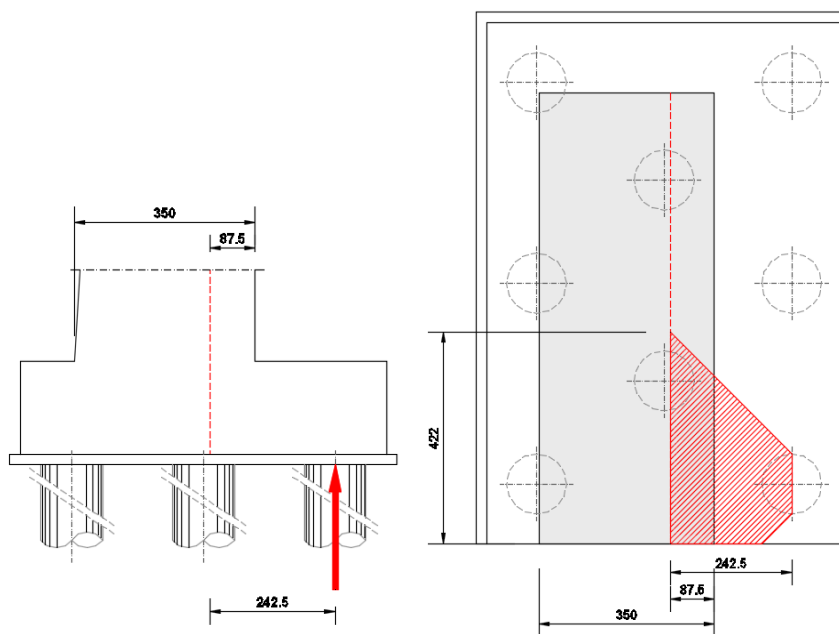
16.1 ZATTERA DI FONDAZIONE – VERIFICHE STRUTTURALI

La verifica della zattera di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando la capacità ultima di resistenza dell'elemento strutturale rispetto ai principali meccanismi di collasso individuabili.

È necessario osservare che, dato il valore dei rapporti altezza – aggetto dalla pila nelle diverse situazioni presenti nel progetto, le mensole da verificare sono di tipo “tozzo”. Pertanto non può essere impiegata la “teoria della trave”, ma è più opportuno adottare una schematizzazione a traliccio basata sull'ipotesi di un meccanismo di trasferimento degli sforzi a “tirante di acciaio” – “puntone di cls” che meglio rappresenta il reale andamento delle tensioni all'interno dei materiali costituenti l'elemento.



Per la verifica della fondazione è necessario per prima cosa stabilire la larghezza di zattera di fondazione competente al singolo palo, da assumere per il meccanismo resistente a tirante-puntone. Si ottiene diffondendo il carico trasmesso dal palo secondo delle isostatiche a 45°, ed è pari a $l = 4,22 \text{ m}$, come mostrato delle immagini successive:



Di seguito si assume quindi un sistema a tirante-puntone isolato dal resto del plinto e di larghezza pari a $l = 4,22 \text{ m}$, nel quale il tirante è costituito da **41Ø26** (Area: **217,68 cm²**).

Detta $h = 1,710 \text{ m}$ la distanza del baricentro del tirante inferiore dal lembo compresso superiore ed assumendo quale braccio b della mensola tozza, quello che va dal centro dei pali ad $\frac{1}{4}$ dello spessore del muro in elevazione, e pertanto $b = 2,425 \text{ m}$, si calcola la risultante ultima resistente sull'insieme dei pali di bordo in direzione trasversale, assumendo:

- $\sigma_s = 360,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione limite definita per le verifiche di limitazione delle tensioni in esercizio)
- $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo dell'acciaio)

La resistenza del tirante in acciaio costituito dall'armatura inferiore è valutata mediante la seguente relazione:

- Stato Limite di Esercizio $\rightarrow T_{Rd} = A_s \cdot \sigma_s \cdot \frac{h}{d}$
- Stato Limite Ultimo $\rightarrow T_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{h}{d}$

La tensione massima sul calcestruzzo della biella compressa è valutata mediante la seguente relazione:

$$\sigma_c = \frac{N_{Sd}}{(0,2 \cdot h \cdot l) \cdot (\text{sen}(\arctan(\frac{h}{b})))}$$

Di seguito sono riportate le verifiche del tirante metallico e dalla biella compressa in calcestruzzo per le differenti combinazioni di carico considerate:

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	l [m]	b [m]	h [m]	A _s [mm ²]	f _y [N/mm ²]	VERIFICA DEL TIRANTE IN ACCIAIO			VERIFICA DEL PUNTONE IN CLS			
							N _{Sd,max} [kN]	T _{Rd} [kN]	F _{SIC}	σ _c [N/mm ²]	σ _{lim} [N/mm ²]	F _{SIC}	
SPALLA A	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.232,07	5.525,93	1,71	3,89	14,94	3,84
		SLE - FREQUENTE	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.471,16	5.525,93	1,59	4,17	14,94	3,58
		SLE - CARATTERISTICA	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.584,97	5.525,93	1,54	4,31	19,92	4,62
		SLU - STR	4,22	2,425	1,710	21.768,00	391,30	4.876,83	6.006,38	1,23	5,86	18,81	3,21
		SLV	4,22	2,425	1,710	21.768,00	391,30	4.165,43	6.006,38	1,44	5,01	18,81	3,76
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.233,53	5.525,93	1,71	3,89	14,94	3,84
		SLE - FREQUENTE	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.511,13	5.525,93	1,57	4,22	14,94	3,54
		SLE - CARATTERISTICA	4,22	2,425	1,710	21.768,00	360,00	3.637,68	5.525,93	1,52	4,37	19,92	4,55
		SLU - STR	4,22	2,425	1,710	21.768,00	391,30	4.948,10	6.006,38	1,21	5,95	18,81	3,16
		SLV	4,22	2,425	1,710	21.768,00	391,30	4.169,42	6.006,38	1,44	5,01	18,81	3,75

17 SPALLA A – VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

17.1 FORMULAZIONI ADOTTATE PER LA VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato Q_{LIM} mediante formule statiche è ottenuta valutando i massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale Q_S e di quella di punta Q_P :

$$Q_{LIM} + W_P = Q_S + Q_P$$

essendo W_P il peso proprio del palo.

Si fanno le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo – terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale Q_S e di capacità portante di punta Q_P non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

17.1.1 PALO IN TERRENO COESIVO SATURO

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale Q_S per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza a taglio non drenata originaria del terreno indisturbato:

$$\tau_s = \alpha \cdot c_u$$

In cui α è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costruzione del palo, dal tempo, dalla profondità e dal cedimento del palo.

Per la valutazione del coefficiente α per i pali trivellati si assume la seguente formulazione con c_u espresso in [kPa] (Viggiani, 1999):

- $c_u < 25 \rightarrow \alpha = 0,70$
- $25 < c_u < 70 \rightarrow \alpha = 0,70 - 0,08 \cdot (c_u - 25)$
- $70 < c_u \rightarrow \alpha = 0,35$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P si esegue un'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali. L'equazione di riferimento è formalmente identica a quella della capacità portante di fondazioni superficiali su terreno coesivo in condizioni non drenate:

$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0,P})$$

in cui:

- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- c_u è la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla profondità della base del palo;
- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;
- N_c è il fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a **9,00**.

17.1.2 PALO IN TERRENO INCOERENTE

Nel caso di pali in terreni incoerenti, e quindi a elevata permeabilità, l'analisi è svolta sempre con riferimento alle condizioni drenate e quindi in termini di tensioni efficaci.

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le sovrappressioni interstiziali che si generano durante la messa in opera del palo si siano dissipate al momento di applicazione del carico e che pertanto la tensione tangenziale limite possa essere valutata, con riferimento alle tensioni efficaci, nel modo seguente:

$$\tau_s = \sigma'_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta$$

in cui:

- σ'_h è la tensione efficace orizzontale nel terreno a contatto con il palo;
- σ'_{v0} è la tensione efficace verticale iniziale prima della messa in opera del palo;
- K è un coefficiente di spinta, rapporto fra σ'_h e $\sigma'_{v0} \rightarrow K = 1 - \text{sen}(\varphi')$
- $\tan \delta$ è il coefficiente di attrito palo – terreno $\rightarrow \mu = \tan \delta = \tan(\varphi')$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P dei pali in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

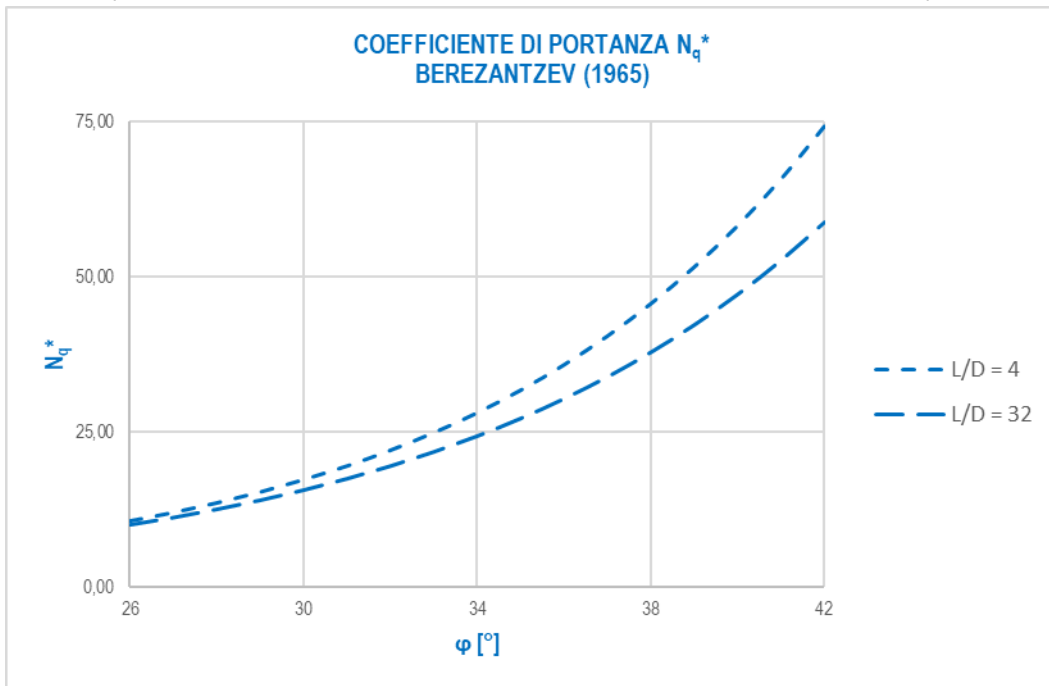
$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot \sigma'_{v0,P} \cdot N_q$$

in cui:

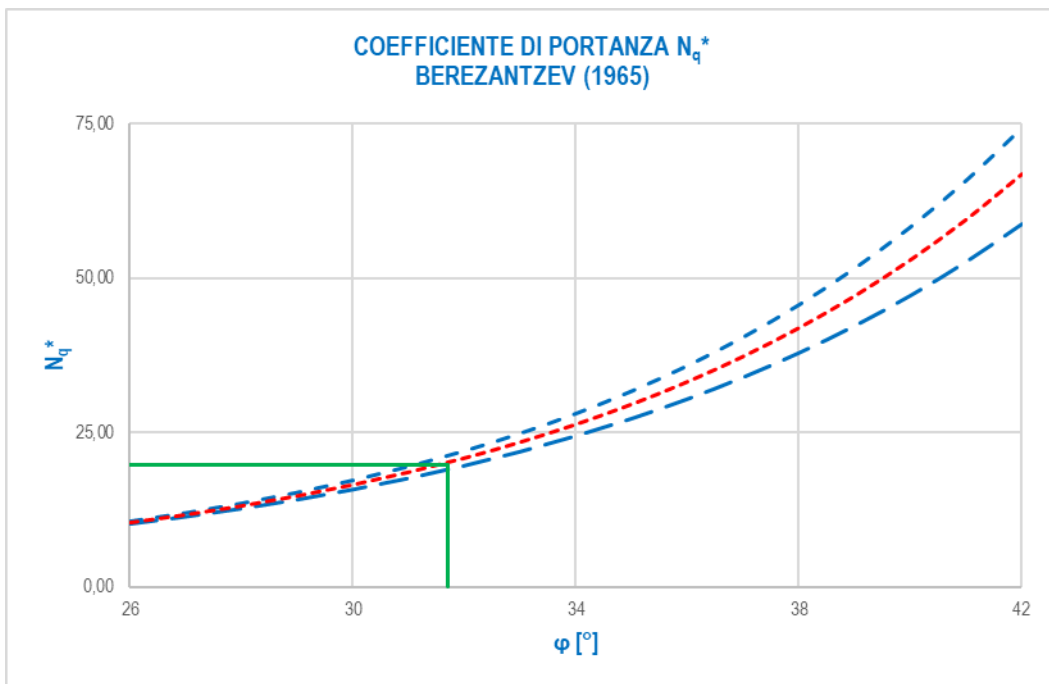
- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;
- N_q è il fattore di capacità portante.

17.2 VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI CAPACITÀ PORTANTE ALLA PUNTA N_q

Il fattore di capacità portante N_q è definito mediante il metodo di Berezantzev "ridotto" (1965), in funzione al valore dell'angolo di attrito del terreno in corrispondenza della base del palo e del rapporto tra lunghezza del palo L e diametro del palo D . Il valore di N_q^* è estrapolabile dal seguente abaco (per valori intermedi si procede mediante interpolazione lineare):



Considerato un terreno alla base con angolo di attrito pari a $31,70^\circ$ e un rapporto $L/D = 26,00/1,20 = 21,67$, è stato determinato un valore del coefficiente di portanza alla punta pari a $N_q^* = 19,48$.



Considerato l'utilizzo del metodo di Berezantzev "ridotto" per i pali di grande diametro (cautelativo), non è stata presa in considerazione la correlazione di Kishida per i pali trivellati.

17.3 VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE (CARICO LIMITE ULTIMO) E LATERALE DEL PALO

Le verifiche geotecniche di carico limite ultimo e portanza laterale sono state condotte mediante il software CARL 12.0 (Aztec Informatica).

Considerato il piano di posa della zattera di fondazione posto a quota **-2,80 m** dal piano di campagna (pari allo spessore della zattera), si considera una pressione iniziale in corrispondenza di tale piano (testa palo) pari al peso del terreno originario rimosso:

$$p = 18,50 \times 2,80 = 27,75 \text{ kN/m}^2 = 0,518 \text{ kg/cm}^2$$

Si considera, per i primi **3,0 m** a partire dalla testa palo, la presenza del lamierino metallico a perdere.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni allo Stato Limite Ultimo statiche e sismiche maggiormente gravose, considerando i seguenti carichi:

COMBINAZIONE	N_{Sd} [kN]	V_{Sd} [kN]
SLU - STR	4.948,10	511,63
SLV	4.169,42	540,22

Il peso proprio del palo è tenuto in conto in maniera automatica dal software di calcolo.

Richiami teorici

Determinazione della capacità portante

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).

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:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg } \delta$$

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:

$$\text{Int}^L(C(c_a + K_s \sigma_v \text{tg } \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidità non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidità elastica, K_h , espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidità che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molle non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_y la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidità pari a:

$$K_m = d_y E D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c=c_u$, $\phi=0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

Dati

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	Y	D	L
		[m]	[m]	[m]	[m]
Palo 120	(C)	0,00	0,00	120,00	26,00

Materiali palo

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,91	[kg/cm ²]
Peso specifico	2500,00	[kg/mc]
Modulo elastico	320665,55	[kg/cm ²]
Coeff. di omogeneizzazione	15,00	

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	4588,65	[kg/cm ²]

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

Caratteristiche pali

Pali in c.a.
 Armatura con ferri longitudinali e staffe
 Tipo di palo TRIVELLATO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/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 [kg/cm ²]
ca	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
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 [kg/cm ²]
ca_{min}, ca_{med}	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
	[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
G3	1850,0	1850,0	30,90	30,90	0,000	0,000
S1	1900,0	1900,0	31,70	31,70	0,000	0,000

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]
G3 (lamierino)	1850,0	1850,0	30,90	30,90	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	Cmin [kg/cmq]	Ca_min [kg/cmq]
G3	30,89	30,89	0,000	0,000
S1	31,69	31,69	0,000	0,000
G3 (lamierino)	30,89	30,89	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	Cmed [kg/cmq]	Ca_med [kg/cmq]
G3	30,90	30,90	0,000	0,000
S1	31,70	31,70	0,000	0,000
G3 (lamierino)	30,90	30,90	0,000	0,000

Falda

Profondità dal piano di posa 0,00 [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]
- Terreno Terreno dello strato
- Kw Costante di Winkler espressa in Kg/cm²/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	-3,0	-3,0	-3,0	G3 (lamierino)	0.14	0.00	1.00
2	-7,1	-7,1	-7,1	G3	0.14	0.49	1.00
3	-30,0	-30,0	-30,0	S1	0.67	0.48	1.00

Normativa

N.T.C. 2018 - Approccio 2

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
- $\gamma_{tang'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
- γ_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 uniaxiale 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	$\gamma_{tang'}$	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
Resistenza a compressione uniaxiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.60
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

		R3
Punta	γ_b	1.35
Laterale compressione	γ_s	1.15
Totale compressione	γ_t	1.30
Laterale trazione	γ_{st}	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R3
	γ_T	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 7 $\xi_3=1.45$ $\xi_4=1.28$

Condizioni di carico

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 [kg]

M_{YTOT} Momento in direzione Y espresso in [kgm]

T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - VARIABILE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{TOT} [kg]
Palo 120	494810,0	0,0	51163,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{TOT} [kg]
Palo 120	416942,0	0,0	54022,0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - STR - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 2	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' stata impostata una pressione a piano campagna pari a 0,52 [kg/cmq]

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3.00)

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 [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	29.92	19.48
2	29.92	19.48

cmb	Pl _{med}	Pp _{med}	Pl _{min}	Pp _{min}	Wp	Pd	N	η
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	454846	621912	454668	621211	73513	516965	494810	1.045
2	454846	621912	454668	621211	73513	516965	416942	1.240

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Tu	Taglio resistente ultimo in testa al palo, espresso in [kg]
Tx	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=T _u /T _x	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Tu	T	η
	[kg]	[kg]	
1	89020	51163	1,740
2	89072	54022	1,649

Spostamenti e pressioni

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ue	spostamento espresso in [cm]
Pe	pressione espressa in [kg/cm ²]

Combinazione n° 1

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm ²]		[m]	[cm]	[kg/cm ²]		[m]	[cm]	[kg/cm ²]
1	0,00	2,3588	0,337	2	0,26	2,3563	0,337	3	0,52	2,3488	0,336
4	0,78	2,3368	0,334	5	1,04	2,3204	0,332	6	1,30	2,2998	0,329
7	1,56	2,2755	0,325	8	1,82	2,2475	0,321	9	2,08	2,2161	0,317
10	2,34	2,1816	0,312	11	2,60	2,1442	0,307	12	2,86	2,1041	0,301
13	3,12	2,0615	0,295	14	3,38	2,0167	0,288	15	3,64	1,9698	0,282
16	3,90	1,9211	0,275	17	4,16	1,8707	0,268	18	4,42	1,8189	0,260
19	4,68	1,7658	0,253	20	4,94	1,7117	0,245	21	5,20	1,6566	0,237

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
22	5,46	1,6008	0,229	23	5,72	1,5445	0,221	24	5,98	1,4878	0,213
25	6,24	1,4309	0,205	26	6,50	1,3739	0,196	27	6,76	1,3170	0,188
28	7,02	1,2604	0,180	29	7,28	1,2042	0,809	30	7,54	1,1486	0,772
31	7,80	1,0937	0,735	32	8,06	1,0395	0,699	33	8,32	0,9863	0,663
34	8,58	0,9342	0,628	35	8,84	0,8831	0,593	36	9,10	0,8332	0,560
37	9,36	0,7846	0,527	38	9,62	0,7373	0,495	39	9,88	0,6913	0,465
40	10,14	0,6468	0,435	41	10,40	0,6037	0,406	42	10,66	0,5620	0,378
43	10,92	0,5218	0,351	44	11,18	0,4831	0,325	45	11,44	0,4459	0,300
46	11,70	0,4101	0,276	47	11,96	0,3759	0,253	48	12,22	0,3431	0,231
49	12,48	0,3118	0,210	50	12,74	0,2820	0,189	51	13,00	0,2535	0,170
52	13,26	0,2265	0,152	53	13,52	0,2008	0,135	54	13,78	0,1765	0,119
55	14,04	0,1535	0,103	56	14,30	0,1317	0,089	57	14,56	0,1113	0,075
58	14,82	0,0920	0,062	59	15,08	0,0738	0,050	60	15,34	0,0568	0,038
61	15,60	0,0409	0,027	62	15,86	0,0260	0,017	63	16,12	0,0122	0,008
64	16,38	-0,0007	0,000	65	16,64	-0,0127	-0,009	66	16,90	-0,0238	-0,016
67	17,16	-0,0341	-0,023	68	17,42	-0,0436	-0,029	69	17,68	-0,0523	-0,035
70	17,94	-0,0604	-0,041	71	18,20	-0,0677	-0,046	72	18,46	-0,0744	-0,050
73	18,72	-0,0806	-0,054	74	18,98	-0,0861	-0,058	75	19,24	-0,0912	-0,061
76	19,50	-0,0957	-0,064	77	19,76	-0,0999	-0,067	78	20,02	-0,1036	-0,070
79	20,28	-0,1069	-0,072	80	20,54	-0,1099	-0,074	81	20,80	-0,1125	-0,076
82	21,06	-0,1149	-0,077	83	21,32	-0,1170	-0,079	84	21,58	-0,1188	-0,080
85	21,84	-0,1205	-0,081	86	22,10	-0,1219	-0,082	87	22,36	-0,1232	-0,083
88	22,62	-0,1244	-0,084	89	22,88	-0,1254	-0,084	90	23,14	-0,1263	-0,085
91	23,40	-0,1271	-0,085	92	23,66	-0,1279	-0,086	93	23,92	-0,1286	-0,086
94	24,18	-0,1292	-0,087	95	24,44	-0,1298	-0,087	96	24,70	-0,1304	-0,088
97	24,96	-0,1310	-0,088	98	25,22	-0,1315	-0,088	99	25,48	-0,1321	-0,089
100	25,74	-0,1326	-0,089	101	26,00	-0,1331	-0,089	102			

Combinazione n° 2

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	2,4906	0,356	2	0,26	2,4879	0,356	3	0,52	2,4801	0,355
4	0,78	2,4674	0,353	5	1,04	2,4500	0,350	6	1,30	2,4284	0,347
7	1,56	2,4026	0,344	8	1,82	2,3731	0,339	9	2,08	2,3399	0,335
10	2,34	2,3035	0,329	11	2,60	2,2640	0,324	12	2,86	2,2217	0,318
13	3,12	2,1767	0,311	14	3,38	2,1294	0,305	15	3,64	2,0799	0,297
16	3,90	2,0285	0,290	17	4,16	1,9753	0,282	18	4,42	1,9206	0,275
19	4,68	1,8645	0,267	20	4,94	1,8073	0,258	21	5,20	1,7492	0,250
22	5,46	1,6903	0,242	23	5,72	1,6308	0,233	24	5,98	1,5709	0,225
25	6,24	1,5108	0,216	26	6,50	1,4507	0,207	27	6,76	1,3906	0,199
28	7,02	1,3309	0,190	29	7,28	1,2715	0,854	30	7,54	1,2128	0,815
31	7,80	1,1548	0,776	32	8,06	1,0976	0,738	33	8,32	1,0415	0,700
34	8,58	0,9864	0,663	35	8,84	0,9325	0,627	36	9,10	0,8798	0,591
37	9,36	0,8285	0,557	38	9,62	0,7785	0,523	39	9,88	0,7300	0,491
40	10,14	0,6829	0,459	41	10,40	0,6374	0,428	42	10,66	0,5934	0,399
43	10,92	0,5510	0,370	44	11,18	0,5101	0,343	45	11,44	0,4708	0,316
46	11,70	0,4331	0,291	47	11,96	0,3969	0,267	48	12,22	0,3623	0,243
49	12,48	0,3292	0,221	50	12,74	0,2977	0,200	51	13,00	0,2677	0,180
52	13,26	0,2391	0,161	53	13,52	0,2120	0,142	54	13,78	0,1864	0,125
55	14,04	0,1621	0,109	56	14,30	0,1391	0,093	57	14,56	0,1175	0,079
58	14,82	0,0971	0,065	59	15,08	0,0780	0,052	60	15,34	0,0600	0,040
61	15,60	0,0432	0,029	62	15,86	0,0275	0,018	63	16,12	0,0128	0,009
64	16,38	-0,0008	-0,001	65	16,64	-0,0134	-0,009	66	16,90	-0,0252	-0,017
67	17,16	-0,0360	-0,024	68	17,42	-0,0461	-0,031	69	17,68	-0,0553	-0,037
70	17,94	-0,0637	-0,043	71	18,20	-0,0715	-0,048	72	18,46	-0,0786	-0,053
73	18,72	-0,0851	-0,057	74	18,98	-0,0909	-0,061	75	19,24	-0,0963	-0,065
76	19,50	-0,1011	-0,068	77	19,76	-0,1054	-0,071	78	20,02	-0,1094	-0,073
79	20,28	-0,1129	-0,076	80	20,54	-0,1160	-0,078	81	20,80	-0,1188	-0,080
82	21,06	-0,1213	-0,082	83	21,32	-0,1235	-0,083	84	21,58	-0,1255	-0,084
85	21,84	-0,1272	-0,085	86	22,10	-0,1287	-0,087	87	22,36	-0,1301	-0,087
88	22,62	-0,1313	-0,088	89	22,88	-0,1324	-0,089	90	23,14	-0,1334	-0,090
91	23,40	-0,1342	-0,090	92	23,66	-0,1350	-0,091	93	23,92	-0,1358	-0,091
94	24,18	-0,1364	-0,092	95	24,44	-0,1371	-0,092	96	24,70	-0,1377	-0,093
97	24,96	-0,1383	-0,093	98	25,22	-0,1389	-0,093	99	25,48	-0,1394	-0,094
100	25,74	-0,1400	-0,094	101	26,00	-0,1406	-0,094	102			

Spostamenti e pressioni limiti

Simbologia adottata

- Nr. Identificativo sezione palo
- Y ordinata palo espressa in [cm]
- Ur spostamento limite espresso in [cm]
- Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	4,1041	0,587	2	0,26	4,0997	0,586	3	0,52	4,0868	0,584
4	0,78	4,0658	0,581	5	1,04	4,0373	0,577	6	1,30	4,0015	0,572
7	1,56	3,9591	0,566	8	1,82	3,9104	0,559	9	2,08	3,8559	0,551
10	2,34	3,7958	0,543	11	2,60	3,7307	0,533	12	2,86	3,6610	0,524
13	3,12	3,5869	0,513	14	3,38	3,5089	0,502	15	3,64	3,4273	0,490
16	3,90	3,3426	0,478	17	4,16	3,2549	0,465	18	4,42	3,1648	0,453
19	4,68	3,0724	0,439	20	4,94	2,9782	0,426	21	5,20	2,8824	0,412
22	5,46	2,7853	0,398	23	5,72	2,6873	0,384	24	5,98	2,5887	0,370
25	6,24	2,4896	0,356	26	6,50	2,3905	0,342	27	6,76	2,2916	0,328
28	7,02	2,1931	0,314	29	7,28	2,0953	1,408	30	7,54	1,9985	1,343
31	7,80	1,9029	1,279	32	8,06	1,8087	1,215	33	8,32	1,7162	1,153
34	8,58	1,6254	1,092	35	8,84	1,5365	1,033	36	9,10	1,4498	0,974
37	9,36	1,3652	0,917	38	9,62	1,2828	0,862	39	9,88	1,2029	0,808
40	10,14	1,1254	0,756	41	10,40	1,0503	0,706	42	10,66	0,9778	0,657
43	10,92	0,9079	0,610	44	11,18	0,8405	0,565	45	11,44	0,7758	0,521
46	11,70	0,7136	0,480	47	11,96	0,6540	0,440	48	12,22	0,5970	0,401
49	12,48	0,5425	0,365	50	12,74	0,4906	0,330	51	13,00	0,4411	0,296
52	13,26	0,3941	0,265	53	13,52	0,3494	0,235	54	13,78	0,3071	0,206
55	14,04	0,2671	0,179	56	14,30	0,2292	0,154	57	14,56	0,1936	0,130
58	14,82	0,1600	0,108	59	15,08	0,1285	0,086	60	15,34	0,0989	0,066
61	15,60	0,0712	0,048	62	15,86	0,0453	0,030	63	16,12	0,0212	0,014
64	16,38	-0,0013	-0,001	65	16,64	-0,0222	-0,015	66	16,90	-0,0415	-0,028
67	17,16	-0,0594	-0,040	68	17,42	-0,0759	-0,051	69	17,68	-0,0911	-0,061
70	17,94	-0,1050	-0,071	71	18,20	-0,1178	-0,079	72	18,46	-0,1295	-0,087
73	18,72	-0,1402	-0,094	74	18,98	-0,1499	-0,101	75	19,24	-0,1586	-0,107
76	19,50	-0,1666	-0,112	77	19,76	-0,1738	-0,117	78	20,02	-0,1802	-0,121
79	20,28	-0,1860	-0,125	80	20,54	-0,1911	-0,128	81	20,80	-0,1958	-0,132
82	21,06	-0,1999	-0,134	83	21,32	-0,2035	-0,137	84	21,58	-0,2067	-0,139
85	21,84	-0,2096	-0,141	86	22,10	-0,2121	-0,143	87	22,36	-0,2144	-0,144
88	22,62	-0,2164	-0,145	89	22,88	-0,2182	-0,147	90	23,14	-0,2198	-0,148
91	23,40	-0,2212	-0,149	92	23,66	-0,2225	-0,150	93	23,92	-0,2237	-0,150
94	24,18	-0,2248	-0,151	95	24,44	-0,2259	-0,152	96	24,70	-0,2269	-0,152
97	24,96	-0,2279	-0,153	98	25,22	-0,2288	-0,154	99	25,48	-0,2298	-0,154
100	25,74	-0,2307	-0,155	101	26,00	-0,2316	-0,156	102			

Di seguito sono riepilogati i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche desunti dal software di calcolo relativamente alle diverse combinazioni di carico considerate:

COMBINAZIONE	CARICO LIMITE	PORTANZA LATERALE
SLU - STR	1,045	1,740
SLV	1,240	1,649

17.4 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI PALI IN GRUPPO

Trattandosi di terreni incoerenti l'efficienza dei pali in gruppo è di norma superiore all'unità. Nel caso in esame, a favore di sicurezza, si considera un'efficienza unitaria dei pali in gruppo.

17.5 VALIDAZIONE MANUALE DEI RISULTATI DEL SOFTWARE

Nella tabella successiva è riportata la determinazione della portanza laterale caratteristica del palo di fondazione:

Diametro del palo	1,20	[m]
Lunghezza del palo	26,00	[m]
Quota di falda	0,00	[m]
Pressione al piano di posa della zattera di fondazione	51,80	[kN/m ²]

z [m]	v [kN/m ²]	v' [kN/m ²]	v_w [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	σ_w [kN/m ²]	σ'_v [kN/m ²]	φ [°]	K = 1-sen(φ)	μ=tan(δ)=tan(φ)	τ_s [kN/m ²]	τ_s,media [kN/m ²]	R_L,k [kN]
0,00	18,50	8,50	10,00	51,80	0,00	51,80	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
1,00	18,50	8,50	10,00	70,30	10,00	60,30	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
2,00	18,50	8,50	10,00	88,80	20,00	68,80	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
3,00	18,50	8,50	10,00	107,30	30,00	77,30	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
4,00	18,50	8,50	10,00	125,80	40,00	85,80	30,90	0,486	0,598	24,98	12,49	47,09
5,00	18,50	8,50	10,00	144,30	50,00	94,30	30,90	0,486	0,598	27,45	26,22	145,92
6,00	18,50	8,50	10,00	162,80	60,00	102,80	30,90	0,486	0,598	29,93	28,69	254,09
7,00	18,50	8,50	10,00	181,30	70,00	111,30	30,90	0,486	0,598	32,40	31,17	371,58
7,05	18,50	8,50	10,00	182,23	70,50	111,73	30,90	0,486	0,598	32,53	32,47	377,70
8,00	19,00	9,00	10,00	200,28	80,00	120,28	31,70	0,475	0,618	35,25	33,89	499,07
9,00	19,00	9,00	10,00	219,28	90,00	129,28	31,70	0,475	0,618	37,89	36,57	636,93
10,00	19,00	9,00	10,00	238,28	100,00	138,28	31,70	0,475	0,618	40,52	39,21	784,73
11,00	19,00	9,00	10,00	257,28	110,00	147,28	31,70	0,475	0,618	43,16	41,84	942,48
12,00	19,00	9,00	10,00	276,28	120,00	156,28	31,70	0,475	0,618	45,80	44,48	1.110,17
13,00	19,00	9,00	10,00	295,28	130,00	165,28	31,70	0,475	0,618	48,44	47,12	1.287,81
14,00	19,00	9,00	10,00	314,28	140,00	174,28	31,70	0,475	0,618	51,08	49,76	1.475,39
15,00	19,00	9,00	10,00	333,28	150,00	183,28	31,70	0,475	0,618	53,71	52,39	1.672,91
16,00	19,00	9,00	10,00	352,28	160,00	192,28	31,70	0,475	0,618	56,35	55,03	1.880,37
17,00	19,00	9,00	10,00	371,28	170,00	201,28	31,70	0,475	0,618	58,99	57,67	2.097,78
18,00	19,00	9,00	10,00	390,28	180,00	210,28	31,70	0,475	0,618	61,63	60,31	2.325,14
19,00	19,00	9,00	10,00	409,28	190,00	219,28	31,70	0,475	0,618	64,26	62,95	2.562,44
20,00	19,00	9,00	10,00	428,28	200,00	228,28	31,70	0,475	0,618	66,90	65,58	2.809,68
21,00	19,00	9,00	10,00	447,28	210,00	237,28	31,70	0,475	0,618	69,54	68,22	3.066,86
22,00	19,00	9,00	10,00	466,28	220,00	246,28	31,70	0,475	0,618	72,18	70,86	3.333,99
23,00	19,00	9,00	10,00	485,28	230,00	255,28	31,70	0,475	0,618	74,81	73,50	3.611,06
24,00	19,00	9,00	10,00	504,28	240,00	264,28	31,70	0,475	0,618	77,45	76,13	3.898,08
25,00	19,00	9,00	10,00	523,28	250,00	273,28	31,70	0,475	0,618	80,09	78,77	4.195,04
26,00	19,00	9,00	10,00	542,28	260,00	282,28	31,70	0,475	0,618	82,73	81,41	4.501,94

Il valore caratteristico della portanza laterale è risultato pari a $R_{L,k} = 4.501,94$ kN.

Considerato:

- Coefficiente di portanza alla punta $N^*_q = 19,48$
- Pressione verticale efficace alla base $\sigma'_v = 282,28$ kN/m²

il valore caratteristico della portanza di punta risulta pari a:

$$R_{P,k} = \pi \times 1,20^2 / 4 \times 19,48 \times 282,28 = 6.219,01 \text{ kN}$$

Di seguito è riportato il form di output del software di calcolo recante la determinazione dei valori caratteristici della portanza laterale e di punta:

🏠 Dettagli risultati palo [comb 1] SLU - Approccio 2

Geometria palo
L = 26,00 m D = 120,00 cm

Portanza verticale
Pp min = 621211 kg Pp med = 621912 kg
Pl min = 454668 kg Pl med = 454846 kg
Wp = 73513 kg
Pd = 516965 kg N = 494810 kg η = 1,04

Coefficienti di capacità portante
Nc = 29,92 Nq = 19,48
N'c = 29,92 N'q = 19,48

Portanza trasversale
Tu = 89020 kg T = 51163 kg η = 1,74
Mu = 433733 kgm

Armatura palo (primo tratto)
Armatura: 48 φ 26 A = 254,85 cmq MuSez = 433733 kgm

Armatura palo (secondo tratto) - y =
Armatura: φ A = MuSez =

Cedimenti
w = 0,544 cm u = 2,359 cm

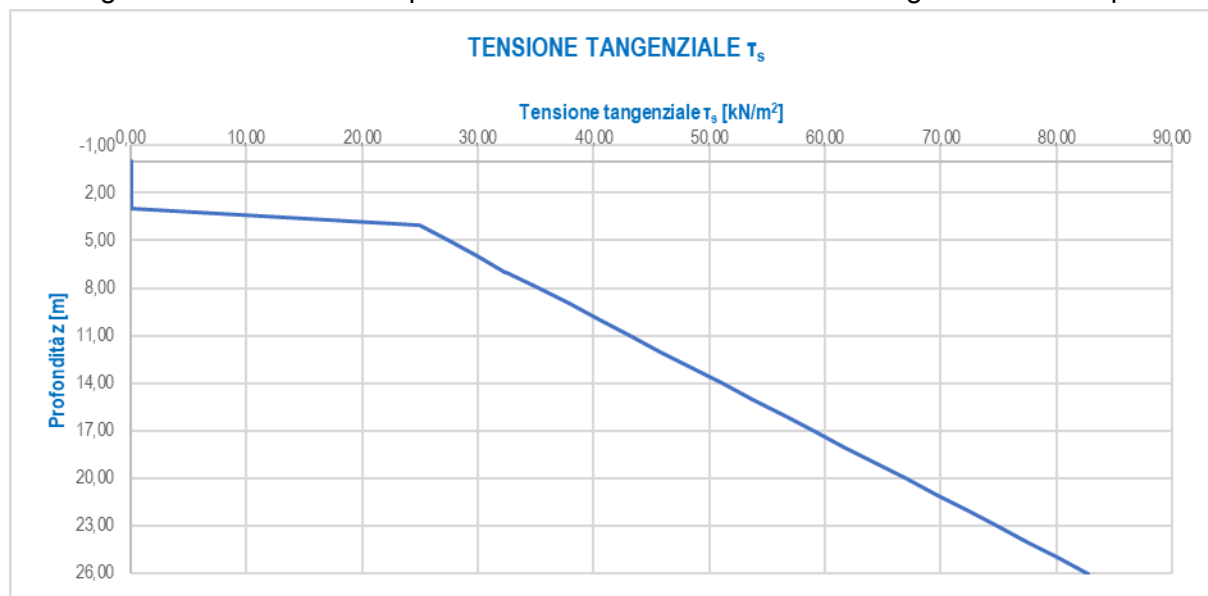
<< **1** >> Help

Risulta pertanto:

PORTANZA	SOFTWARE	VALIDAZIONE
di punta [kN]	6.219,12	6.219,01
laterale [kN]	4.548,46	4.501,94

I risultati risultano perfettamente confrontabili.

Nel diagramma successivo è riportato l'andamento della tensione tangenziale con la profondità:



La tensione tangenziale risulta sempre inferiore a **100,00 kPa**, nel rispetto dell'assunzione presente nel progetto definitivo.

17.6 CALCOLO DEI CEDIMENTI VERTICALI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONE CARATTERISTICA

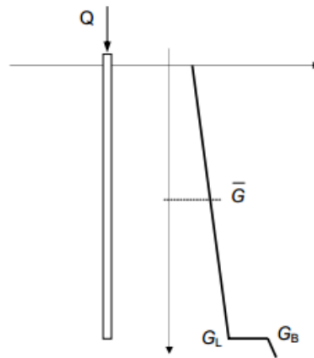
Il cedimento del palo per la combinazione maggiormente gravosa allo Stato Limite di Esercizio – Combinazione Caratteristica viene determinato mediante il metodo di Randolph e Worth di seguito descritto.

Il cedimento del singolo palo è determinato mediante la seguente relazione:

$$\frac{Q}{G_L \cdot r_0 \cdot w} = \left[\frac{4}{\eta \cdot (1-\nu)} + \frac{2 \cdot \pi}{\zeta} \cdot \rho \cdot \frac{L}{r_0} \cdot \frac{\tanh(\mu \cdot L)}{\mu \cdot L} \right] \cdot \left[1 + \frac{4}{\eta \cdot (1-\nu)} + \frac{1}{\pi \cdot L} \cdot \frac{L}{r_0} \cdot \frac{\tanh(\mu \cdot L)}{\mu \cdot L} \right]^{-1}$$

dove:

- Q = carico sul palo
- r_0 = raggio del palo
- w = cedimento del palo
- E_p = modulo elastico del calcestruzzo costituente il palo



- G_m = modulo di rigidezza trasversale media del terreno lungo lo sviluppo del palo
- G_L = modulo di rigidezza trasversale del terreno alla lunghezza L
- G_b = modulo di rigidezza trasversale del terreno in corrispondenza della base del palo
- ν = coefficiente di Poisson del terreno
- r_b = raggio del palo alla base

- $\rho = \frac{G_m}{G_L}$

- $\lambda = \frac{E_p}{G_L}$

- $\xi = \frac{G_L}{G_m}$

- $\eta = \frac{r_b}{r_0}$

- $r_m = L \cdot \left\{ \frac{L}{4} + \left[2 \cdot \rho \cdot (1 - \nu) - \frac{L}{4} \right] \cdot \xi \right\}$

- $\zeta = \ln \left(\frac{r_m}{r_0} \right)$

- $\mu = \frac{\sqrt{\frac{2}{\zeta \cdot \lambda}}}{r_0}$

Il carico massimo sul singolo palo determinato per lo Stato Limite di Esercizio – Combinazione caratteristica è risultato pari a:

$Q = 3.637,68 \text{ kN}$

A tale carico, trasmesso dalla pila, viene sommato il peso proprio del palo, che risulta pari a:

$P_{\text{palo}} = 26,00 \times \pi \times 1,20^2 / 4 \times 25,00 = 735,13 \text{ kN}$

Viene infine sottratto il peso del terreno rimosso durante la trivellazione del palo:

$P_t = \pi \times 1,20^2 / 4 \times (7,05 \times 18,50 + 18,95 \times 19,00) = 554,71 \text{ kN}$

Il carico massimo in condizioni di esercizio utilizzato per la stima del cedimento verticale risulta dunque pari a:

$$Q = 3.637,68 + 735,13 - 554,71 = 3.818,10 \text{ kN}$$

Sulla base della caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione si assumono i seguenti valori del modulo elastico:

- Strato 1 (Unità G3) → $E = 22,30 \text{ Mpa} = 22.300,00 \text{ kN/m}^2$
- Strato 2 (Unità S1) → $E = 21,70 \text{ Mpa} = 21.700,00 \text{ kN/m}^2$

Il valore medio del modulo elastico lungo lo sviluppo del palo è valutato mediante la seguente media ponderata:

$$E_m = (7,05 \times 22.300,00 + 18,95 \times 21.700,00) / (7,05 + 18,95) = 21.862,69 \text{ kN/m}^2$$

Considerato un coefficiente di Poisson del terreno pari a $\nu = 0,30$, si ottengono i seguenti valori del modulo di rigidezza trasversale:

- $G_m = 8.408,73 \text{ kN/m}^2$
- $G_L = 8.346,15 \text{ kN/m}^2$
- $G_b = 8.346,15 \text{ kN/m}^2$

Di seguito è riportata la valutazione del cedimento massimo verticale in esercizio riferito al singolo palo:

Q	3.818,10	[kN]
L	26,00	[m]
r_0	0,60	[m]
r_b	0,60	[m]
E_p	31.220.185,78	[kN/m ²]
E_m	22.300,00	[kN/m ²]
E_L	21.700,00	[kN/m ²]
E_b	21.700,00	[kN/m ²]
G_m	8.576,92	[kN/m ²]
G_L	8.346,15	[kN/m ²]
G_b	8.346,15	[kN/m ²]
ν	0,30	[-]
r_m	37,41	[m]
ζ	4,13	[-]
η	1,00	[-]
ξ	1,00	[-]
ρ	1,03	[-]
μ	0,0190	[-]
λ	3.740,67	[-]
μL	0,49	[m]
w	11,36	[mm]

Il cedimento calcolato risulta compatibile con la funzionalità in esercizio dell'opera, considerando che l'effetto dei carichi permanenti risulta essere percentualmente molto maggiore rispetto all'effetto dei carichi accidentali (cedimento immediato in fase di realizzazione dell'opera).

18 SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLO SPICCATO DELLE ELEVAZIONI

18.1 ELEVAZIONE SINISTRA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza dello spiccatto dell'elevazione sinistra per le differenti combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio e allo Stato Limite Ultimo:

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLE - Q.P.01	Max	7.905,09	-194,13	-700,82	-10.961,93	-4.833,24	-2.328,30
SLE - Q.P.01	Min	7.905,09	-194,13	-700,82	-10.961,93	-4.833,24	-2.328,30
SLE - Q.P.02	Max	7.905,12	-201,08	-685,70	-10.996,90	-4.861,55	-2.377,82
SLE - Q.P.02	Min	7.905,12	-201,08	-685,70	-10.996,90	-4.861,55	-2.377,82
SLE - FREQ.01	Max	8.724,01	-194,10	-700,81	-10.961,90	-4.833,18	-2.328,30
SLE - FREQ.01	Min	7.905,06	-254,09	-740,19	-11.693,03	-5.235,34	-2.476,09
SLE - FREQ.02	Max	8.724,04	-201,05	-685,70	-10.996,87	-4.861,49	-2.377,82
SLE - FREQ.02	Min	7.905,09	-261,04	-725,08	-11.728,00	-5.263,66	-2.525,61
SLE - FREQ.03	Max	7.905,08	-193,44	-702,33	-10.958,43	-4.830,40	-2.323,35
SLE - FREQ.03	Min	7.905,08	-193,44	-702,33	-10.958,43	-4.830,40	-2.323,35
SLE - FREQ.04	Max	7.905,12	-201,78	-684,19	-11.000,40	-4.864,38	-2.382,77
SLE - FREQ.04	Min	7.905,12	-201,78	-684,19	-11.000,40	-4.864,38	-2.382,77
SLE - CAR.01	Max	8.987,28	-192,02	-648,80	-10.921,14	-4.983,39	-2.298,71
SLE - CAR.01	Min	7.895,34	-272,00	-701,31	-11.895,98	-5.519,60	-2.495,77
SLE - CAR.02	Max	8.987,32	-200,36	-630,67	-10.963,11	-5.017,36	-2.358,14
SLE - CAR.02	Min	7.895,38	-280,34	-683,17	-11.937,95	-5.553,58	-2.555,19
SLE - CAR.03	Max	9.006,68	-194,76	-755,84	-10.995,60	-4.677,28	-2.347,99
SLE - CAR.03	Min	7.914,75	-274,75	-808,35	-11.970,44	-5.213,50	-2.545,04
SLE - CAR.04	Max	9.006,72	-203,10	-737,70	-11.037,57	-4.711,25	-2.407,41
SLE - CAR.04	Min	7.914,78	-283,09	-790,21	-12.012,40	-5.247,47	-2.604,46
SLE - CAR.05	Max	8.707,84	-191,11	-613,13	-10.896,32	-5.085,44	-2.282,29
SLE - CAR.05	Min	7.888,89	-251,10	-652,51	-11.627,45	-5.487,60	-2.430,08
SLE - CAR.06	Max	8.707,88	-199,45	-594,99	-10.938,29	-5.119,41	-2.341,71
SLE - CAR.06	Min	7.888,93	-259,44	-634,37	-11.669,41	-5.521,58	-2.489,50
SLE - CAR.07	Max	8.740,17	-195,69	-791,52	-11.020,42	-4.575,26	-2.364,41
SLE - CAR.07	Min	7.921,22	-255,68	-830,90	-11.751,54	-4.977,43	-2.512,20
SLE - CAR.08	Max	8.740,21	-204,03	-773,38	-11.062,39	-4.609,24	-2.423,83
SLE - CAR.08	Min	7.921,26	-264,02	-812,76	-11.793,51	-5.011,40	-2.571,62
SLE - CAR.09	Max	8.714,29	-189,25	-654,85	-10.907,16	-4.972,08	-2.278,91
SLE - CAR.09	Min	7.895,34	-249,24	-694,23	-11.638,29	-5.374,24	-2.426,70
SLE - CAR.10	Max	8.714,36	-203,15	-624,62	-10.977,11	-5.028,70	-2.377,94
SLE - CAR.10	Min	7.895,41	-263,14	-664,00	-11.708,24	-5.430,87	-2.525,73
SLE - CAR.11	Max	8.733,69	-191,99	-761,89	-10.981,62	-4.665,97	-2.328,18
SLE - CAR.11	Min	7.914,74	-251,98	-801,27	-11.712,75	-5.068,14	-2.475,97
SLE - CAR.12	Max	8.733,76	-205,89	-731,66	-11.051,57	-4.722,60	-2.427,22
SLE - CAR.12	Min	7.914,81	-265,88	-771,04	-11.782,69	-5.124,76	-2.575,01
SLU - STR.01	Max	12.233,16	-268,01	-871,26	-14.846,54	-6.803,17	-3.122,84
SLU - STR.01	Min	10.759,05	-376,00	-942,15	-16.162,57	-7.527,07	-3.388,86
SLU - STR.02	Max	12.233,20	-278,02	-849,50	-14.896,90	-6.843,94	-3.194,14
SLU - STR.02	Min	10.759,09	-386,00	-920,38	-16.212,93	-7.567,84	-3.460,16
SLU - STR.03	Max	12.262,26	-272,13	-1.031,82	-14.958,23	-6.344,01	-3.196,75
SLU - STR.03	Min	10.788,15	-380,12	-1.102,70	-16.274,25	-7.067,91	-3.462,77
SLU - STR.04	Max	12.262,31	-282,14	-1.010,05	-15.008,59	-6.384,78	-3.268,05
SLU - STR.04	Min	10.788,20	-390,12	-1.080,94	-16.324,62	-7.108,68	-3.534,07

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLU - STR.05	Max	11.854,94	-266,65	-817,75	-14.809,31	-6.956,25	-3.098,20
SLU - STR.05	Min	10.749,36	-347,64	-870,91	-15.796,32	-7.499,17	-3.297,71
SLU - STR.06	Max	11.851,32	-276,57	-795,97	-14.857,43	-6.995,46	-3.169,92
SLU - STR.06	Min	10.745,74	-357,56	-849,14	-15.844,45	-7.538,38	-3.369,43
SLU - STR.07	Max	11.903,45	-273,52	-1.085,34	-14.995,45	-6.190,99	-3.221,38
SLU - STR.07	Min	10.797,86	-354,51	-1.138,50	-15.982,47	-6.733,91	-3.420,90
SLU - STR.08	Max	11.903,49	-283,53	-1.063,57	-15.045,81	-6.231,76	-3.292,69
SLU - STR.08	Min	10.797,91	-364,51	-1.116,73	-16.032,83	-6.774,68	-3.492,21
SLU - STR.09	Max	11.864,63	-264,69	-878,52	-14.829,77	-6.789,61	-3.099,07
SLU - STR.09	Min	10.759,04	-345,68	-931,68	-15.816,79	-7.332,53	-3.298,58
SLU - STR.10	Max	11.864,71	-281,37	-842,25	-14.913,70	-6.857,56	-3.217,91
SLU - STR.10	Min	10.759,12	-362,36	-895,41	-15.900,72	-7.400,48	-3.417,43
SLU - STR.11	Max	11.893,73	-268,81	-1.039,07	-14.941,46	-6.330,45	-3.172,98
SLU - STR.11	Min	10.788,15	-349,80	-1.092,24	-15.928,47	-6.873,37	-3.372,49
SLU - STR.12	Max	11.893,81	-285,49	-1.002,80	-15.025,39	-6.398,40	-3.291,82
SLU - STR.12	Min	10.788,22	-366,48	-1.055,96	-16.012,41	-6.941,32	-3.491,34
SLV - X - 01	Max	8.193,82	55,46	-554,46	-9.047,25	-3.555,16	-655,44
SLV - X - 01	Min	7.617,54	-930,21	-987,08	-15.305,80	-5.528,78	-4.191,75
SLV - X - 02	Max	8.193,80	40,84	-515,04	-9.120,79	-3.640,65	-770,37
SLV - X - 02	Min	7.617,53	-944,83	-947,66	-15.379,33	-5.614,27	-4.306,68
SLV - Y - 01	Max	8.159,02	-233,18	-189,73	-11.024,89	-2.519,91	-985,42
SLV - Y - 01	Min	7.652,33	-641,57	-1.351,82	-13.328,15	-6.564,02	-3.861,77
SLV - Y - 02	Max	8.159,01	-247,80	-150,31	-11.098,43	-2.605,40	-1.100,36
SLV - Y - 02	Min	7.652,32	-656,19	-1.312,40	-13.401,69	-6.649,51	-3.976,70

18.2 ELEVAZIONE DESTRA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza dello spiccatto dell'elevazione sinistra per le differenti combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio e allo Stato Limite Ultimo:

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLE - Q.P.01	Max	8.603,93	-221,21	696,94	-11.439,04	5.143,05	2.250,47
SLE - Q.P.01	Min	8.603,93	-221,21	696,94	-11.439,04	5.143,05	2.250,47
SLE - Q.P.02	Max	8.603,90	-227,78	681,56	-11.472,09	5.172,19	2.300,01
SLE - Q.P.02	Min	8.603,90	-227,78	681,56	-11.472,09	5.172,19	2.300,01
SLE - FREQ.01	Max	9.822,24	-220,79	735,64	-11.438,95	5.720,99	2.357,93
SLE - FREQ.01	Min	8.603,93	-293,25	696,92	-12.405,38	5.143,04	2.250,47
SLE - FREQ.02	Max	9.822,21	-227,36	720,26	-11.471,99	5.750,13	2.407,46
SLE - FREQ.02	Min	8.603,89	-299,83	681,55	-12.438,43	5.172,18	2.300,01
SLE - FREQ.03	Max	8.603,94	-220,55	698,47	-11.435,74	5.140,14	2.245,52
SLE - FREQ.03	Min	8.603,94	-220,55	698,47	-11.435,74	5.140,14	2.245,52
SLE - FREQ.04	Max	8.603,90	-228,44	680,03	-11.475,40	5.175,10	2.304,96
SLE - FREQ.04	Min	8.603,90	-228,44	680,03	-11.475,40	5.175,10	2.304,96
SLE - CAR.01	Max	10.238,05	-221,18	805,92	-11.471,92	5.753,32	2.406,44
SLE - CAR.01	Min	8.613,63	-317,80	754,31	-12.760,50	4.982,72	2.263,17
SLE - CAR.02	Max	10.238,01	-229,07	787,47	-11.511,58	5.788,29	2.465,88
SLE - CAR.02	Min	8.613,59	-325,69	735,86	-12.800,16	5.017,68	2.322,61
SLE - CAR.03	Max	10.218,65	-218,79	694,23	-11.399,26	6.068,13	2.371,14
SLE - CAR.03	Min	8.594,22	-315,41	642,61	-12.687,84	5.297,53	2.227,86
SLE - CAR.04	Max	10.218,61	-226,68	675,78	-11.438,92	6.103,10	2.430,58
SLE - CAR.04	Min	8.594,19	-323,30	624,16	-12.727,50	5.332,49	2.287,30
SLE - CAR.05	Max	9.838,41	-222,12	830,25	-11.496,16	5.455,74	2.382,40
SLE - CAR.05	Min	8.620,10	-294,58	791,54	-12.462,59	4.877,79	2.274,94
SLE - CAR.06	Max	9.838,37	-230,00	811,81	-11.535,82	5.490,70	2.441,83
SLE - CAR.06	Min	8.620,06	-302,47	773,09	-12.502,25	4.912,75	2.334,38
SLE - CAR.07	Max	9.806,08	-218,13	644,09	-11.375,07	5.980,42	2.323,55
SLE - CAR.07	Min	8.587,76	-290,60	605,38	-12.341,50	5.402,47	2.216,10
SLE - CAR.08	Max	9.806,04	-226,02	625,65	-11.414,72	6.015,39	2.382,99
SLE - CAR.08	Min	8.587,72	-298,49	586,94	-12.381,16	5.437,43	2.275,54
SLE - CAR.09	Max	9.831,96	-218,69	799,17	-11.458,73	5.549,02	2.350,81
SLE - CAR.09	Min	8.613,64	-291,16	760,46	-12.425,17	4.971,07	2.243,36
SLE - CAR.10	Max	9.831,89	-231,84	768,42	-11.524,83	5.607,30	2.449,88
SLE - CAR.10	Min	8.613,58	-304,30	729,71	-12.491,26	5.029,34	2.342,43
SLE - CAR.11	Max	9.812,56	-216,30	687,47	-11.386,08	5.863,83	2.315,51
SLE - CAR.11	Min	8.594,24	-288,77	648,76	-12.352,51	5.285,88	2.208,05
SLE - CAR.12	Max	9.812,49	-229,45	656,73	-11.452,17	5.922,10	2.414,57
SLE - CAR.12	Min	8.594,18	-301,91	618,02	-12.418,61	5.344,15	2.307,12
SLU - STR.01	Max	13.954,22	-308,88	1.099,58	-15.621,12	7.809,25	3.271,32
SLU - STR.01	Min	11.761,25	-439,31	1.029,90	-17.360,70	6.768,93	3.077,90
SLU - STR.02	Max	13.954,18	-318,34	1.077,44	-15.668,71	7.851,20	3.342,65
SLU - STR.02	Min	11.761,21	-448,78	1.007,76	-17.408,30	6.810,89	3.149,23
SLU - STR.03	Max	13.925,12	-305,29	932,04	-15.512,14	8.281,46	3.218,36
SLU - STR.03	Min	11.732,15	-435,73	862,36	-17.251,72	7.241,14	3.024,94
SLU - STR.04	Max	13.925,07	-314,76	909,90	-15.559,73	8.323,42	3.289,69
SLU - STR.04	Min	11.732,10	-445,19	840,22	-17.299,31	7.283,10	3.096,27

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

COMBINAZIONE		N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	M _{long,Sd} [kNm]	M _{trasv,Sd} [kNm]	M _{torc,Sd} [kNm]
SLU - STR.05	Max	13.415,68	-310,26	1.138,01	-15.657,48	7.391,77	3.240,62
SLU - STR.05	Min	11.770,96	-408,09	1.085,75	-16.962,16	6.611,53	3.095,55
SLU - STR.06	Max	13.419,31	-319,83	1.115,87	-15.707,41	7.435,32	3.311,59
SLU - STR.06	Min	11.774,58	-417,66	1.063,61	-17.012,09	6.655,08	3.166,53
SLU - STR.07	Max	13.367,18	-304,28	858,78	-15.475,84	8.178,79	3.152,35
SLU - STR.07	Min	11.722,45	-402,11	806,52	-16.780,52	7.398,55	3.007,29
SLU - STR.08	Max	13.367,13	-313,75	836,64	-15.523,43	8.220,75	3.223,68
SLU - STR.08	Min	11.722,41	-411,58	784,38	-16.828,11	7.440,51	3.078,61
SLU - STR.09	Max	13.406,00	-305,91	1.089,54	-15.605,30	7.535,19	3.199,19
SLU - STR.09	Min	11.761,27	-403,74	1.037,28	-16.909,99	6.754,95	3.054,13
SLU - STR.10	Max	13.405,92	-321,69	1.052,65	-15.684,62	7.605,12	3.318,07
SLU - STR.10	Min	11.761,19	-419,52	1.000,39	-16.989,31	6.824,88	3.173,01
SLU - STR.11	Max	13.376,90	-302,33	922,00	-15.496,32	8.007,40	3.146,23
SLU - STR.11	Min	11.732,17	-400,15	869,74	-16.801,00	7.227,16	3.001,16
SLU - STR.12	Max	13.376,82	-318,10	885,11	-15.575,64	8.077,33	3.265,11
SLU - STR.12	Min	11.732,09	-415,93	832,85	-16.880,32	7.297,09	3.120,04
SLV - X - 01	Max	8.860,12	26,50	976,86	-9.547,13	5.899,16	4.167,76
SLV - X - 01	Min	8.346,57	-955,23	532,28	-15.794,88	3.936,68	636,81
SLV - X - 02	Max	8.860,13	11,86	937,45	-9.620,77	5.984,64	4.282,70
SLV - X - 02	Min	8.346,58	-969,87	492,87	-15.868,52	4.022,17	751,75
SLV - Y - 01	Max	8.860,87	-260,69	1.336,04	-11.528,62	6.932,37	3.851,50
SLV - Y - 01	Min	8.345,82	-668,04	173,10	-13.813,40	2.903,47	953,07
SLV - Y - 02	Max	8.860,88	-275,33	1.296,63	-11.602,25	7.017,85	3.966,44
SLV - Y - 02	Min	8.345,83	-682,67	133,69	-13.887,03	2.988,95	1.068,01

19 SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA SEZIONE DI SPICCATO DELLE ELEVAZIONI

19.1 SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di armatura è rettangolare con base pari a **350 cm** (direzione perpendicolare all'impalcato) e altezza pari a **809 cm** (direzione parallela all'impalcato).

L'armatura verticale è costituita da:

- **Ø26/10** disposti lungo i lati maggiori
- **Ø26/10** disposti lungo i lati maggiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copreferro minimo è assunto pari a **40 mm**.

19.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

19.2.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – Q.P.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **N_{Sd} = 7.905,12 kNm**.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a **M_{long,Sd} = -10.961,93 kNm**

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{trasv,Sd} = -4.861,55 kNm**.

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 **Zoom** **N° barre:** 228 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	809	2	5,31	6,5	14,5
3	350	809	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} 18,81
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1
 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 -0,8408 N/mm²
 σ_s 5,094 N/mm²
 ϵ_s 0,02547 ‰
 d 638,6 cm
 x 454,9 x/d 0,7123
 δ 1

Verifica **N° iterazioni:** 3 Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,84 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 5,09 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

19.2.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – FREQ.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 7.905,09$ kNm.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = -11.728,00$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -5.263,66$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI_SPALLA B

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 228 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	809	2	5,31	6,5	14,5
3	350	809	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni:
 S.L.U. | Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0, yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} : 18,81 N/mm²
 E_s/E_c : 15 | f_{cc}/f_{cd} : 1
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ | $\sigma_{c,adm}$: 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² | τ_{co} : 0,7333 N/mm²
 τ_{c1} : 2,114 N/mm²

σ_c : -0,9028 N/mm²
 σ_s : 6,274 N/mm²

ϵ_s : 0,03137 ‰
 d: 635,9 cm
 x: 434,6 cm | x/d: 0,6834
 δ : 1

Verifica | N° iterazioni: 4 | Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,90$ N/mm² < $0,45 f_{ck} = 14,94$ N/mm²
- $\sigma_s = 6,27$ N/mm² < $0,80 f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

19.2.3 COMBINAZIONE SLE – RARA

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLE – CAR.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 7.895,38$ kNm.

Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = -11.937,95$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -5.553,58$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPICCATO ELEVAZIONI_SPALLA B

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: SPICCATO ELEVAZIONE

N° Vertici: 4 | Zoom | N° barre: 228 | Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	5,31	6,5	6,5
2	0	809	2	5,31	6,5	14,5
3	350	809	3	5,31	6,5	24,5
4	350	0	4	5,31	6,5	34,5
			5	5,31	6,5	44,5
			6	5,31	6,5	54,5

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni:
 S.L.U. | Metodo n

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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} : 18,81 N/mm²
 E_s/E_c : 15 | f_{cc}/f_{cd} : 1
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ | $\sigma_{c,adm}$: 12,25 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² | τ_{co} : 0,7333 N/mm²
 τ_{c1} : 2,114 N/mm²

σ_c : -0,9371 N/mm²
 σ_s : 6,961 N/mm²

ϵ_s : 0,03481 ‰
 d: 629 cm
 x: 420,7 cm | x/d: 0,6688
 δ : 1

Verifica | N° iterazioni: 4 | Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,93$ N/mm² < $0,45 f_{ck} = 14,94$ N/mm²
- $\sigma_s = 6,96$ N/mm² < $0,80 f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

19.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Stanti le tensioni sui materiali estremamente ridotte, le verifiche allo Stato Limite di fessurazione possono essere considerate implicitamente soddisfatte.

19.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE

19.4.1 COMBINAZIONE SLU – STR

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLU – STR.02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 10.759,09$ kNm.

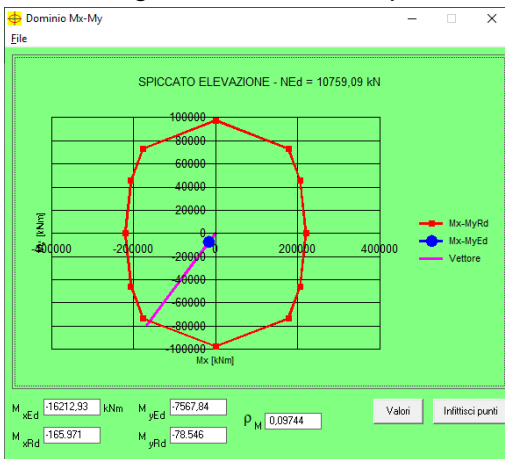
Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = -16.212,93$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -7.567,84$ kNm.

I momenti resistenti risultano pari a:

- $M_{long,Rd} = -165.971,00$ kNm $>$ $M_{long,Sd} = -16.212,93$ kNm
- $M_{trasv,Rd} = -78.546,00$ kNm $>$ $M_{trasv,Sd} = -7.567,84$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

19.4.2 COMBINAZIONE SLV

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV - X - 02**.

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 7.617,53$ kNm.

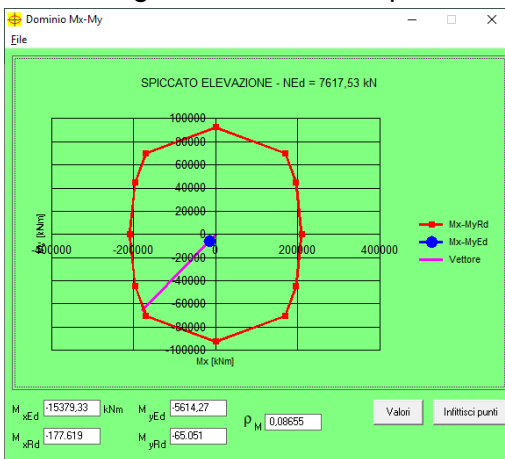
Il momento flettente longitudinale di calcolo è assunto pari a $M_{long,Sd} = -15.379,33$ kNm

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{trasv,Sd} = -5.614,27$ kNm.

I momenti resistenti risultano pari a:

- $M_{long,Rd} = -177.619,00$ kNm $> M_{long,Sd} = -15.379,33$ kNm
- $M_{trasv,Rd} = -65.051,00$ kNm $> M_{trasv,Sd} = -5.614,27$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

19.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

19.5.1 DIREZIONE LONGITUDINALE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV - X - 02**.

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{sd} = -969,87$ kNm.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	350,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	809,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	805,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	▼
Tensione caratteristica di rottura:	f_{ik}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	899,00	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	350,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	5698,35	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	119264,78	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	5.698,35	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	6,34	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

19.5.2 DIREZIONE TRASVERSALE

La combinazione maggiormente gravosa è risultata la combinazione **SLV - Y - 01**.

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a **$V_{Sd} = -1.351,82$ kNm**.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	809,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	350,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	346,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1351,82	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

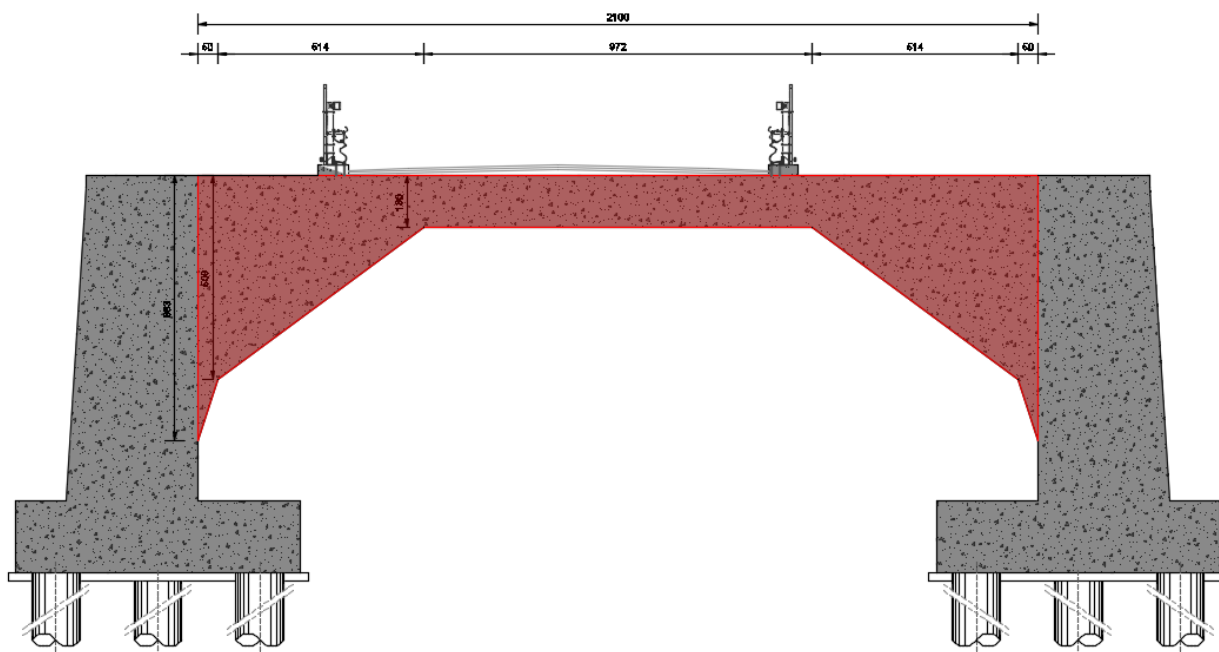
Larghezza minima della sezione:	b_w	809,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	2449,23	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	118487,60	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	2.449,23	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,81	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

20 SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLA TRAVATA POSTERIORE

20.1 DEFINIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO E DEI CARICHI AGENTI

Al fine di valutare le azioni sollecitanti sulla travata posteriore è stato realizzato un apposito modello di calcolo (locale) mediante il software agli elementi finiti SAP2000 v.15.1 (Computers & Structures, Inc.), che rappresenta l'elemento di seguito evidenziato:



Lo schema statico adottato è di trave a campata unica incastrata agli estremi.

La larghezza della travata è stata considerata pari a **199 cm**, mentre la larghezza di applicazione dei carichi statici e mobili è stata considerata pari a **219 cm** (per tener conto della presenza del dente superiore in cemento armato).

Sono stati pertanto presi in esame i seguenti carichi:

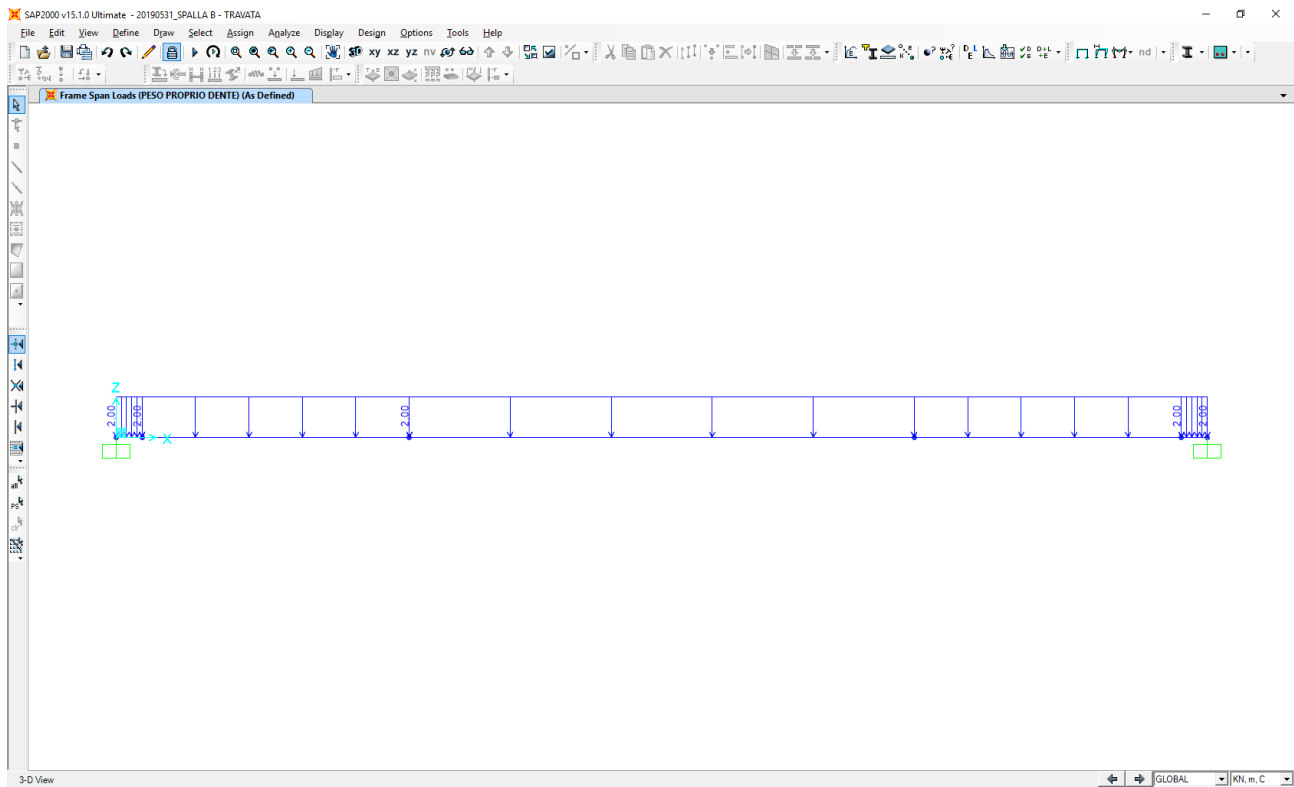
- Peso proprio della travata
- Peso proprio del dente superiore in cemento armato
- Peso proprio dei cordoli laterali in cemento armato
- Peso proprio della pavimentazione stradale
- Peso proprio delle barriere guard – rail
- Carichi accidentali da traffico (secondo le disposizioni definite al capitolo **7.10.1**)

Nella tabella successiva è riportata la determinazione dei carichi concentrati e lineari, relativi ai carichi permanenti, applicati al modello di calcolo:

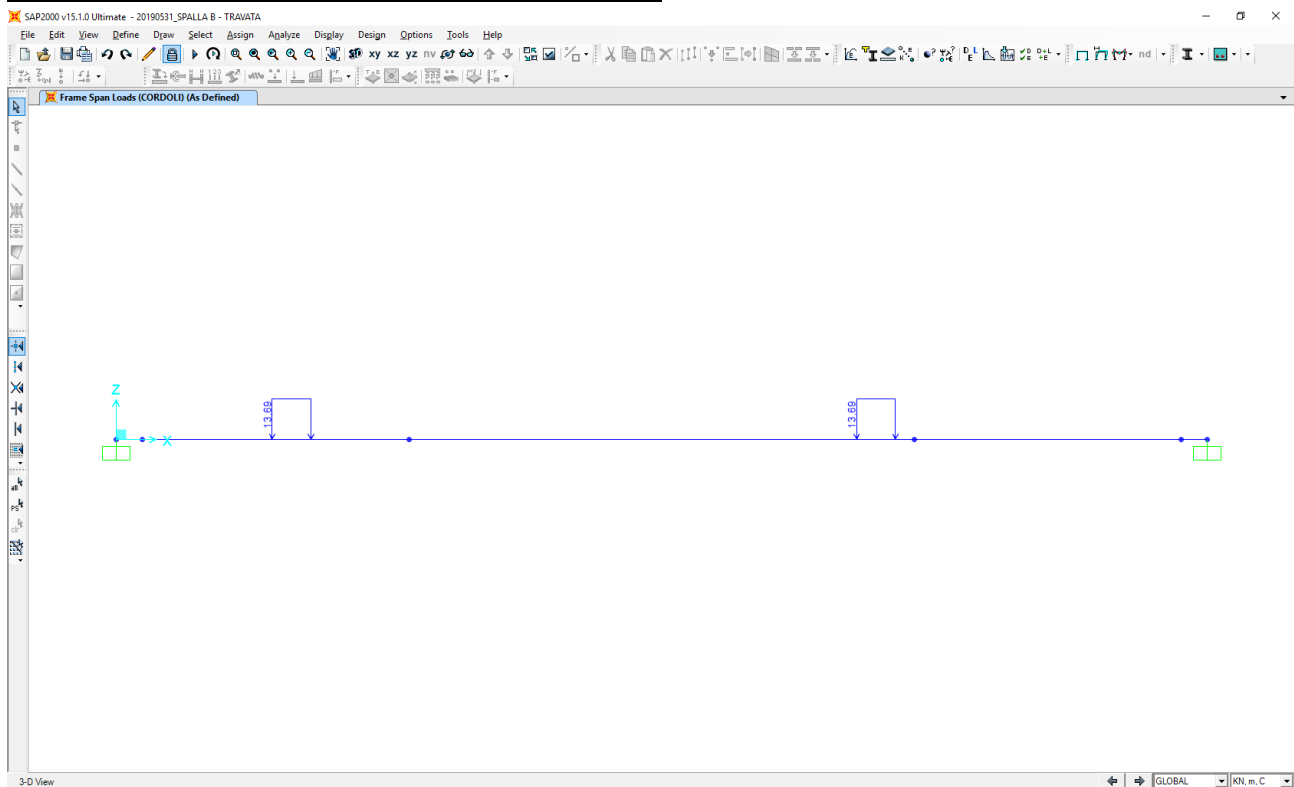
CARICO	b ₁ [m]	b ₂ [m]	h [m]	L [m]	V [m ³ /m]	γ [kN/m ³]	p [kN/m]	P [kN]
Peso proprio dente in cemento armato	0,50	0,30	0,20	-	0,08	25,00	2,00	-
Cordoli in cemento armato	-	-	0,25	2,19	0,55	25,00	13,69	-
Pavimentazione (h _{min})	-	-	0,11	2,19	0,24	22,00	5,30	-
Pavimentazione (h _{max})	-	-	0,24	2,19	0,53	22,00	11,56	-
Barriere guard rail	-	-	-	2,19	-	2,00	-	4,38

Nelle immagini seguenti è riportata l'applicazione dei carichi al modello di calcolo.

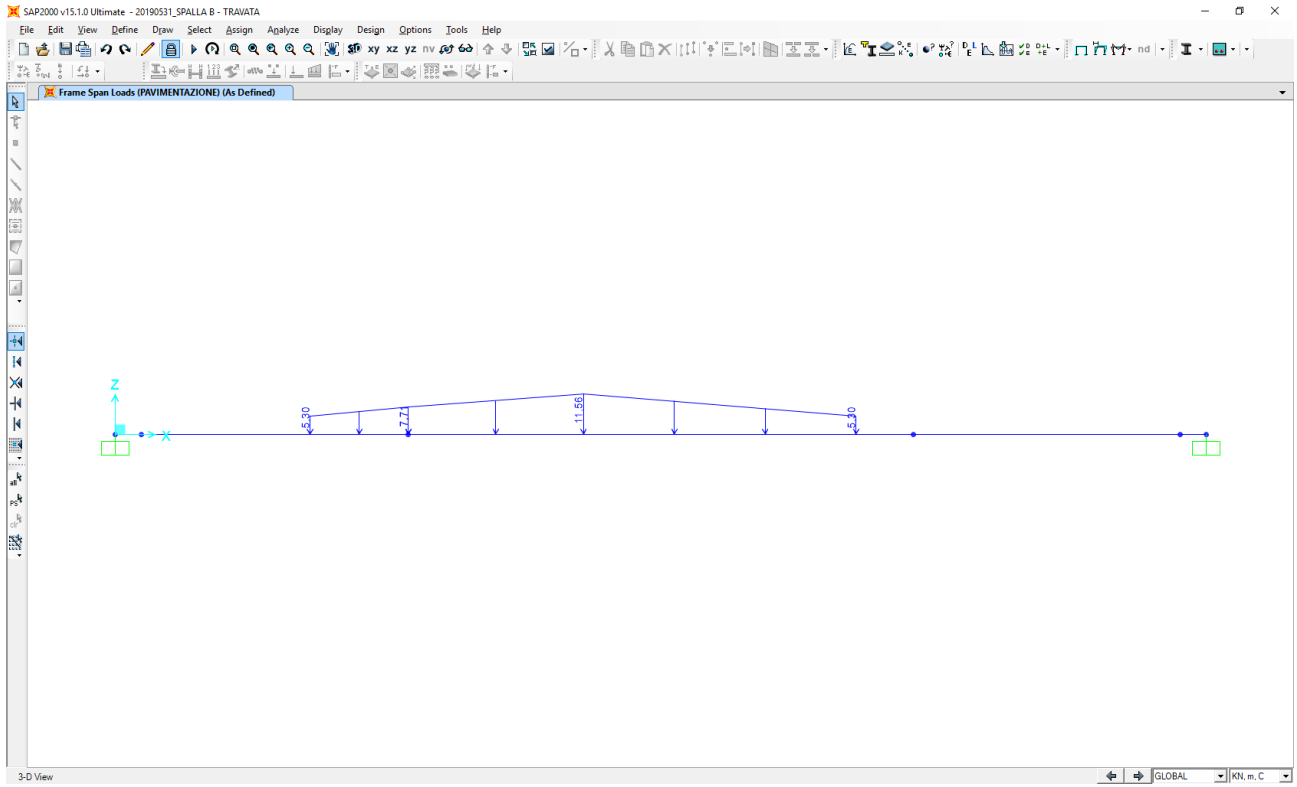
Peso proprio del dente superiore in cemento armato



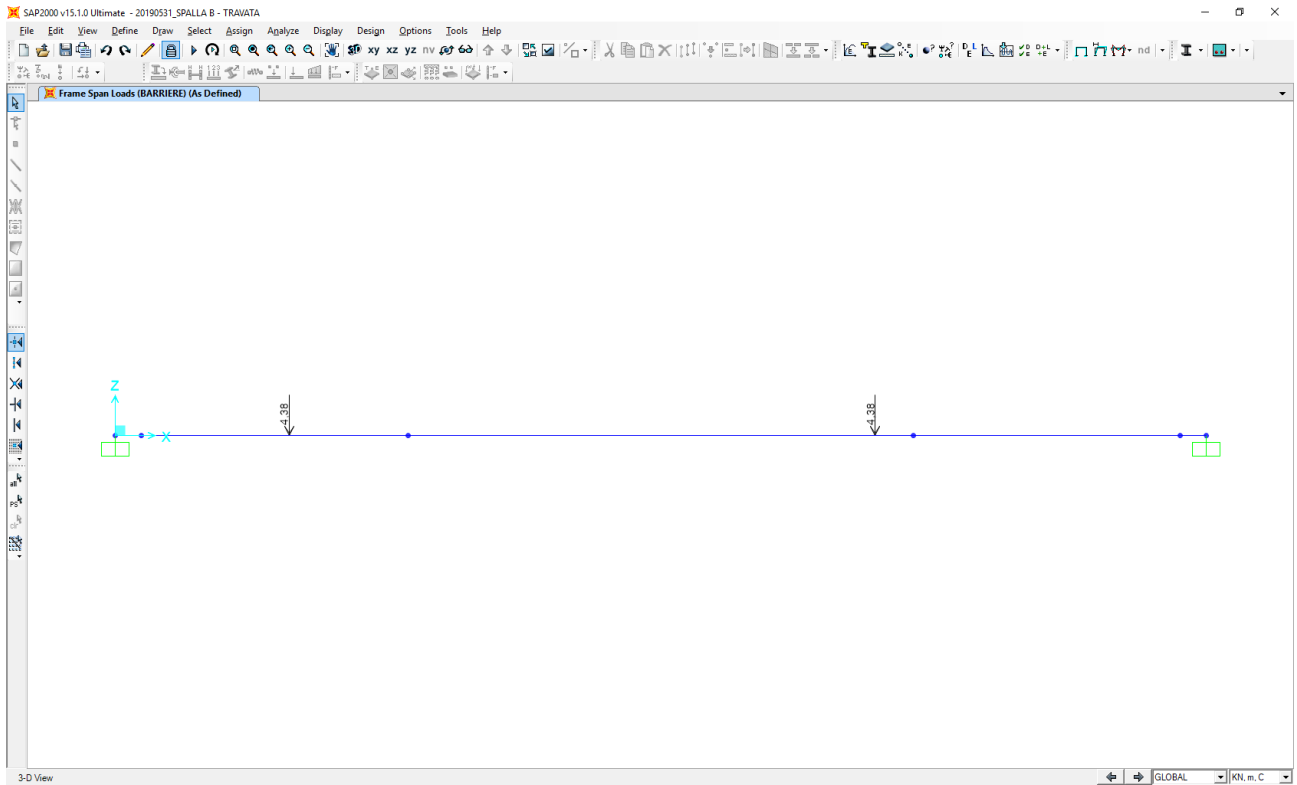
Peso proprio dei cordoli laterali in cemento armato



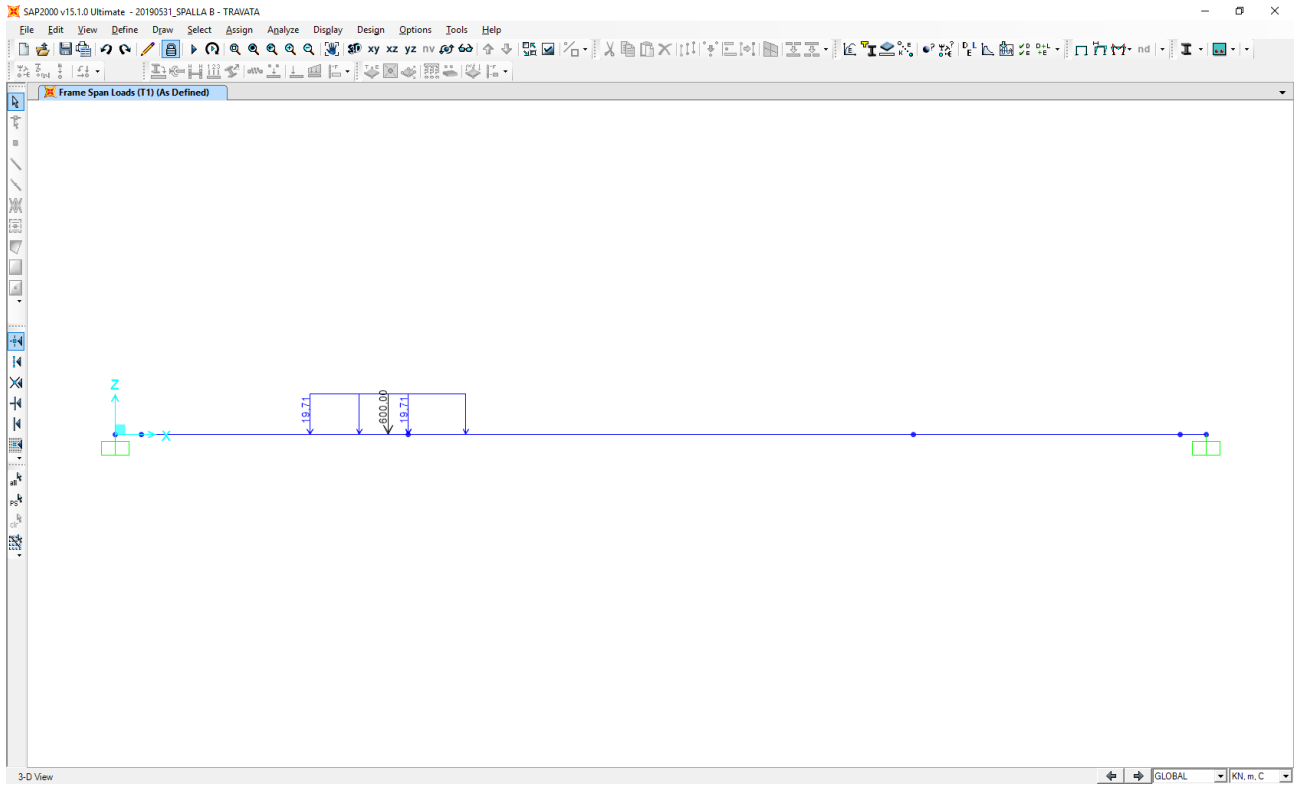
Peso proprio della pavimentazione stradale



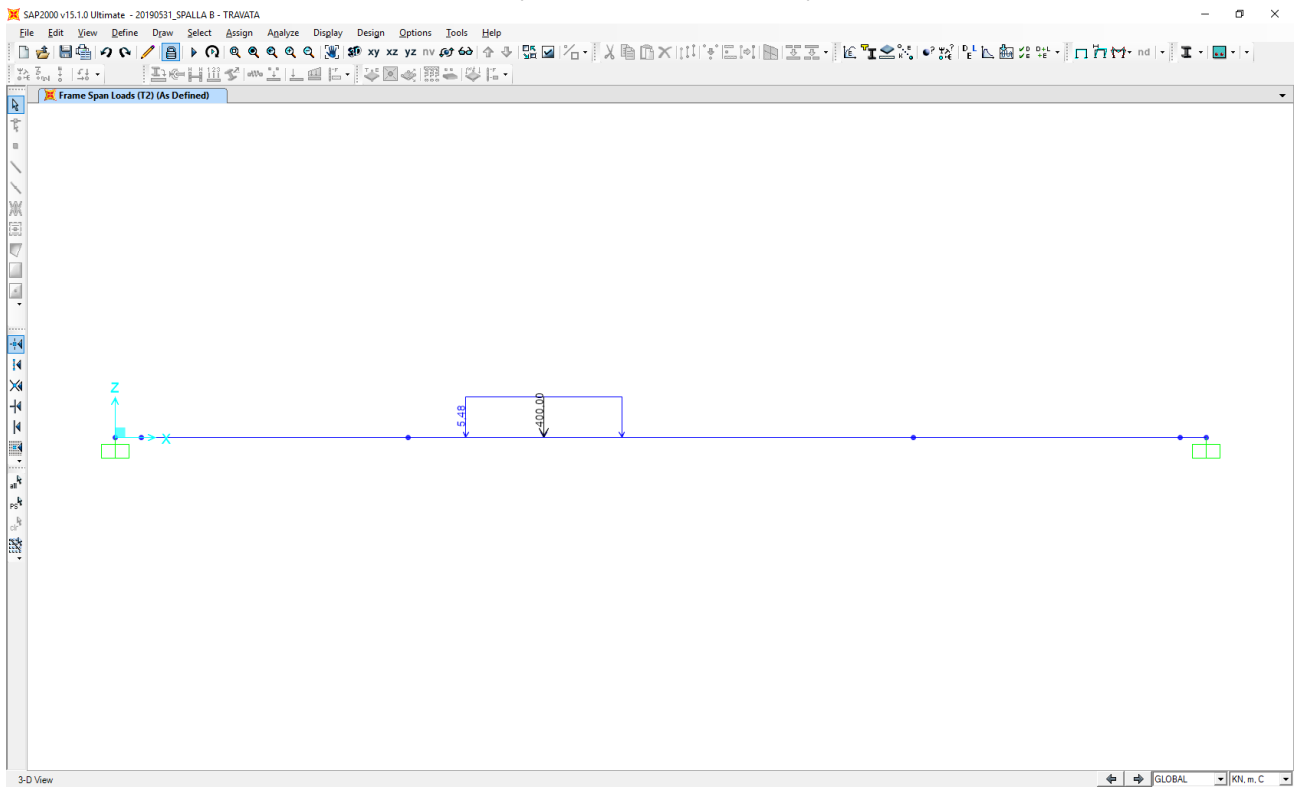
Peso proprio delle barriere guard rail



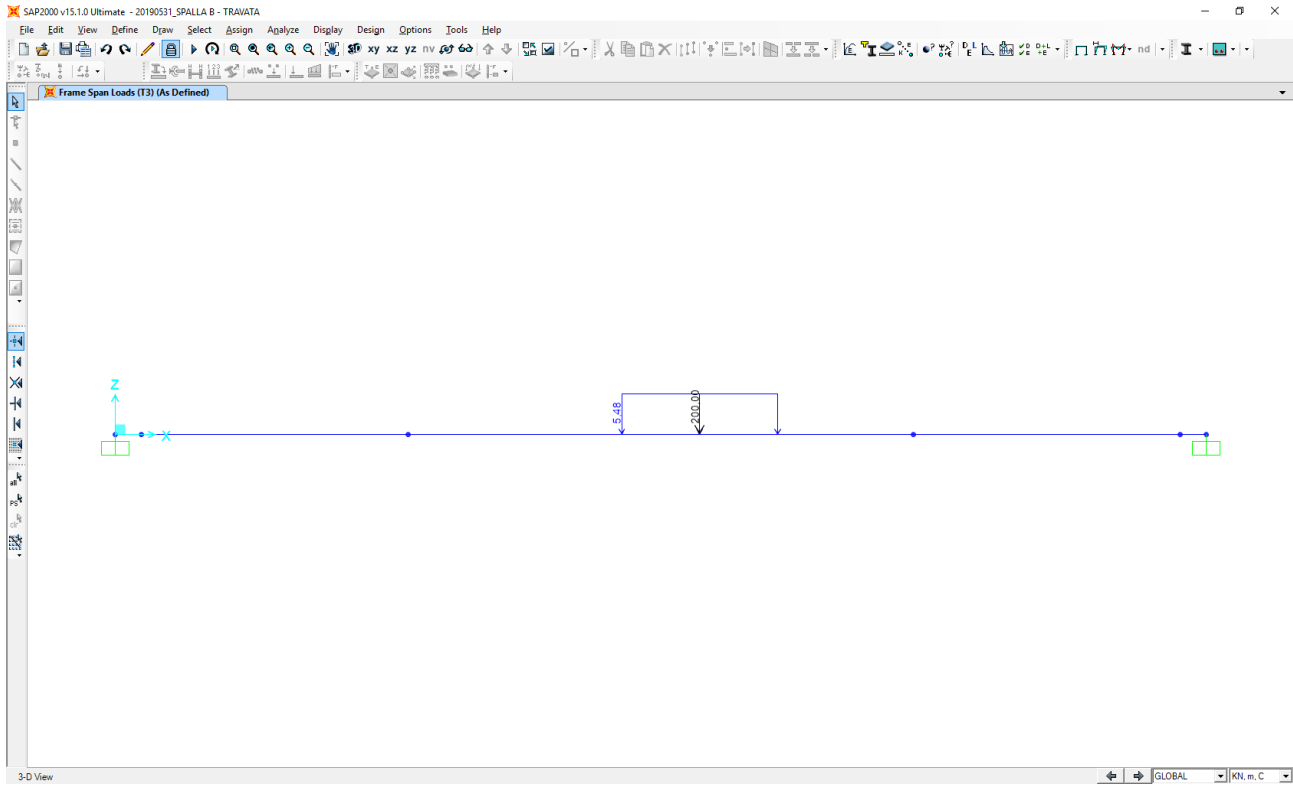
Carico accidentale da traffico $Q_{1a} - q_{1a}$ (Disposizioni 01-02-03-04)



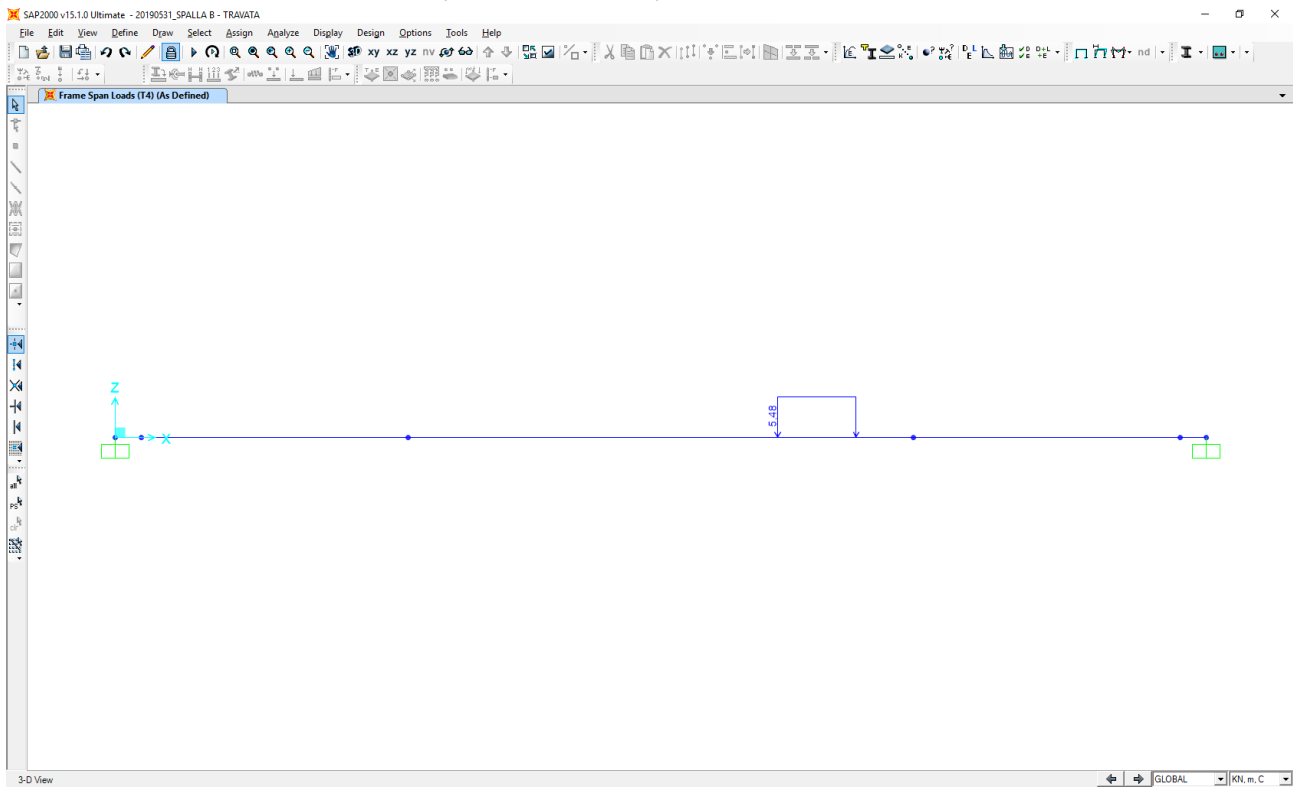
Carico accidentale da traffico $Q_{1b} - q_{1b}$ (Disposizioni 01-02-03)



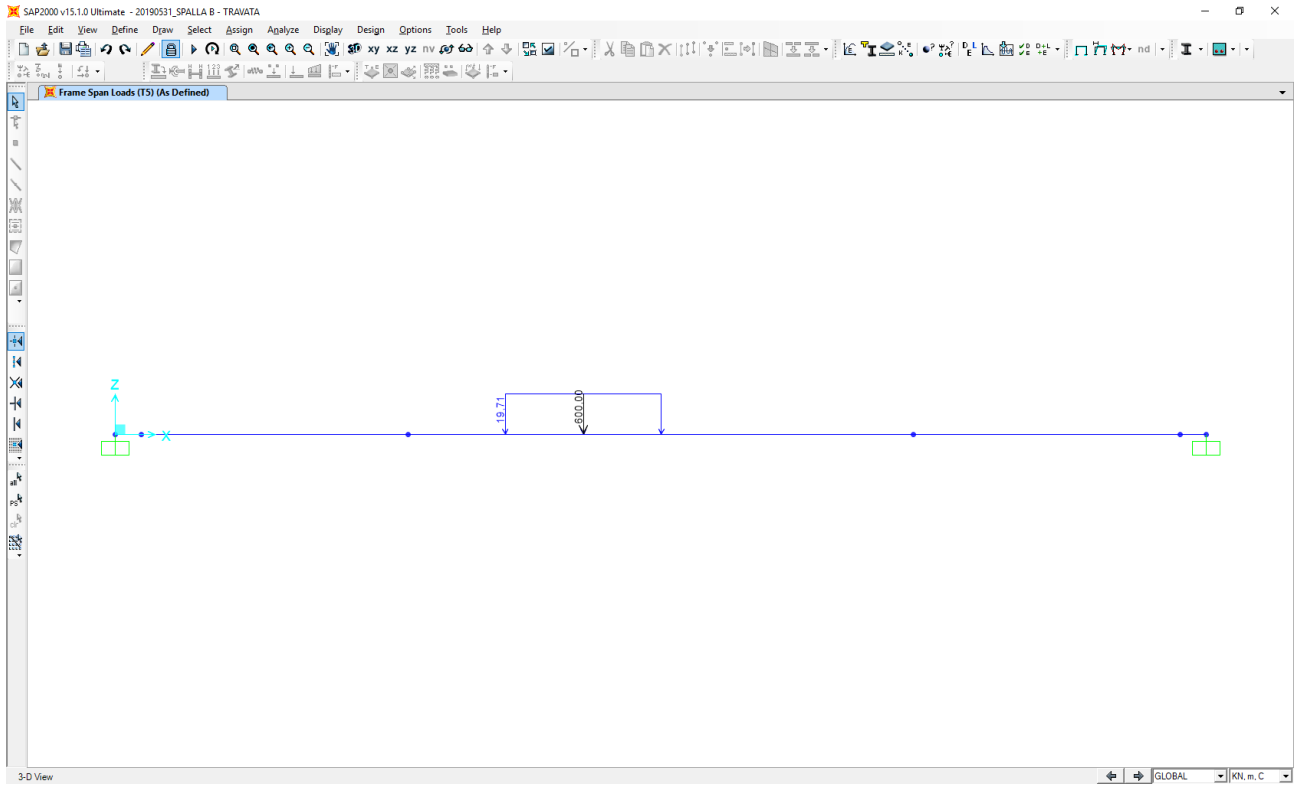
Carico accidentale da traffico $Q_{1c} - q_{1c}$ (Disposizioni 01-02)



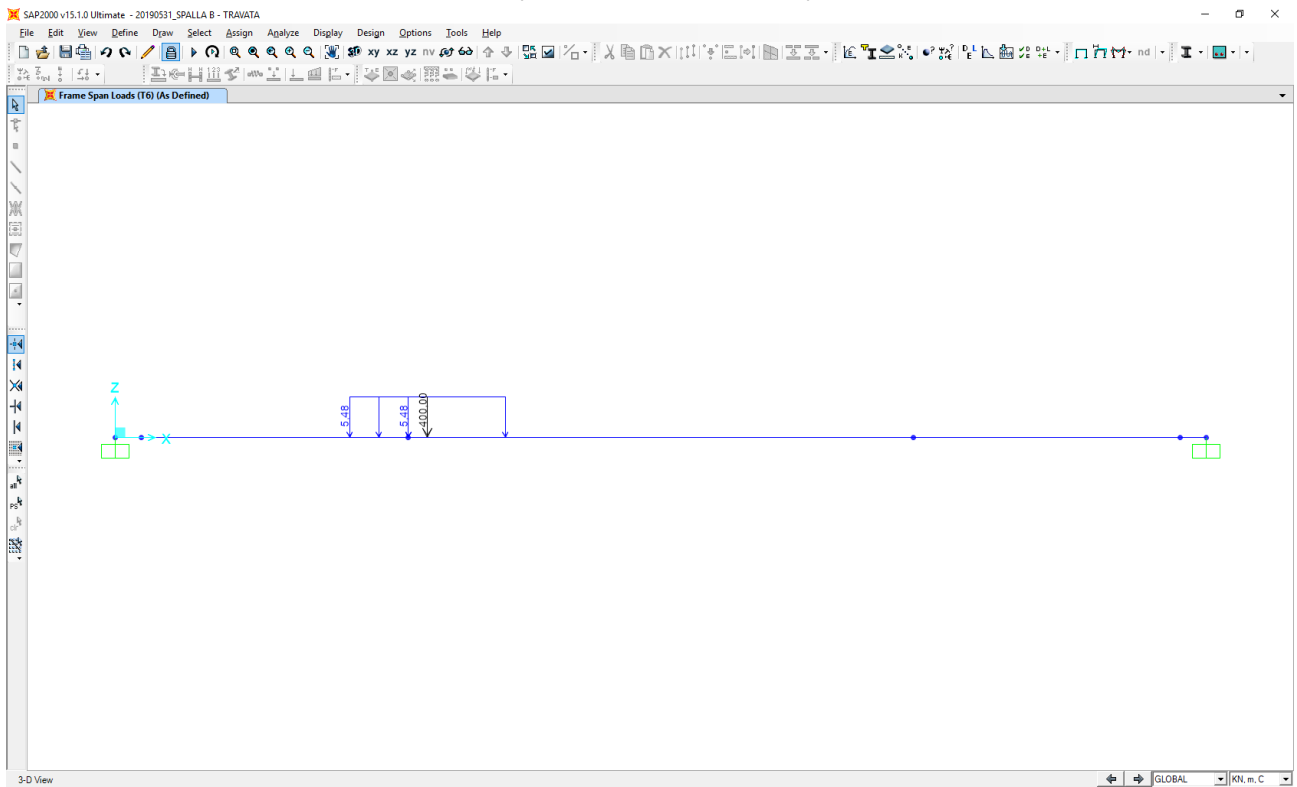
Carico accidentale da traffico q_{1d} (Disposizione 01)



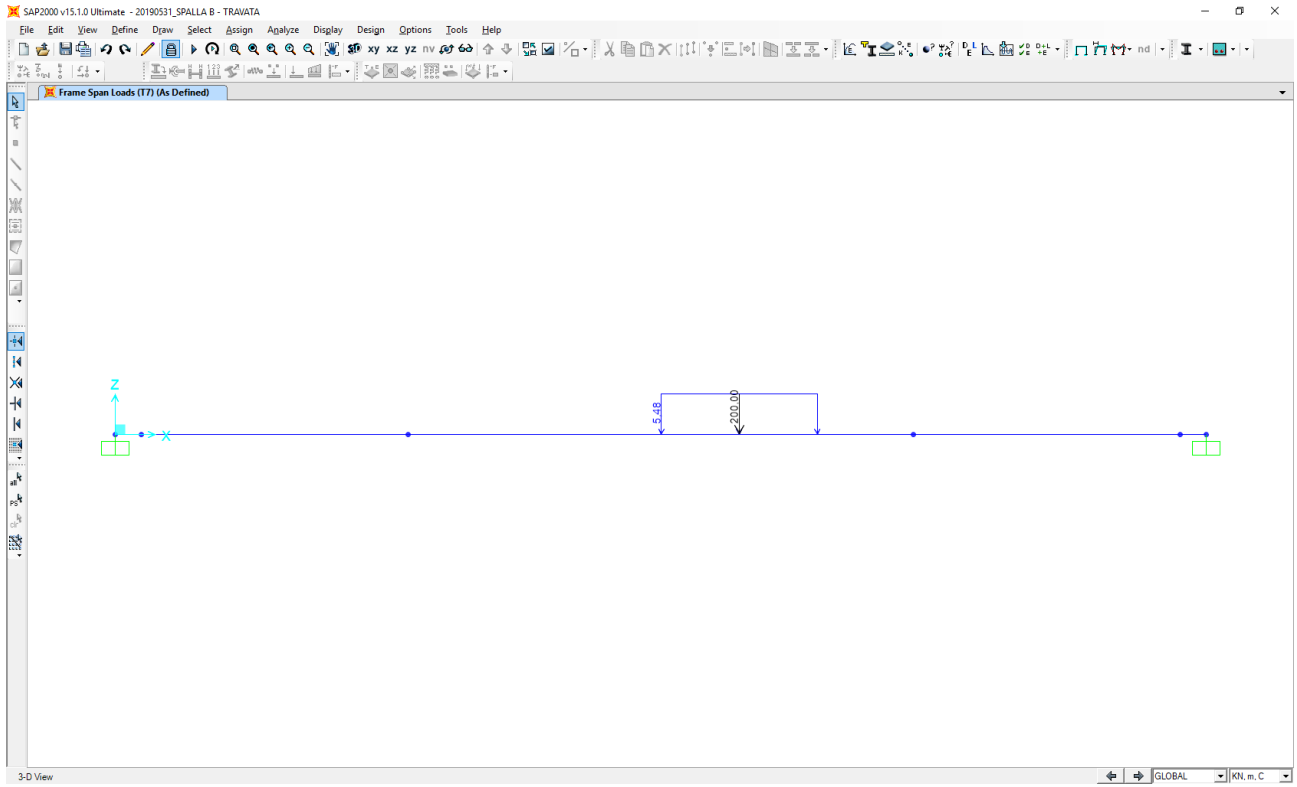
Carico accidentale da traffico $Q_{1a} - q_{1a}$ (Disposizioni 05-06-07-08)



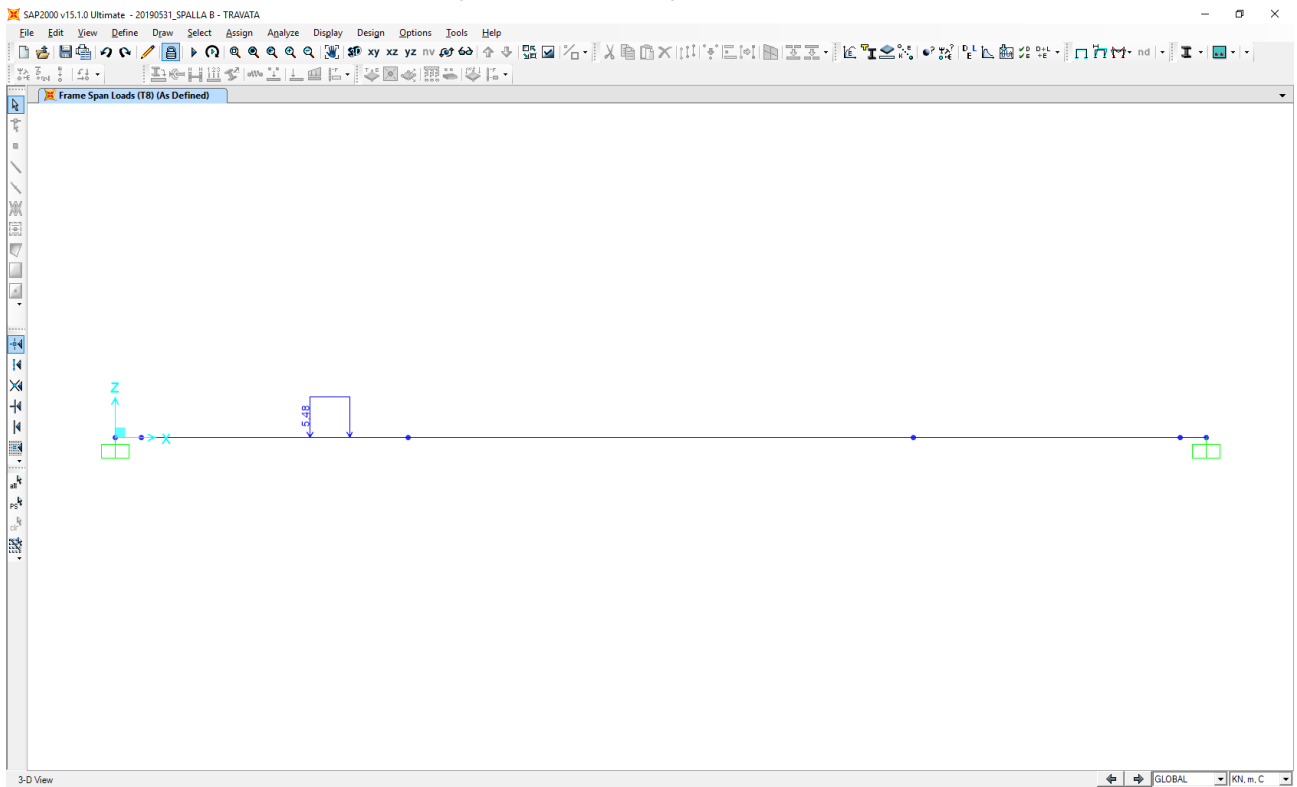
Carico accidentale da traffico $Q_{1b} - q_{1b}$ (Disposizioni 05-06-07)



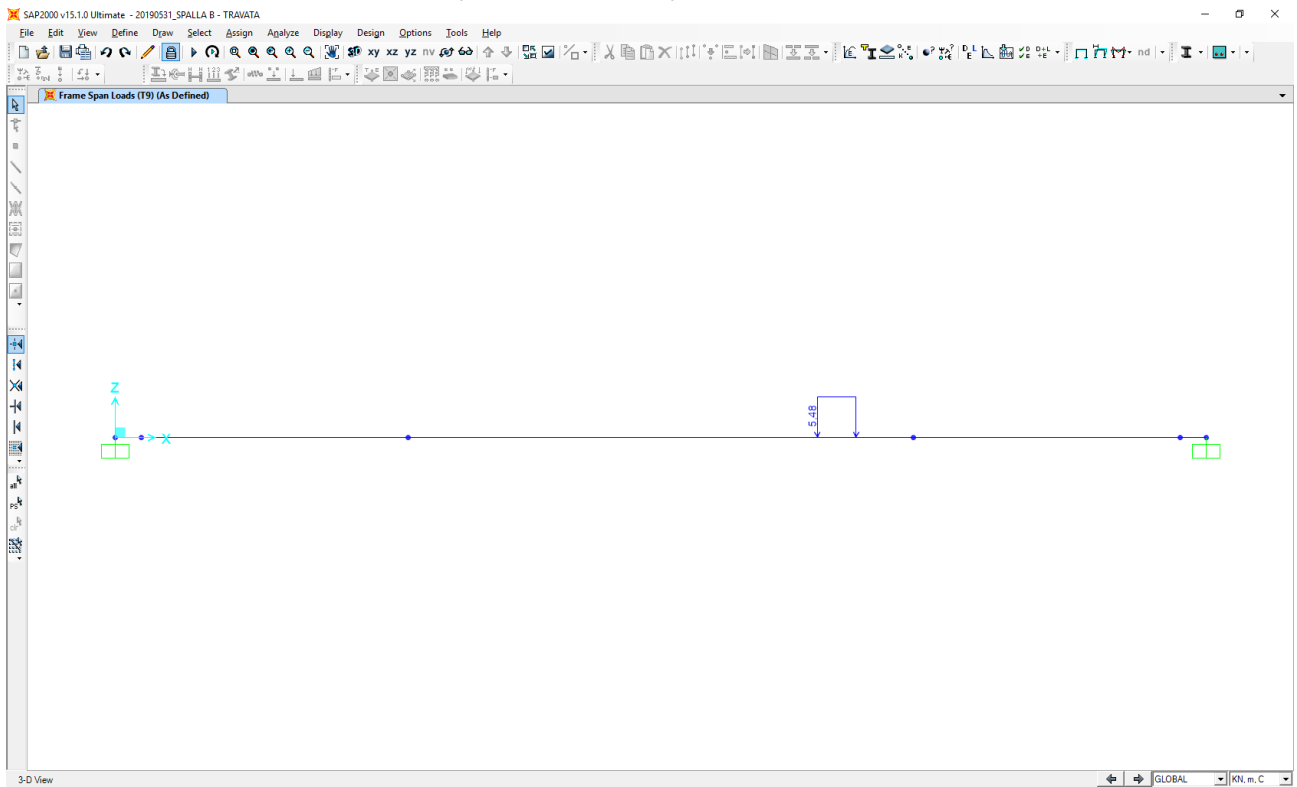
Carico accidentale da traffico $Q_{1c} - q_{1c}$ (Disposizioni 05-06)



Carico accidentale da traffico $q_{1d,1}$ (Disposizione 05)



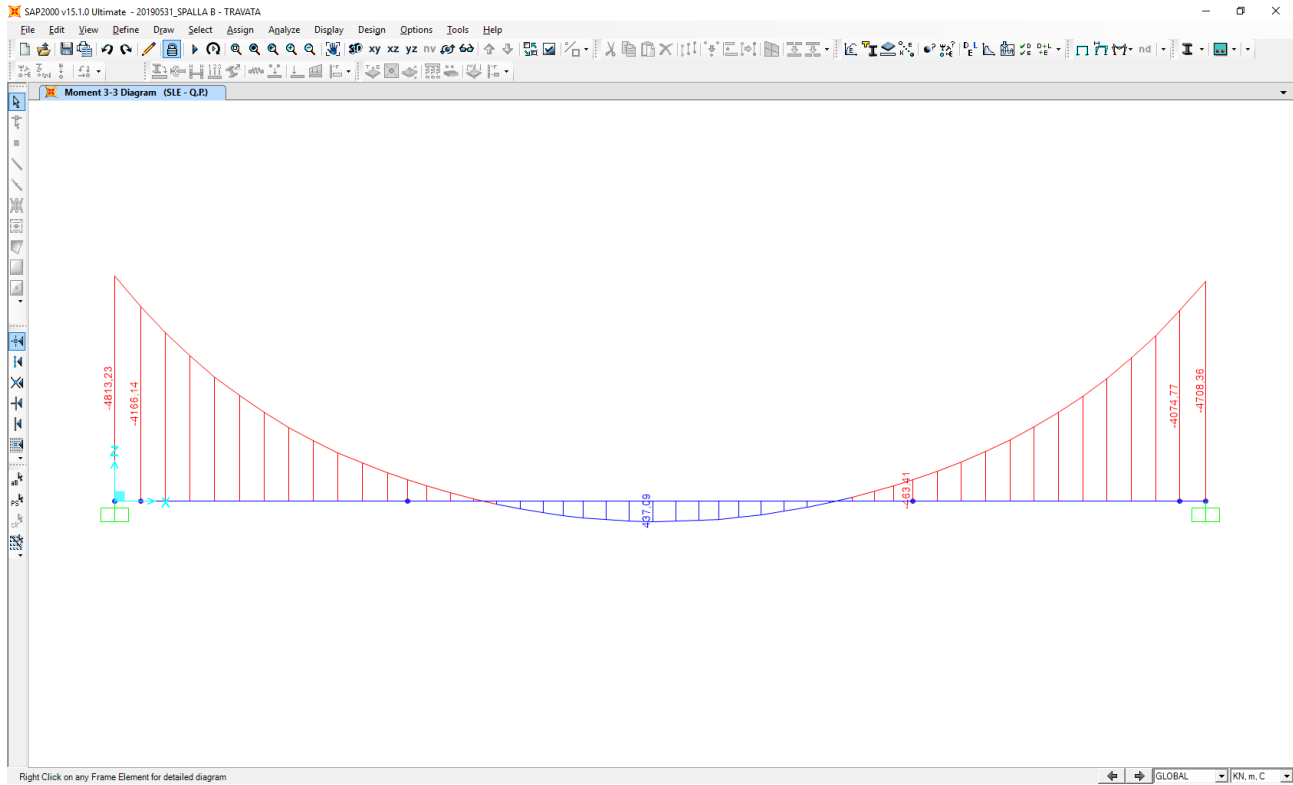
Carico accidentale da traffico $q_{1d,2}$ (Disposizione 05)



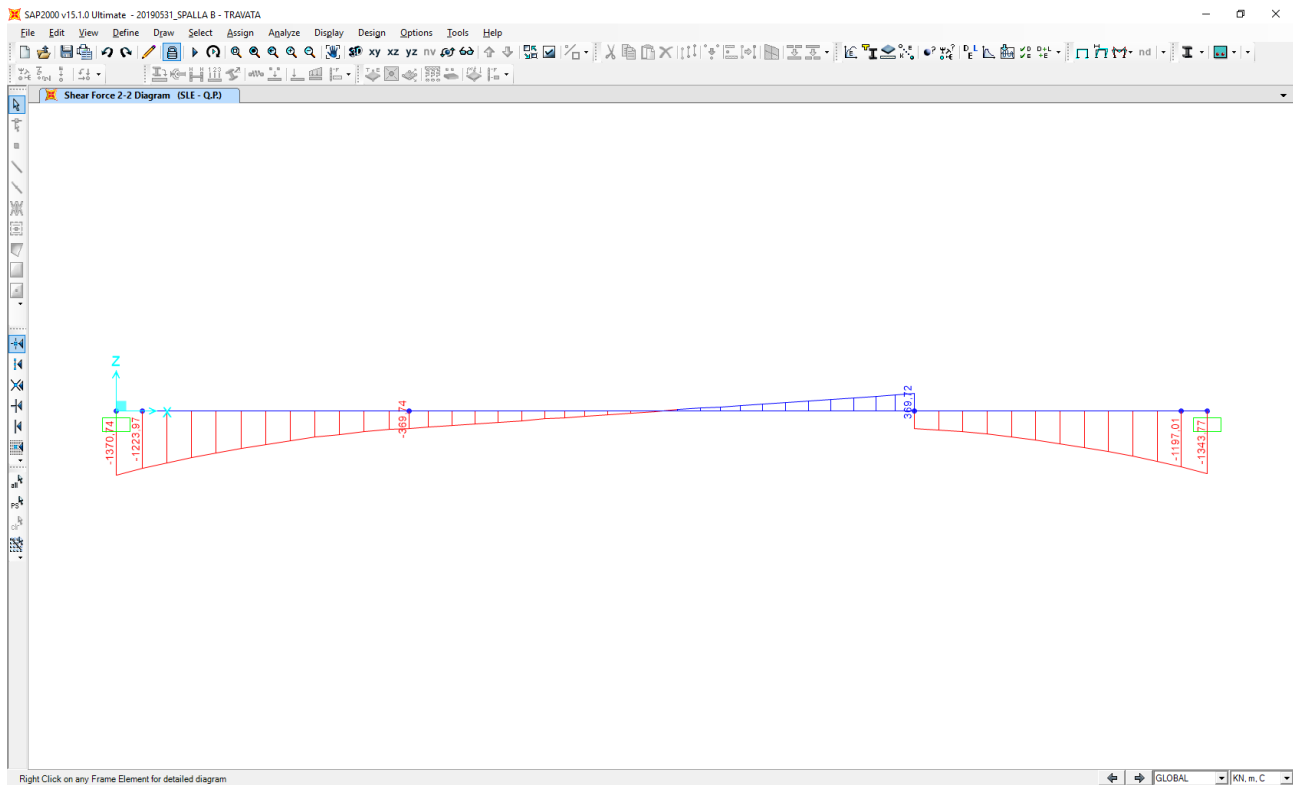
20.2 DIAGRAMMI DELLE AZIONI SOLLECITANTI

20.2.1 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – QUASI PERMANENTE

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

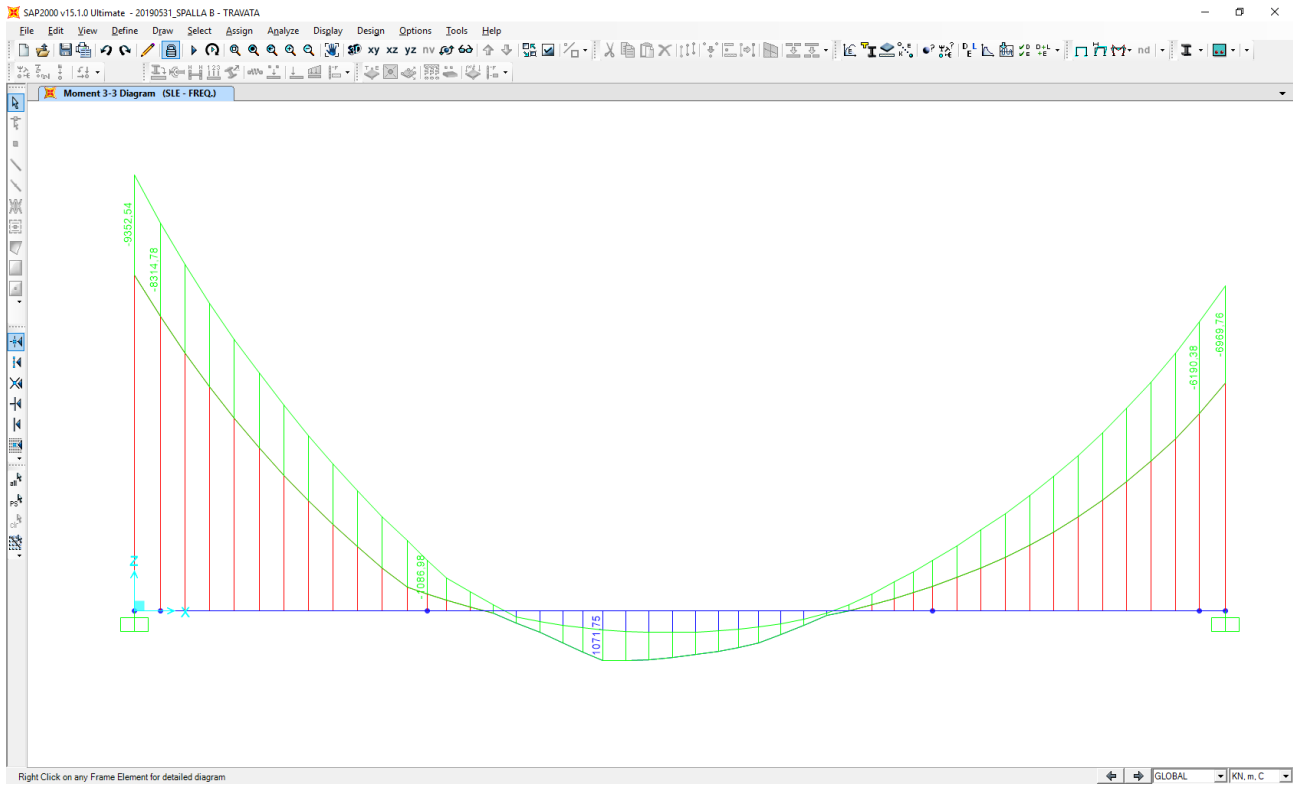


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

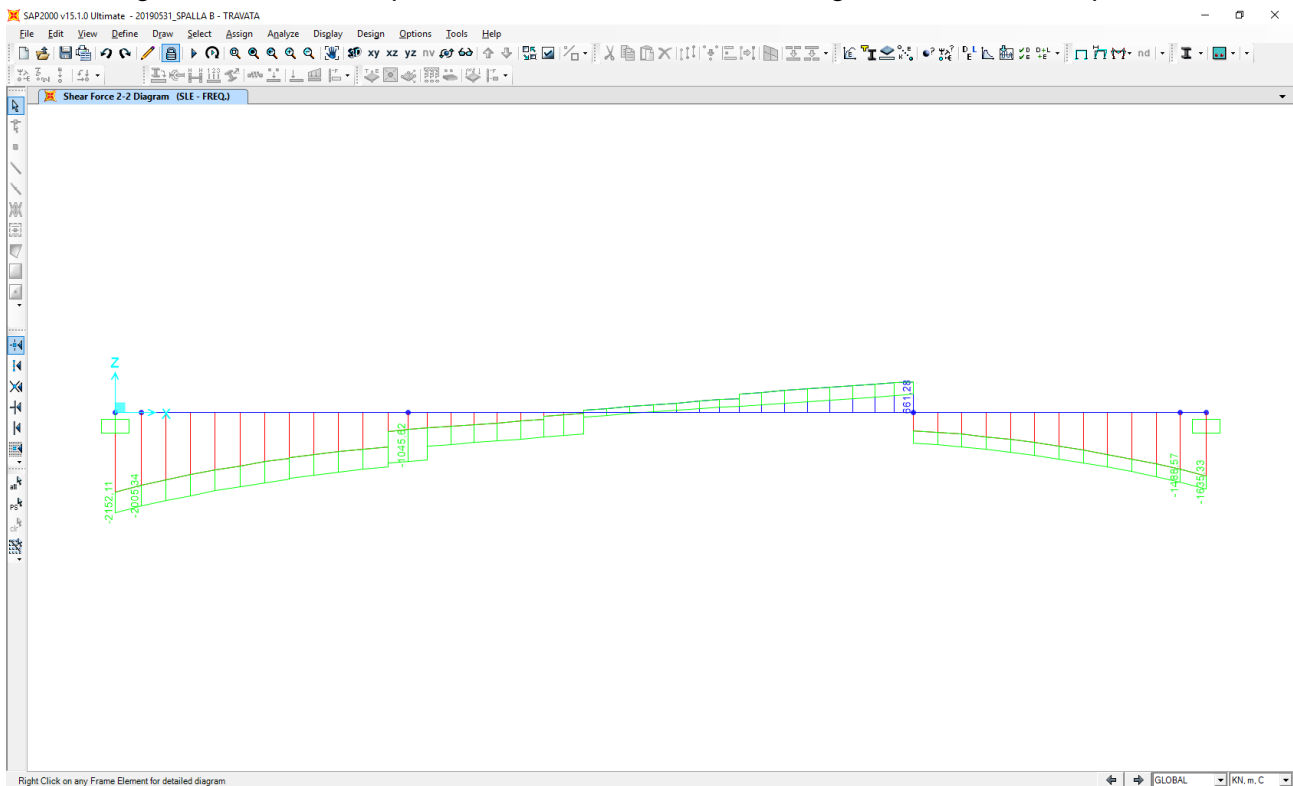


20.2.2 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – FREQUENTE

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

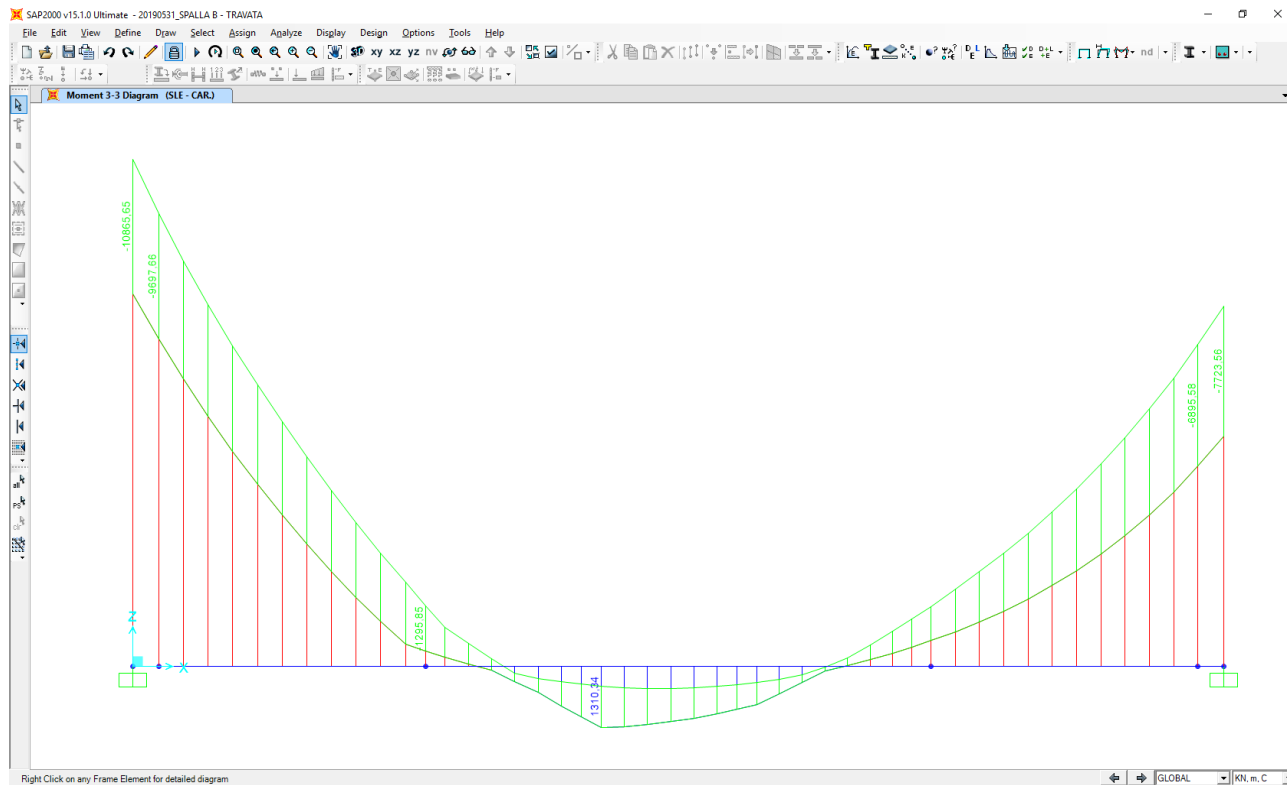


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

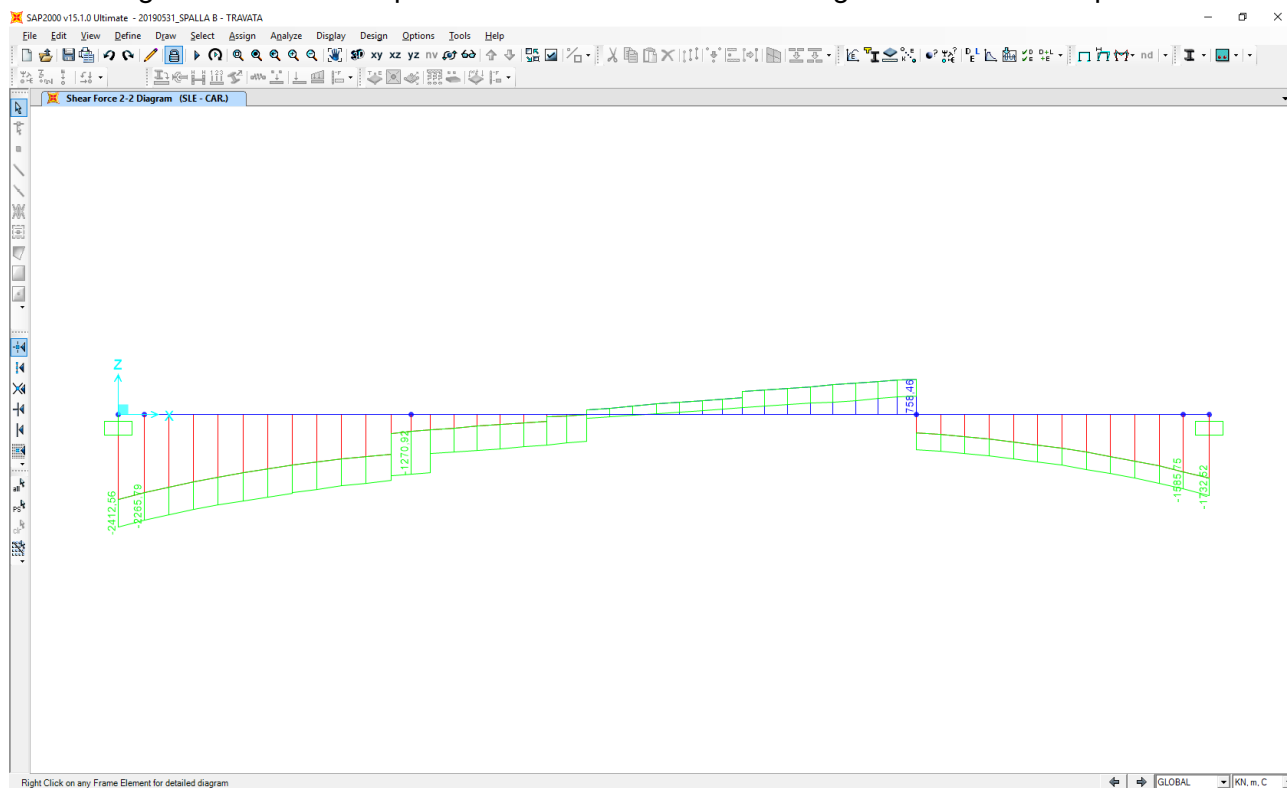


20.2.3 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – CARATTERISTICA

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:

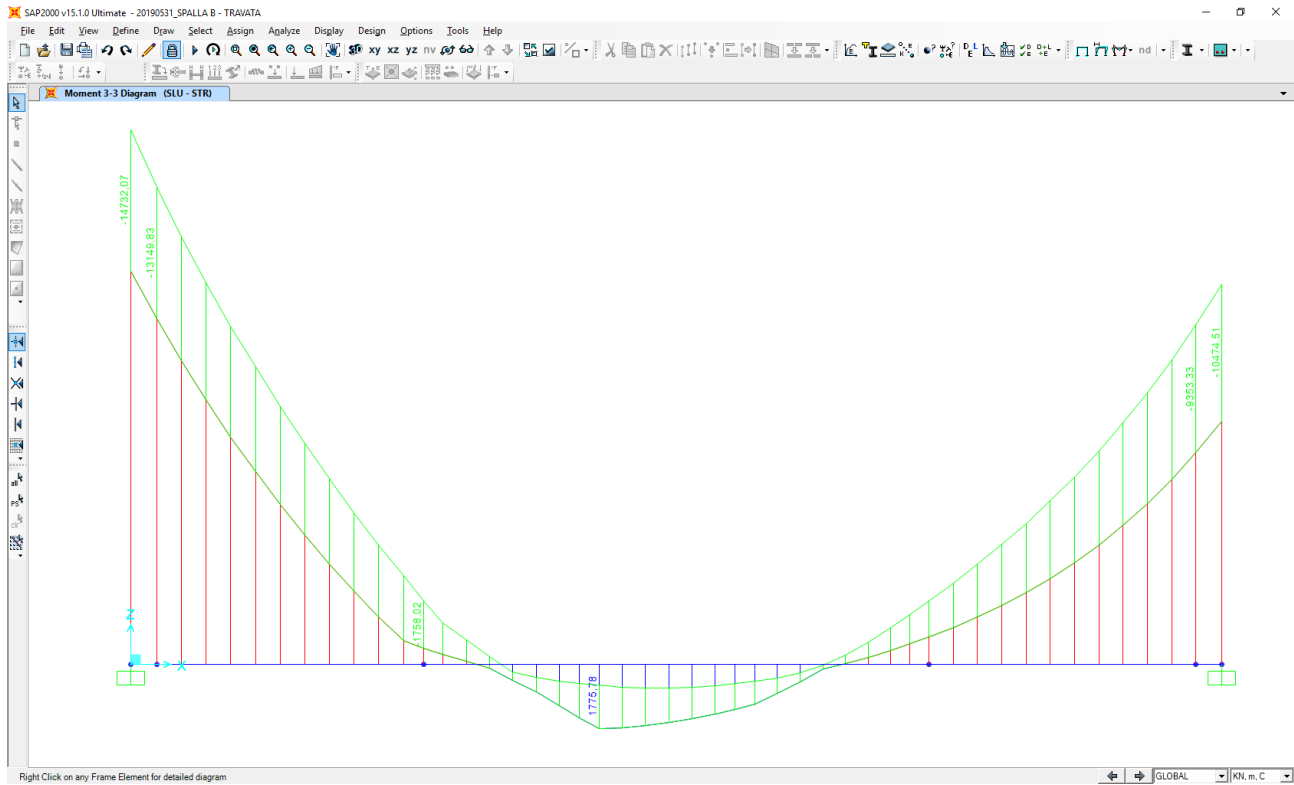


Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:

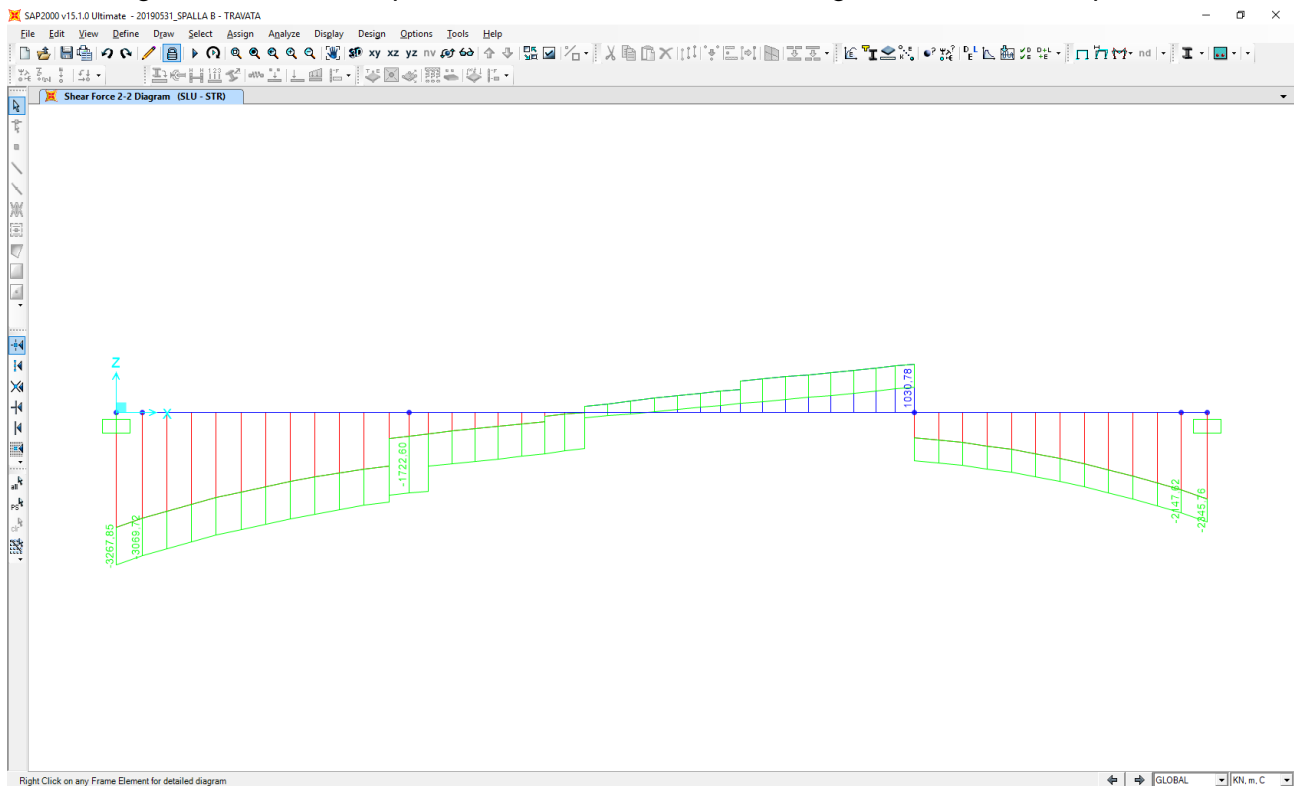


20.2.4 COMBINAZIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR

Nell'immagine successiva è riportato l'andamento del momento flettente sulla travata posteriore:



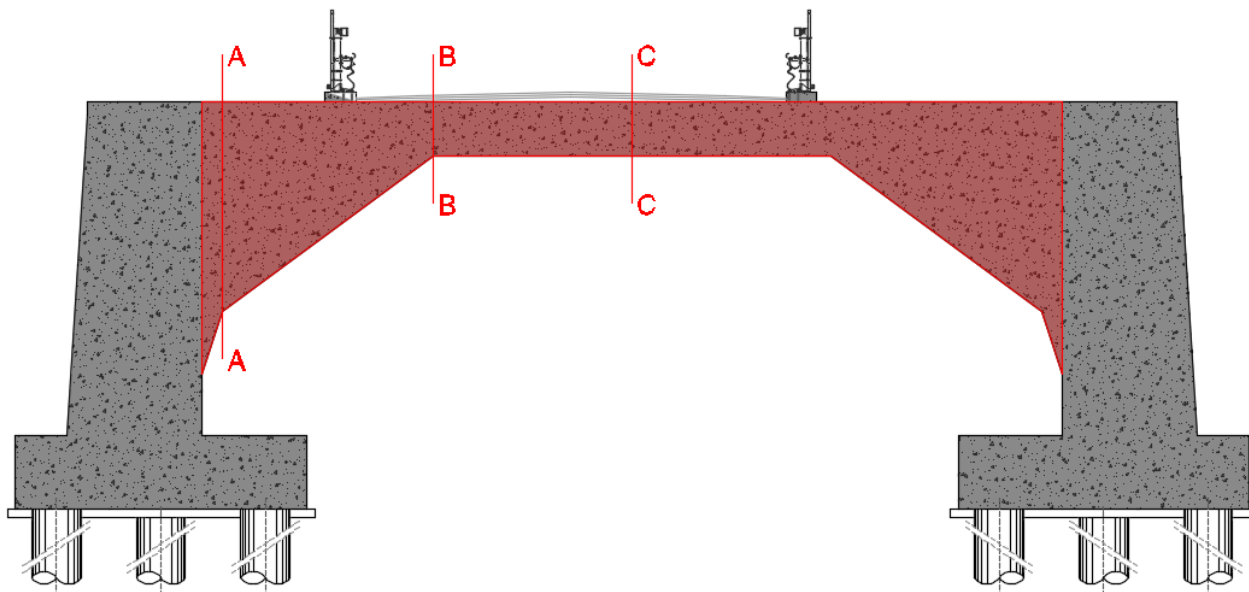
Nell'immagine successiva è riportato l'andamento dell'azione tagliante sulla travata posteriore:



21 SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVATA POSTERIORE

21.1 DEFINIZIONI DELLE SEZIONI DI VERIFICA

Nell'immagine successiva sono rappresentate le sezioni di verifica della travata posteriore:



21.2 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI SULLE SEZIONI DI VERIFICA

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti in corrispondenza delle sezioni di verifica precedentemente definite per le diverse combinazioni di carico considerate:

SEZIONE	COMBINAZIONE	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]
A-A	SLE - QUASI PERMANENTE	-4.166,14	-1.223,97
	SLE - FREQUENTE	-8.314,78	-2.005,34
	SLE - CARATTERISTICA	-9.697,66	-2.265,79
	SLU - STR	-13.149,83	-3.069,72
B-B	SLE - QUASI PERMANENTE	-460,38	-369,74
	SLE - FREQUENTE	-1.086,98	-1.045,62
	SLE - CARATTERISTICA	-1.295,85	-1.270,92
	SLU - STR	-1.758,02	-1.722,60
C-C	SLE - QUASI PERMANENTE	437,09	0,00
	SLE - FREQUENTE	1.071,75	0,00
	SLE - CARATTERISTICA	1.310,34	0,00
	SLU - STR	1.775,78	0,00

21.3 SEZIONE A-A - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **509 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

21.4 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

21.4.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = -4.166,14 kNm**.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Titolo:** [Empty field]
- N° strati barre:** 2
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	509
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	502,1
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n. N_{Ed}: 0 kN, M_{xEd}: -4166,14 kNm, M_{yEd}: 0 kNm.
- P.to applicazione N:** Centro.
- Materiali:** B450C and C32/40. Properties include E_{su} , f_{yd} , E_s , E_s/E_c , E_{syd} , $\sigma_{s,adm}$, τ_{co} , τ_{cl} , σ_c , σ_s , ϵ_s , d , x , x/d , and δ .
- Metodo di calcolo:** S.L.U.- Metodo n.
- Verifica:** N° iterazioni: 5. Precompresso: [unchecked].

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,08 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 101,90 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.4.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -8.314,78$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	509	1	84,95	6,9
			2	84,95	502,1

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione rettangolare con barre d'acciaio e nucleo di calcestruzzo.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -8314,78 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:

Proprietà	B450C	C32/40
ϵ_{su}	67,5 ‰	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	3,5
E_s	200.000 N/mm²	18,81
E_s/E_c	15	1
ϵ_{syd}	1,957 ‰	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0,7333
τ_{cl}		2,114

σ_c : -2,157 N/mm²
 σ_s : 203,3 N/mm²
 ϵ_s : 1,017 ‰
 d: 502,1 cm
 x: 68,94 x/d: 0,1373
 δ : 0,7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,15 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 203,30 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.4.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -9.697,66$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Titolo:** Empty field.
- N° strati barre:** 2
- Materiali:** B450C and C32/40. Properties shown include $\epsilon_{su} = 67.5$ ‰, $f_{yd} = 391.3$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $\epsilon_{s,adm} = 1.957$ ‰, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm², $\tau_{co} = 0.7333$, $\tau_{cl} = 2.114$, $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $\epsilon_{cu} = 3.5$, $f_{cd} = 18.81$, $\sigma_{c,adm} = 12.25$, $\sigma_c = -2.516$ N/mm², $\sigma_s = 237.1$ N/mm², $\epsilon_s = 1.186$ ‰, $d = 502.1$ cm, $x = 68.94$, $x/d = 0.1373$, $\delta = 0.7$.
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n. $N_{Ed} = 0$ kN, $M_{xEd} = -9697.66$ kNm, $M_{yEd} = 0$.
- P.to applicazione N:** Centro. $xN = 0$, $yN = 0$.
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n (selected).
- Verifica:** N° iterazioni: 5. Precompresso.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,51 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 237,10 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.5 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

21.5.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione

Altezza della sezione	h	5090	[mm]
Larghezza della sezione	b	1990	[mm]
Altezza utile della sezione	d	5021	[mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	69	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	56	[mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$	16	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$	26	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$	8495	[mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$	0	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$	0	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$	0	[mm ²]

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck}	33,2	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm}	3,1	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm}	33643	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s	210000	[MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	101,9	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	689,4	[mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Lunga	
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6,24	[-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	8495	[mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	343275	[mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	2919065	[mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	5064550	[mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	343275	[mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0,02475	[-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0,4	[-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0,000291	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0,000210	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0,000291	[-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	100	[mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	26,00	[mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	345	[mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0,800	[-]
	k_2	0,500	[-]
	k_3	3,400	[-]
	k_4	0,425	[-]

Distanza massima tra le fessure

	$s_{r,max.1}$	369	[mm]
	$s_{r,max.2}$	5721	[mm]
	$s_{r,max}$	369	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0,20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0,11	[mm]

21.5.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 5090 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 5021 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 203,3 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 689,4 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²] $A_{c,eff.2}$ 2919065 [mm ²] $A_{c,eff.3}$ 5064550 [mm ²] $A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000581 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000693 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000693 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]

Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 5721 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,26 [mm]

21.6 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -13.149,83$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	509	1	84,95	6,9
			2	84,95	502,1

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma della sezione:

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -13149,83 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Devata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

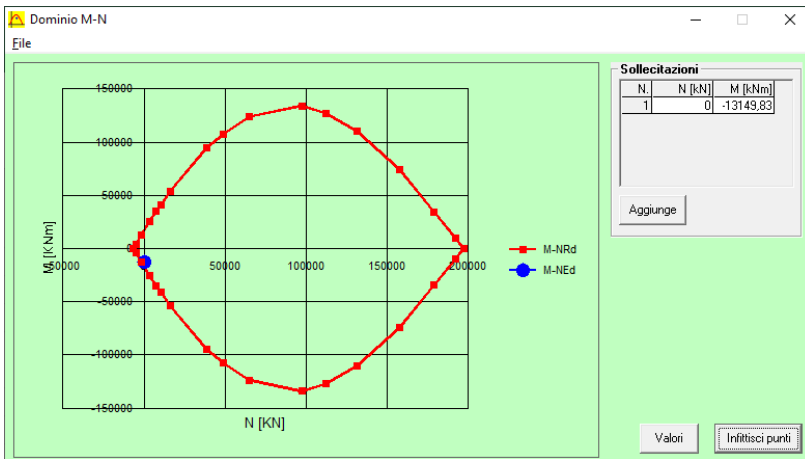
Materiali:
 B450C C32/40
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 ‰
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} -16.523 kNm
 σ_c -17,69 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 1,512 ‰
 ε_s 67,5 ‰
 d 502,1 cm
 x 11 x/d 0,02191
 δ 0,7

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = -16.523,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = -13.149,83 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.7 SEZIONE A-A - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -3.069,72$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	199,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	509,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	505,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	3069,72	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\emptyset_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	20,10	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	199,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	3574,74	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	42539,53	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	3.574,74	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	1,16	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

21.8 SEZIONE B-B - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **130 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/10**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

21.9 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

21.9.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = -460,38 kNm**.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,10

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -460,38 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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}: 18,81 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1
 E_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 12,25 ‰
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,7333
 τ_{c1}: 2,114

σ_c: -1,02 N/mm²
 σ_s: 47,59 N/mm²

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 1,02 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 47,59 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.9.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.086,98$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,10

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -1086,98 kNm
 M_{yEd}: 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}: 18,81 N/mm²
 E_s/E_c: 15 | f_{cc}/f_{cd}: 1
 ε_{syd}: 1,957 ‰ | σ_{c,adm}: 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² | τ_{co}: 0,7333 N/mm²
 τ_{cl}: 2,114 N/mm²

σ_c: -2,409 N/mm²
 σ_s: 112,4 N/mm²
 ε_s: 0,5618 ‰
 d: 123,1 cm
 x: 29,96 | x/d: 0,2434
 δ: 0,7442

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,40 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 112,40 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.9.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = -1.295,85$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,10

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Solecitazioni
 S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

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}: 18,81 N/mm²
 E_s/E_c: 15 | f_{cc}/f_{cd}: 1
 ε_{syd}: 1,957 ‰ | σ_{c,adm}: 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² | τ_{co}: 0,7333 N/mm²
 τ_{cl}: 2,114 N/mm²

σ_c: -2,872 N/mm²
 σ_s: 134 N/mm²
 ε_s: 0,6698 ‰
 d: 123,1 cm
 x: 29,96 | x/d: 0,2434
 δ: 0,7442

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,87 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 134,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.10 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

21.10.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
Armatura tesa ordinaria	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
Armatura tesa di infittimento	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]
Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]
DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 47,59 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff,1}$ 343275 [mm ²] $A_{c,eff,2}$ 663599 [mm ²] $A_{c,eff,3}$ 1293500 [mm ²] $A_{c,eff,min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000136 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ -0,000049 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000136 [-]
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max,1}$ 369 [mm] $s_{r,max,2}$ 1301 [mm] $s_{r,max}$ 369 [mm]
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,05 [mm]

21.10.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 112,4 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²] $A_{c,eff.2}$ 663599 [mm ²] $A_{c,eff.3}$ 1293500 [mm ²] $A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000321 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000260 [-] $[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000321 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]
<u>Distanza massima tra le fessure</u>	$s_{r,max.1}$ 369 [mm] $s_{r,max.2}$ 1301 [mm] $s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,12 [mm]

21.11 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = -1.758,02$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,10

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -1758,02 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Devata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L_o 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

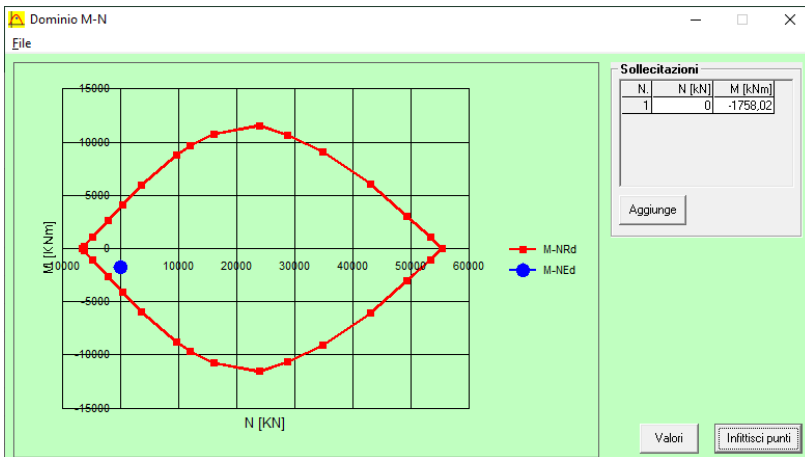
B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 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} -3.949 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 49,84 ‰
 d 123,1 cm
 x 8,077 x/d 0,06561
 δ 0,7

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = -3.949,00$ kNm > $M_{Sd} = -1.758,02$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.12 SEZIONE B-B - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = -1.722,60$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	199,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	130,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	126,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	1722,60	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	10,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\emptyset_{trav}	16,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	2,01	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	40,20	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	199,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	1783,83	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	10613,82	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	1.783,83	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d}/V_{S,d}$	1,04	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

21.13 SEZIONE C-C - SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è rettangolare con base pari a **199 cm** e altezza pari a **130 cm**.

L'armatura longitudinale è prevista realizzata come segue:

- **16Ø26** superiori
- **16Ø26** inferiori

L'armatura a taglio è costituita da staffe **Ø16/20**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

21.14 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

21.14.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = 437,09 kNm**.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	199	130

N°	As [cm²]	d [cm]
1	84,95	6,9
2	84,95	123,10

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]: xN 0, yN 0

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

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} : 18,81
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 1
ε _{syd} : 1,957 ‰	σ _{c,adm} : 12,25
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0,7333
	τ _{c1} : 2,114

σ_c: -0,9688 N/mm²
 σ_s: 45,18 N/mm²

ε_s: 0,2259 ‰
 d: 123,1 cm
 x: 29,96 x/d: 0,2434
 δ: 0,7442

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 0,96 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 45,18 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.14.2 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.071,75 \text{ kNm}$.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,1

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma: Sezione rettangolare con barre d'acciaio e nucleo di calcestruzzo.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 853,62 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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}: 18,81 N/mm²
 ε_s/ε_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1
 ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 12,25 N/mm²
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,7333
 τ_{cl}: 2,114

σ_c: -1,892 N/mm²
 σ_s: 88,24 N/mm²
 ε_s: 0,4412 ‰
 d: 123,1 cm
 x: 29,96 x/d: 0,2434
 δ: 0,7442

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,37 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 110,80 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.14.3 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.310,84 \text{ kNm}$.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input and output sections.

Titolo: [Empty field]

N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,1

Tipologia Sezione: Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro, Baricentro cls, Coord.[cm]

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Materiali: B450C, C32/40

ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰	σ_c	-2,317 N/mm²
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 ‰	σ_s	108 N/mm²
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	18,81	ϵ_s	0,5402 ‰
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	1	d	123,1 cm
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25	x	29,96
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333	x/d	0,2434
		τ_{cl}	2,114	δ	0,7442

Verifica: N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 2,90 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 135,50 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

21.15 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

21.15.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE

Geometria della sezione

Altezza della sezione	h	1300	[mm]
Larghezza della sezione	b	1990	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1231	[mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	69	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	56	[mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$	16	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$	26	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$	8495	[mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$	0	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$	0	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$	0	[mm ²]

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck}	33,2	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm}	3,1	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm}	33643	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s	210000	[MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	45,18	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	299,6	[mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Lunga	
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6,24	[-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	8495	[mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	343275	[mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	663599	[mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	1293500	[mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	343275	[mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0,02475	[-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0,4	[-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0,000129	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	-0,000060	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0,000129	[-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	100	[mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	26,00	[mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	345	[mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0,800	[-]
	k_2	0,500	[-]
	k_3	3,400	[-]
	k_4	0,425	[-]

Distanza massima tra le fessure

	$s_{r,max.1}$	369	[mm]
	$s_{r,max.2}$	1301	[mm]
	$s_{r,max}$	369	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0,20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0,05	[mm]

21.15.2 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 1300 [mm]
Larghezza della sezione	b 1990 [mm]
Altezza utile della sezione	d 1231 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 69 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 56 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 16 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 26 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 8495 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 0 [mm ²]

Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 110,8 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 299,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 8495 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 343275 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$ 663599 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$ 1293500 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$ 343275 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,02475 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000317 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ 0,000252 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000317 [-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 26,00 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 345 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-]
	k_2 0,500 [-]
	k_3 3,400 [-]
	k_4 0,425 [-]
<u>Distanza massima tra le fessure</u>	$s_{r,max.1}$ 369 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 1301 [mm]
	$s_{r,max}$ 369 [mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,30 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,12 [mm]

21.16 SEZIONE C-C - VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.775,78$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	199	130	1	84,95	6,9
			2	84,95	123,10

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 1775,78 kNm
 M_{yEd} 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Precompresso

Materiali
 B450C C32/40

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 1 ?
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

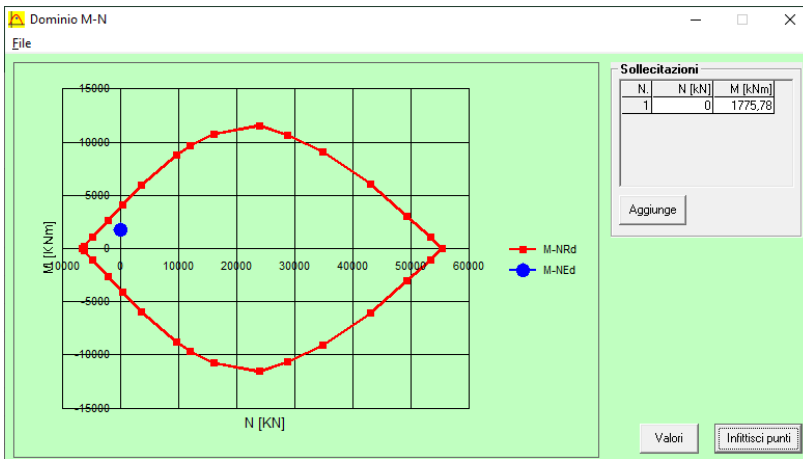
M_{xRd} 3.949 kNm

σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 49,84 ‰
 d 123,1 cm
 x 8,077 x/d 0,06561
 δ 0,7

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = 3.949,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1.775,78 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

22 SPALLA B – VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE

22.1 AZIONI SOLLECITANTI DESUNTE DAL MODELLO DI CALCOLO

22.1.1 ZATTERA SINISTRA

Nelle tabelle successive sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti (azione normale e taglio nelle due direzioni trasversali) valutati in corrispondenza delle molle elastiche mediante le quali sono stati modellati i pali di fondazione all'interno del modello di calcolo tridimensionale.

Per ciascun palo è stata determinata anche la risultante di taglio orizzontale, valutata come combinazione quadratica delle azioni taglianti valutate lungo le due direzioni orizzontali ortogonali.

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd,long}$ [kN]	$V_{Sd,long}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]
SP.B-SX-1	SLE - Q.P.01	Max	-104,02	17,06	336,04	105,41
SP.B-SX-1	SLE - Q.P.01	Min	-104,02	17,06	336,04	105,41
SP.B-SX-1	SLE - Q.P.02	Max	-105,44	19,94	337,96	107,30
SP.B-SX-1	SLE - Q.P.02	Min	-105,44	19,94	337,96	107,30
SP.B-SX-2	SLE - Q.P.01	Max	-121,45	13,15	1.150,73	122,16
SP.B-SX-2	SLE - Q.P.01	Min	-121,45	13,15	1.150,73	122,16
SP.B-SX-2	SLE - Q.P.02	Max	-123,29	15,51	1.155,05	124,27
SP.B-SX-2	SLE - Q.P.02	Min	-123,29	15,51	1.155,05	124,27
SP.B-SX-3	SLE - Q.P.01	Max	-120,84	27,31	1.915,66	123,89
SP.B-SX-3	SLE - Q.P.01	Min	-120,84	27,31	1.915,66	123,89
SP.B-SX-3	SLE - Q.P.02	Max	-122,74	28,65	1.921,66	126,04
SP.B-SX-3	SLE - Q.P.02	Min	-122,74	28,65	1.921,66	126,04
SP.B-SX-4	SLE - Q.P.01	Max	-7,21	-64,84	1.132,97	65,24
SP.B-SX-4	SLE - Q.P.01	Min	-7,21	-64,84	1.132,97	65,24
SP.B-SX-4	SLE - Q.P.02	Max	-8,20	-62,23	1.131,40	62,77
SP.B-SX-4	SLE - Q.P.02	Min	-8,20	-62,23	1.131,40	62,77
SP.B-SX-5	SLE - Q.P.01	Max	-16,83	-153,13	2.267,66	154,05
SP.B-SX-5	SLE - Q.P.01	Min	-16,83	-153,13	2.267,66	154,05
SP.B-SX-5	SLE - Q.P.02	Max	-17,73	-151,61	2.269,51	152,64
SP.B-SX-5	SLE - Q.P.02	Min	-17,73	-151,61	2.269,51	152,64
SP.B-SX-6	SLE - Q.P.01	Max	44,77	-40,50	455,96	60,37
SP.B-SX-6	SLE - Q.P.01	Min	44,77	-40,50	455,96	60,37
SP.B-SX-6	SLE - Q.P.02	Max	44,32	-37,71	449,23	58,19
SP.B-SX-6	SLE - Q.P.02	Min	44,32	-37,71	449,23	58,19
SP.B-SX-7	SLE - Q.P.01	Max	72,11	-171,28	1.465,83	185,84
SP.B-SX-7	SLE - Q.P.01	Min	72,11	-171,28	1.465,83	185,84
SP.B-SX-7	SLE - Q.P.02	Max	72,17	-169,32	1.460,72	184,06
SP.B-SX-7	SLE - Q.P.02	Min	72,17	-169,32	1.460,72	184,06
SP.B-SX-8	SLE - Q.P.01	Max	61,87	-352,14	2.498,67	357,53
SP.B-SX-8	SLE - Q.P.01	Min	61,87	-352,14	2.498,67	357,53
SP.B-SX-8	SLE - Q.P.02	Max	62,36	-351,69	2.498,03	357,18
SP.B-SX-8	SLE - Q.P.02	Min	62,36	-351,69	2.498,03	357,18

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.01	Max	-104,02	19,20	348,87	105,77
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.01	Min	-114,24	16,46	329,07	115,42
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.02	Max	-105,44	22,07	350,78	107,72
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.02	Min	-115,66	19,34	330,98	117,26
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.03	Max	-103,87	16,78	335,85	105,22
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.03	Min	-103,87	16,78	335,85	105,22
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.04	Max	-105,58	20,23	338,15	107,50
SP.B-SX-1	SLE - FREQ.04	Min	-105,58	20,23	338,15	107,50
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.01	Max	-121,45	18,10	1.228,77	122,79
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.01	Min	-133,65	13,15	1.150,72	134,30
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.02	Max	-123,29	20,46	1.233,08	124,98
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.02	Min	-135,50	15,51	1.155,04	136,38
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.03	Max	-121,26	12,92	1.150,30	121,95
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.03	Min	-121,26	12,92	1.150,30	121,95
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.04	Max	-123,48	15,75	1.155,48	124,48
SP.B-SX-2	SLE - FREQ.04	Min	-123,48	15,75	1.155,48	124,48
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.01	Max	-120,84	36,63	2.053,42	126,27
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.01	Min	-132,87	27,31	1.915,66	135,64
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.02	Max	-122,74	37,97	2.059,42	128,48
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.02	Min	-134,77	28,65	1.921,66	137,78
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.03	Max	-120,65	27,17	1.915,06	123,67
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.03	Min	-120,65	27,17	1.915,06	123,67
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.04	Max	-122,93	28,79	1.922,26	126,26
SP.B-SX-3	SLE - FREQ.04	Min	-122,93	28,79	1.922,26	126,26
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.01	Max	-5,52	-64,84	1.217,59	65,08
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.01	Min	-13,14	-69,39	1.132,95	70,62
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.02	Max	-6,51	-62,23	1.216,02	62,57
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.02	Min	-14,13	-66,78	1.131,38	68,25
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.03	Max	-7,11	-65,10	1.133,13	65,49
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.03	Min	-7,11	-65,10	1.133,13	65,49
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.04	Max	-8,30	-61,97	1.131,24	62,52
SP.B-SX-4	SLE - FREQ.04	Min	-8,30	-61,97	1.131,24	62,52
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.01	Max	-16,83	-153,13	2.442,50	154,05
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.01	Min	-25,13	-161,25	2.267,66	163,19
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.02	Max	-17,73	-151,61	2.444,36	152,64
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.02	Min	-26,03	-159,73	2.269,51	161,83
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.03	Max	-16,74	-153,28	2.267,47	154,19
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.03	Min	-16,74	-153,28	2.267,47	154,19
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.04	Max	-17,82	-151,46	2.269,70	152,50
SP.B-SX-5	SLE - FREQ.04	Min	-17,82	-151,46	2.269,70	152,50
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.01	Max	47,59	-40,50	487,16	62,49
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.01	Min	40,88	-45,77	452,02	61,36
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.02	Max	47,14	-37,71	480,43	60,37
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.02	Min	40,43	-42,97	445,29	59,00
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.03	Max	44,82	-40,78	456,63	60,60
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.03	Min	44,82	-40,78	456,63	60,60
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.04	Max	44,27	-37,43	448,55	57,97
SP.B-SX-6	SLE - FREQ.04	Min	44,27	-37,43	448,55	57,97

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.01	Max	74,51	-171,28	1.579,52	186,78
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.01	Min	68,23	-184,35	1.465,83	196,58
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.02	Max	74,57	-169,32	1.574,41	185,02
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.02	Min	68,30	-182,40	1.460,72	194,76
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.03	Max	72,10	-171,48	1.466,34	186,02
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.03	Min	72,10	-171,48	1.466,34	186,02
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.04	Max	72,17	-169,13	1.460,21	183,88
SP.B-SX-7	SLE - FREQ.04	Min	72,17	-169,13	1.460,21	183,88
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.01	Max	62,68	-352,14	2.688,43	357,67
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.01	Min	57,16	-375,26	2.498,67	379,59
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.02	Max	63,17	-351,69	2.687,79	357,32
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.02	Min	57,66	-374,82	2.498,03	379,23
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.03	Max	61,82	-352,18	2.498,74	357,57
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.03	Min	61,82	-352,18	2.498,74	357,57
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.04	Max	62,41	-351,65	2.497,96	357,14
SP.B-SX-8	SLE - FREQ.04	Min	62,41	-351,65	2.497,96	357,14

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-1	SLE - CAR.01	Max	-101,38	25,18	367,57	104,46
SP.B-SX-1	SLE - CAR.01	Min	-115,01	21,53	341,16	117,01
SP.B-SX-1	SLE - CAR.02	Max	-103,08	28,63	369,86	106,99
SP.B-SX-1	SLE - CAR.02	Min	-116,71	24,98	343,46	119,35
SP.B-SX-1	SLE - CAR.03	Max	-106,37	14,06	338,34	107,29
SP.B-SX-1	SLE - CAR.03	Min	-119,99	10,41	311,94	120,44
SP.B-SX-1	SLE - CAR.04	Max	-108,07	17,51	340,64	109,48
SP.B-SX-1	SLE - CAR.04	Min	-121,70	13,86	314,23	122,48
SP.B-SX-1	SLE - CAR.05	Max	-99,72	28,18	373,04	103,62
SP.B-SX-1	SLE - CAR.05	Min	-109,94	25,44	353,23	112,84
SP.B-SX-1	SLE - CAR.06	Max	-101,42	31,63	375,33	106,24
SP.B-SX-1	SLE - CAR.06	Min	-111,64	28,89	355,53	115,32
SP.B-SX-1	SLE - CAR.07	Max	-108,03	9,64	324,33	108,46
SP.B-SX-1	SLE - CAR.07	Min	-118,25	6,91	304,52	118,45
SP.B-SX-1	SLE - CAR.08	Max	-109,73	13,09	326,62	110,51
SP.B-SX-1	SLE - CAR.08	Min	-119,95	10,36	306,82	120,40
SP.B-SX-1	SLE - CAR.09	Max	-100,81	23,32	362,53	103,47
SP.B-SX-1	SLE - CAR.09	Min	-111,03	20,58	342,72	112,92
SP.B-SX-1	SLE - CAR.10	Max	-103,65	29,07	366,35	107,65
SP.B-SX-1	SLE - CAR.10	Min	-113,87	26,33	346,55	116,88
SP.B-SX-1	SLE - CAR.11	Max	-105,80	12,20	333,30	106,50
SP.B-SX-1	SLE - CAR.11	Min	-116,02	9,46	313,50	116,40
SP.B-SX-1	SLE - CAR.12	Max	-108,64	17,95	337,13	110,11
SP.B-SX-1	SLE - CAR.12	Min	-118,86	15,21	317,32	119,83

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-2	SLE - CAR.01	Max	-119,04	27,28	1.271,60	122,12
SP.B-SX-2	SLE - CAR.01	Min	-135,31	20,68	1.167,54	136,88
SP.B-SX-2	SLE - CAR.02	Max	-121,25	30,11	1.276,78	124,94
SP.B-SX-2	SLE - CAR.02	Min	-137,53	23,52	1.172,72	139,52
SP.B-SX-2	SLE - CAR.03	Max	-123,49	11,74	1.237,09	124,04
SP.B-SX-2	SLE - CAR.03	Min	-139,76	5,14	1.133,03	139,85
SP.B-SX-2	SLE - CAR.04	Max	-125,70	14,57	1.242,28	126,54
SP.B-SX-2	SLE - CAR.04	Min	-141,97	7,98	1.138,21	142,20
SP.B-SX-2	SLE - CAR.05	Max	-117,55	30,81	1.257,09	121,52
SP.B-SX-2	SLE - CAR.05	Min	-129,76	25,87	1.179,04	132,31
SP.B-SX-2	SLE - CAR.06	Max	-119,77	33,65	1.262,27	124,41
SP.B-SX-2	SLE - CAR.06	Min	-131,97	28,70	1.184,23	135,06
SP.B-SX-2	SLE - CAR.07	Max	-124,97	4,91	1.199,58	125,06
SP.B-SX-2	SLE - CAR.07	Min	-137,17	-0,04	1.121,53	137,17
SP.B-SX-2	SLE - CAR.08	Max	-127,18	7,74	1.204,76	127,42
SP.B-SX-2	SLE - CAR.08	Min	-139,39	2,80	1.126,72	139,42
SP.B-SX-2	SLE - CAR.09	Max	-118,30	24,69	1.243,86	120,85
SP.B-SX-2	SLE - CAR.09	Min	-130,50	19,74	1.165,81	131,99
SP.B-SX-2	SLE - CAR.10	Max	-121,99	29,41	1.252,50	125,49
SP.B-SX-2	SLE - CAR.10	Min	-134,20	24,46	1.174,45	136,41
SP.B-SX-2	SLE - CAR.11	Max	-122,75	9,14	1.209,35	123,09
SP.B-SX-2	SLE - CAR.11	Min	-134,95	4,20	1.131,31	135,02
SP.B-SX-2	SLE - CAR.12	Max	-126,44	13,87	1.217,99	127,20
SP.B-SX-2	SLE - CAR.12	Min	-138,64	8,92	1.139,95	138,93
SP.B-SX-3	SLE - CAR.01	Max	-119,42	49,02	2.113,95	129,08
SP.B-SX-3	SLE - CAR.01	Min	-135,45	36,59	1.930,27	140,30
SP.B-SX-3	SLE - CAR.02	Max	-121,70	50,63	2.121,16	131,81
SP.B-SX-3	SLE - CAR.02	Min	-137,73	38,21	1.937,47	142,93
SP.B-SX-3	SLE - CAR.03	Max	-121,89	30,18	2.083,53	125,57
SP.B-SX-3	SLE - CAR.03	Min	-137,92	17,75	1.899,84	139,06
SP.B-SX-3	SLE - CAR.04	Max	-124,17	31,80	2.090,73	128,17
SP.B-SX-3	SLE - CAR.04	Min	-140,20	19,37	1.907,05	141,53
SP.B-SX-3	SLE - CAR.05	Max	-118,59	52,19	2.078,17	129,57
SP.B-SX-3	SLE - CAR.05	Min	-130,62	42,87	1.940,41	137,47
SP.B-SX-3	SLE - CAR.06	Max	-120,87	53,81	2.085,38	132,31
SP.B-SX-3	SLE - CAR.06	Min	-132,90	44,49	1.947,62	140,15
SP.B-SX-3	SLE - CAR.07	Max	-122,71	20,79	2.027,46	124,46
SP.B-SX-3	SLE - CAR.07	Min	-134,73	11,47	1.889,70	135,22
SP.B-SX-3	SLE - CAR.08	Max	-124,99	22,41	2.034,67	126,98
SP.B-SX-3	SLE - CAR.08	Min	-137,02	13,09	1.896,90	137,64
SP.B-SX-3	SLE - CAR.09	Max	-118,65	45,37	2.065,63	127,03
SP.B-SX-3	SLE - CAR.09	Min	-130,68	36,05	1.927,87	135,56
SP.B-SX-3	SLE - CAR.10	Max	-122,46	48,07	2.077,64	131,55
SP.B-SX-3	SLE - CAR.10	Min	-134,48	38,75	1.939,88	139,95
SP.B-SX-3	SLE - CAR.11	Max	-121,13	26,53	2.035,20	124,00
SP.B-SX-3	SLE - CAR.11	Min	-133,15	17,21	1.897,44	134,26
SP.B-SX-3	SLE - CAR.12	Max	-124,93	29,23	2.047,21	128,30
SP.B-SX-3	SLE - CAR.12	Min	-136,95	19,91	1.909,45	138,39

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-4	SLE - CAR.01	Max	-4,44	-59,36	1.247,46	59,53
SP.B-SX-4	SLE - CAR.01	Min	-14,61	-65,43	1.134,61	67,04
SP.B-SX-4	SLE - CAR.02	Max	-5,63	-56,23	1.245,58	56,51
SP.B-SX-4	SLE - CAR.02	Min	-15,79	-62,29	1.132,73	64,26
SP.B-SX-4	SLE - CAR.03	Max	-5,26	-70,84	1.244,45	71,04
SP.B-SX-4	SLE - CAR.03	Min	-15,43	-76,90	1.131,60	78,43
SP.B-SX-4	SLE - CAR.04	Max	-6,45	-67,71	1.242,57	68,01
SP.B-SX-4	SLE - CAR.04	Min	-16,61	-73,77	1.129,71	75,62
SP.B-SX-4	SLE - CAR.05	Max	-4,73	-55,54	1.220,26	55,74
SP.B-SX-4	SLE - CAR.05	Min	-12,36	-60,08	1.135,62	61,34
SP.B-SX-4	SLE - CAR.06	Max	-5,92	-52,41	1.218,37	52,74
SP.B-SX-4	SLE - CAR.06	Min	-13,54	-56,95	1.133,74	58,54
SP.B-SX-4	SLE - CAR.07	Max	-6,10	-74,67	1.215,24	74,92
SP.B-SX-4	SLE - CAR.07	Min	-13,72	-79,21	1.130,60	80,39
SP.B-SX-4	SLE - CAR.08	Max	-7,29	-71,53	1.213,36	71,90
SP.B-SX-4	SLE - CAR.08	Min	-14,91	-76,08	1.128,72	77,53
SP.B-SX-4	SLE - CAR.09	Max	-4,61	-60,41	1.219,88	60,58
SP.B-SX-4	SLE - CAR.09	Min	-12,23	-64,95	1.135,24	66,10
SP.B-SX-4	SLE - CAR.10	Max	-6,59	-55,19	1.216,74	55,58
SP.B-SX-4	SLE - CAR.10	Min	-14,21	-59,73	1.132,10	61,40
SP.B-SX-4	SLE - CAR.11	Max	-5,43	-71,89	1.216,87	72,09
SP.B-SX-4	SLE - CAR.11	Min	-13,05	-76,43	1.132,23	77,54
SP.B-SX-4	SLE - CAR.12	Max	-7,41	-66,66	1.213,73	67,07
SP.B-SX-4	SLE - CAR.12	Min	-15,03	-71,21	1.129,09	72,78
SP.B-SX-5	SLE - CAR.01	Max	-16,61	-145,99	2.499,75	146,93
SP.B-SX-5	SLE - CAR.01	Min	-27,68	-156,82	2.266,63	159,24
SP.B-SX-5	SLE - CAR.02	Max	-17,69	-144,17	2.501,98	145,25
SP.B-SX-5	SLE - CAR.02	Min	-28,77	-154,99	2.268,85	157,64
SP.B-SX-5	SLE - CAR.03	Max	-16,86	-160,57	2.501,44	161,45
SP.B-SX-5	SLE - CAR.03	Min	-27,93	-171,39	2.268,31	173,65
SP.B-SX-5	SLE - CAR.04	Max	-17,94	-158,75	2.503,66	159,76
SP.B-SX-5	SLE - CAR.04	Min	-29,02	-169,57	2.270,54	172,03
SP.B-SX-5	SLE - CAR.05	Max	-16,53	-141,13	2.440,91	142,10
SP.B-SX-5	SLE - CAR.05	Min	-24,83	-149,25	2.266,06	151,30
SP.B-SX-5	SLE - CAR.06	Max	-17,61	-139,31	2.443,13	140,42
SP.B-SX-5	SLE - CAR.06	Min	-25,92	-147,43	2.268,29	149,69
SP.B-SX-5	SLE - CAR.07	Max	-16,94	-165,43	2.443,72	166,30
SP.B-SX-5	SLE - CAR.07	Min	-25,25	-173,55	2.268,87	175,37
SP.B-SX-5	SLE - CAR.08	Max	-18,03	-163,61	2.445,94	164,60
SP.B-SX-5	SLE - CAR.08	Min	-26,33	-171,72	2.271,10	173,73
SP.B-SX-5	SLE - CAR.09	Max	-16,25	-146,60	2.440,73	147,50
SP.B-SX-5	SLE - CAR.09	Min	-24,55	-154,72	2.265,88	156,65
SP.B-SX-5	SLE - CAR.10	Max	-18,06	-143,56	2.444,44	144,69
SP.B-SX-5	SLE - CAR.10	Min	-26,36	-151,68	2.269,60	153,95
SP.B-SX-5	SLE - CAR.11	Max	-16,50	-161,18	2.442,41	162,02
SP.B-SX-5	SLE - CAR.11	Min	-24,80	-169,30	2.267,57	171,10
SP.B-SX-5	SLE - CAR.12	Max	-18,31	-158,14	2.446,13	159,19
SP.B-SX-5	SLE - CAR.12	Min	-26,61	-166,26	2.271,28	168,37

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-6	SLE - CAR.01	Max	46,43	-37,01	485,46	59,38
SP.B-SX-6	SLE - CAR.01	Min	37,48	-44,03	438,61	57,82
SP.B-SX-6	SLE - CAR.02	Max	45,89	-33,65	477,39	56,91
SP.B-SX-6	SLE - CAR.02	Min	36,94	-40,67	430,53	54,94
SP.B-SX-6	SLE - CAR.03	Max	50,72	-44,56	511,00	67,51
SP.B-SX-6	SLE - CAR.03	Min	41,77	-51,57	464,15	66,37
SP.B-SX-6	SLE - CAR.04	Max	50,18	-41,20	502,92	64,93
SP.B-SX-6	SLE - CAR.04	Min	41,23	-48,22	456,07	63,44
SP.B-SX-6	SLE - CAR.05	Max	44,06	-34,49	466,55	55,96
SP.B-SX-6	SLE - CAR.05	Min	37,35	-39,76	431,42	54,55
SP.B-SX-6	SLE - CAR.06	Max	43,52	-31,14	458,47	53,51
SP.B-SX-6	SLE - CAR.06	Min	36,81	-36,40	423,34	51,77
SP.B-SX-6	SLE - CAR.07	Max	51,21	-47,07	509,12	69,56
SP.B-SX-6	SLE - CAR.07	Min	44,50	-52,34	473,98	68,70
SP.B-SX-6	SLE - CAR.08	Max	50,67	-43,72	501,04	66,92
SP.B-SX-6	SLE - CAR.08	Min	43,96	-48,98	465,90	65,81
SP.B-SX-6	SLE - CAR.09	Max	45,67	-38,13	477,76	59,50
SP.B-SX-6	SLE - CAR.09	Min	38,96	-43,39	442,62	58,31
SP.B-SX-6	SLE - CAR.10	Max	44,77	-32,53	464,29	55,34
SP.B-SX-6	SLE - CAR.10	Min	38,06	-37,80	429,15	53,64
SP.B-SX-6	SLE - CAR.11	Max	49,96	-45,68	503,29	67,69
SP.B-SX-6	SLE - CAR.11	Min	43,25	-50,94	468,16	66,82
SP.B-SX-6	SLE - CAR.12	Max	49,06	-40,08	489,83	63,35
SP.B-SX-6	SLE - CAR.12	Min	42,35	-45,34	454,69	62,04
SP.B-SX-7	SLE - CAR.01	Max	73,52	-165,50	1.597,48	181,09
SP.B-SX-7	SLE - CAR.01	Min	65,15	-182,93	1.445,90	194,18
SP.B-SX-7	SLE - CAR.02	Max	73,59	-163,15	1.591,35	178,98
SP.B-SX-7	SLE - CAR.02	Min	65,23	-180,58	1.439,77	192,00
SP.B-SX-7	SLE - CAR.03	Max	77,09	-177,46	1.638,36	193,48
SP.B-SX-7	SLE - CAR.03	Min	68,72	-194,89	1.486,78	206,65
SP.B-SX-7	SLE - CAR.04	Max	77,16	-175,11	1.632,23	191,35
SP.B-SX-7	SLE - CAR.04	Min	68,80	-192,54	1.480,65	204,46
SP.B-SX-7	SLE - CAR.05	Max	71,53	-161,51	1.545,96	176,64
SP.B-SX-7	SLE - CAR.05	Min	65,25	-174,58	1.432,27	186,38
SP.B-SX-7	SLE - CAR.06	Max	71,60	-159,16	1.539,83	174,52
SP.B-SX-7	SLE - CAR.06	Min	65,33	-172,23	1.426,14	184,20
SP.B-SX-7	SLE - CAR.07	Max	77,48	-181,44	1.614,10	197,29
SP.B-SX-7	SLE - CAR.07	Min	71,20	-194,52	1.500,41	207,14
SP.B-SX-7	SLE - CAR.08	Max	77,55	-179,09	1.607,96	195,16
SP.B-SX-7	SLE - CAR.08	Min	71,28	-192,17	1.494,28	204,96
SP.B-SX-7	SLE - CAR.09	Max	72,69	-166,28	1.561,63	181,47
SP.B-SX-7	SLE - CAR.09	Min	66,42	-179,35	1.447,95	191,26
SP.B-SX-7	SLE - CAR.10	Max	72,82	-162,36	1.551,41	177,94
SP.B-SX-7	SLE - CAR.10	Min	66,54	-175,44	1.437,72	187,63
SP.B-SX-7	SLE - CAR.11	Max	76,26	-178,24	1.602,51	193,87
SP.B-SX-7	SLE - CAR.11	Min	69,99	-191,31	1.488,83	203,71
SP.B-SX-7	SLE - CAR.12	Max	76,39	-174,32	1.592,29	190,33
SP.B-SX-7	SLE - CAR.12	Min	70,11	-187,40	1.478,61	200,08

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-SX-8	SLE - CAR.01	Max	61,91	-344,26	2.728,26	349,78
SP.B-SX-8	SLE - CAR.01	Min	54,56	-375,09	2.475,24	379,04
SP.B-SX-8	SLE - CAR.02	Max	62,51	-343,72	2.727,48	349,36
SP.B-SX-8	SLE - CAR.02	Min	55,16	-374,55	2.474,47	378,59
SP.B-SX-8	SLE - CAR.03	Max	63,88	-360,11	2.775,24	365,73
SP.B-SX-8	SLE - CAR.03	Min	56,53	-390,94	2.522,22	395,01
SP.B-SX-8	SLE - CAR.04	Max	64,48	-359,57	2.774,46	365,31
SP.B-SX-8	SLE - CAR.04	Min	57,13	-390,41	2.521,45	394,56
SP.B-SX-8	SLE - CAR.05	Max	60,99	-338,97	2.649,34	344,42
SP.B-SX-8	SLE - CAR.05	Min	55,47	-362,10	2.459,58	366,32
SP.B-SX-8	SLE - CAR.06	Max	61,58	-338,44	2.648,57	343,99
SP.B-SX-8	SLE - CAR.06	Min	56,07	-361,56	2.458,81	365,88
SP.B-SX-8	SLE - CAR.07	Max	64,27	-365,39	2.727,64	371,00
SP.B-SX-8	SLE - CAR.07	Min	58,76	-388,52	2.537,88	392,93
SP.B-SX-8	SLE - CAR.08	Max	64,86	-364,86	2.726,87	370,58
SP.B-SX-8	SLE - CAR.08	Min	59,35	-387,98	2.537,11	392,49
SP.B-SX-8	SLE - CAR.09	Max	61,45	-344,44	2.665,26	349,87
SP.B-SX-8	SLE - CAR.09	Min	55,93	-367,56	2.475,50	371,79
SP.B-SX-8	SLE - CAR.10	Max	62,44	-343,54	2.663,97	349,17
SP.B-SX-8	SLE - CAR.10	Min	56,92	-366,67	2.474,21	371,06
SP.B-SX-8	SLE - CAR.11	Max	63,41	-360,29	2.712,24	365,82
SP.B-SX-8	SLE - CAR.11	Min	57,90	-383,41	2.522,48	387,76
SP.B-SX-8	SLE - CAR.12	Max	64,41	-359,39	2.710,95	365,12
SP.B-SX-8	SLE - CAR.12	Min	58,89	-382,52	2.521,19	387,02

Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-SX-1	SLU - STR.01	Max	-138,08	35,20	498,74	142,49
SP.B-SX-1	SLU - STR.01	Min	-156,47	30,27	463,10	159,37
SP.B-SX-1	SLU - STR.02	Max	-140,12	39,34	501,50	145,54
SP.B-SX-1	SLU - STR.02	Min	-158,52	34,41	465,85	162,21
SP.B-SX-1	SLU - STR.03	Max	-145,56	18,52	454,90	146,73
SP.B-SX-1	SLU - STR.03	Min	-163,95	13,59	419,26	164,52
SP.B-SX-1	SLU - STR.04	Max	-147,60	22,66	457,66	149,33
SP.B-SX-1	SLU - STR.04	Min	-166,00	17,73	422,01	166,94
SP.B-SX-1	SLU - STR.05	Max	-135,58	39,80	507,59	141,30
SP.B-SX-1	SLU - STR.05	Min	-149,38	36,10	480,85	153,68
SP.B-SX-1	SLU - STR.06	Max	-137,62	43,93	510,26	144,46
SP.B-SX-1	SLU - STR.06	Min	-151,42	40,23	483,52	156,67
SP.B-SX-1	SLU - STR.07	Max	-148,05	12,00	434,52	148,53
SP.B-SX-1	SLU - STR.07	Min	-161,85	8,30	407,78	162,06
SP.B-SX-1	SLU - STR.08	Max	-150,09	16,14	437,27	150,96
SP.B-SX-1	SLU - STR.08	Min	-163,89	12,44	410,54	164,36
SP.B-SX-1	SLU - STR.09	Max	-137,39	32,86	492,05	141,27
SP.B-SX-1	SLU - STR.09	Min	-151,19	29,16	465,32	153,98
SP.B-SX-1	SLU - STR.10	Max	-140,80	39,76	496,64	146,31
SP.B-SX-1	SLU - STR.10	Min	-154,60	36,06	469,91	158,75
SP.B-SX-1	SLU - STR.11	Max	-144,87	16,18	448,21	145,77
SP.B-SX-1	SLU - STR.11	Min	-158,67	12,48	421,48	159,16
SP.B-SX-1	SLU - STR.12	Max	-148,28	23,08	452,80	150,07
SP.B-SX-1	SLU - STR.12	Min	-162,08	19,38	426,07	163,24

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-2	SLU - STR.01	Max	-162,29	38,84	1.729,29	166,87
SP.B-SX-2	SLU - STR.01	Min	-184,26	29,93	1.588,81	186,67
SP.B-SX-2	SLU - STR.02	Max	-164,95	42,24	1.735,51	170,27
SP.B-SX-2	SLU - STR.02	Min	-186,91	33,34	1.595,03	189,86
SP.B-SX-2	SLU - STR.03	Max	-168,96	15,52	1.677,53	169,67
SP.B-SX-2	SLU - STR.03	Min	-190,93	6,62	1.537,05	191,04
SP.B-SX-2	SLU - STR.04	Max	-171,62	18,93	1.683,75	172,66
SP.B-SX-2	SLU - STR.04	Min	-193,59	10,02	1.543,27	193,85
SP.B-SX-2	SLU - STR.05	Max	-160,06	44,38	1.711,43	166,10
SP.B-SX-2	SLU - STR.05	Min	-176,54	37,71	1.606,07	180,52
SP.B-SX-2	SLU - STR.06	Max	-162,71	47,74	1.717,28	169,57
SP.B-SX-2	SLU - STR.06	Min	-179,18	41,07	1.611,92	183,83
SP.B-SX-2	SLU - STR.07	Max	-171,18	5,53	1.625,16	171,27
SP.B-SX-2	SLU - STR.07	Min	-187,66	-1,15	1.519,80	187,66
SP.B-SX-2	SLU - STR.08	Max	-173,84	8,93	1.631,38	174,07
SP.B-SX-2	SLU - STR.08	Min	-190,32	2,25	1.526,02	190,33
SP.B-SX-2	SLU - STR.09	Max	-161,40	35,48	1.692,10	165,26
SP.B-SX-2	SLU - STR.09	Min	-177,88	28,80	1.586,74	180,19
SP.B-SX-2	SLU - STR.10	Max	-165,83	41,15	1.702,47	170,86
SP.B-SX-2	SLU - STR.10	Min	-182,31	34,47	1.597,10	185,54
SP.B-SX-2	SLU - STR.11	Max	-168,07	12,17	1.640,34	168,51
SP.B-SX-2	SLU - STR.11	Min	-184,55	5,49	1.534,98	184,63
SP.B-SX-2	SLU - STR.12	Max	-172,51	17,84	1.650,71	173,42
SP.B-SX-2	SLU - STR.12	Min	-188,98	11,16	1.545,34	189,31
SP.B-SX-3	SLU - STR.01	Max	-162,94	69,04	2.875,06	176,96
SP.B-SX-3	SLU - STR.01	Min	-184,58	52,26	2.627,09	191,84
SP.B-SX-3	SLU - STR.02	Max	-165,67	70,98	2.883,71	180,24
SP.B-SX-3	SLU - STR.02	Min	-187,32	54,20	2.635,73	195,00
SP.B-SX-3	SLU - STR.03	Max	-166,64	40,78	2.829,42	171,56
SP.B-SX-3	SLU - STR.03	Min	-188,29	24,00	2.581,45	189,81
SP.B-SX-3	SLU - STR.04	Max	-169,38	42,72	2.838,07	174,68
SP.B-SX-3	SLU - STR.04	Min	-191,03	25,94	2.590,09	192,78
SP.B-SX-3	SLU - STR.05	Max	-161,70	74,26	2.828,28	177,94
SP.B-SX-3	SLU - STR.05	Min	-177,93	61,68	2.642,30	188,32
SP.B-SX-3	SLU - STR.06	Max	-164,42	76,12	2.836,32	181,18
SP.B-SX-3	SLU - STR.06	Min	-180,65	63,54	2.650,34	191,50
SP.B-SX-3	SLU - STR.07	Max	-167,88	27,16	2.752,21	170,06
SP.B-SX-3	SLU - STR.07	Min	-184,11	14,58	2.566,23	184,69
SP.B-SX-3	SLU - STR.08	Max	-170,62	29,11	2.760,86	173,08
SP.B-SX-3	SLU - STR.08	Min	-186,85	16,52	2.574,88	187,58
SP.B-SX-3	SLU - STR.09	Max	-162,02	64,19	2.810,18	174,28
SP.B-SX-3	SLU - STR.09	Min	-178,26	51,61	2.624,20	185,58
SP.B-SX-3	SLU - STR.10	Max	-166,59	67,43	2.824,60	179,72
SP.B-SX-3	SLU - STR.10	Min	-182,82	54,85	2.638,62	190,87
SP.B-SX-3	SLU - STR.11	Max	-165,73	35,94	2.764,54	169,58
SP.B-SX-3	SLU - STR.11	Min	-181,96	23,36	2.578,56	183,46
SP.B-SX-3	SLU - STR.12	Max	-170,29	39,17	2.778,96	174,74
SP.B-SX-3	SLU - STR.12	Min	-186,53	26,59	2.592,98	188,41

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-SX-4	SLU - STR.01	Max	-6,76	-79,62	1.693,71	79,90
SP.B-SX-4	SLU - STR.01	Min	-20,48	-87,80	1.541,36	90,15
SP.B-SX-4	SLU - STR.02	Max	-8,18	-75,86	1.691,45	76,29
SP.B-SX-4	SLU - STR.02	Min	-21,90	-84,04	1.539,10	86,84
SP.B-SX-4	SLU - STR.03	Max	-7,99	-96,83	1.689,20	97,16
SP.B-SX-4	SLU - STR.03	Min	-21,71	-105,01	1.536,85	107,23
SP.B-SX-4	SLU - STR.04	Max	-9,41	-93,07	1.686,93	93,55
SP.B-SX-4	SLU - STR.04	Min	-23,13	-101,25	1.534,59	103,86
SP.B-SX-4	SLU - STR.05	Max	-7,11	-73,88	1.657,14	74,22
SP.B-SX-4	SLU - STR.05	Min	-17,40	-80,01	1.542,88	81,88
SP.B-SX-4	SLU - STR.06	Max	-8,54	-70,11	1.654,47	70,62
SP.B-SX-4	SLU - STR.06	Min	-18,82	-76,24	1.540,21	78,53
SP.B-SX-4	SLU - STR.07	Max	-9,16	-102,57	1.649,61	102,98
SP.B-SX-4	SLU - STR.07	Min	-19,45	-108,71	1.535,35	110,43
SP.B-SX-4	SLU - STR.08	Max	-10,58	-98,81	1.647,35	99,38
SP.B-SX-4	SLU - STR.08	Min	-20,87	-104,95	1.533,09	107,00
SP.B-SX-4	SLU - STR.09	Max	-7,04	-80,87	1.656,39	81,17
SP.B-SX-4	SLU - STR.09	Min	-17,33	-87,01	1.542,12	88,71
SP.B-SX-4	SLU - STR.10	Max	-9,42	-74,60	1.652,62	75,19
SP.B-SX-4	SLU - STR.10	Min	-19,71	-80,74	1.538,36	83,11
SP.B-SX-4	SLU - STR.11	Max	-8,27	-98,08	1.651,87	98,43
SP.B-SX-4	SLU - STR.11	Min	-18,56	-104,22	1.537,61	105,86
SP.B-SX-4	SLU - STR.12	Max	-10,65	-91,82	1.648,10	92,43
SP.B-SX-4	SLU - STR.12	Min	-20,94	-97,96	1.533,84	100,17
SP.B-SX-5	SLU - STR.01	Max	-23,67	-196,83	3.397,23	198,24
SP.B-SX-5	SLU - STR.01	Min	-38,61	-211,44	3.082,51	214,94
SP.B-SX-5	SLU - STR.02	Max	-24,97	-194,64	3.399,90	196,23
SP.B-SX-5	SLU - STR.02	Min	-39,92	-209,25	3.085,18	213,02
SP.B-SX-5	SLU - STR.03	Max	-24,04	-218,69	3.399,76	220,01
SP.B-SX-5	SLU - STR.03	Min	-38,99	-233,31	3.085,04	236,54
SP.B-SX-5	SLU - STR.04	Max	-25,34	-216,51	3.402,43	217,98
SP.B-SX-5	SLU - STR.04	Min	-40,29	-231,12	3.087,71	234,60
SP.B-SX-5	SLU - STR.05	Max	-23,54	-189,54	3.317,71	190,99
SP.B-SX-5	SLU - STR.05	Min	-34,75	-200,50	3.081,67	203,49
SP.B-SX-5	SLU - STR.06	Max	-24,82	-187,35	3.319,62	188,98
SP.B-SX-5	SLU - STR.06	Min	-36,03	-198,30	3.083,58	201,55
SP.B-SX-5	SLU - STR.07	Max	-24,16	-225,98	3.321,92	227,27
SP.B-SX-5	SLU - STR.07	Min	-35,38	-236,94	3.085,88	239,57
SP.B-SX-5	SLU - STR.08	Max	-25,47	-223,79	3.324,59	225,24
SP.B-SX-5	SLU - STR.08	Min	-36,68	-234,75	3.088,55	237,60
SP.B-SX-5	SLU - STR.09	Max	-23,23	-197,56	3.317,66	198,92
SP.B-SX-5	SLU - STR.09	Min	-34,44	-208,52	3.081,62	211,34
SP.B-SX-5	SLU - STR.10	Max	-25,40	-193,91	3.322,11	195,56
SP.B-SX-5	SLU - STR.10	Min	-36,61	-204,87	3.086,07	208,11
SP.B-SX-5	SLU - STR.11	Max	-23,61	-219,42	3.320,19	220,69
SP.B-SX-5	SLU - STR.11	Min	-34,82	-230,38	3.084,15	233,00
SP.B-SX-5	SLU - STR.12	Max	-25,78	-215,78	3.324,64	217,31
SP.B-SX-5	SLU - STR.12	Min	-36,99	-226,74	3.088,60	229,73

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.B-SX-6	SLU - STR.01	Max	61,95	-49,73	655,21	79,45
SP.B-SX-6	SLU - STR.01	Min	49,87	-59,21	591,97	77,41
SP.B-SX-6	SLU - STR.02	Max	61,30	-45,71	645,52	76,47
SP.B-SX-6	SLU - STR.02	Min	49,22	-55,18	582,27	73,94
SP.B-SX-6	SLU - STR.03	Max	68,39	-61,06	693,52	91,68
SP.B-SX-6	SLU - STR.03	Min	56,30	-70,53	630,27	90,24
SP.B-SX-6	SLU - STR.04	Max	67,74	-57,03	683,82	88,55
SP.B-SX-6	SLU - STR.04	Min	55,65	-66,50	620,58	86,71
SP.B-SX-6	SLU - STR.05	Max	58,54	-45,96	628,41	74,43
SP.B-SX-6	SLU - STR.05	Min	49,48	-53,06	580,97	72,55
SP.B-SX-6	SLU - STR.06	Max	57,89	-41,90	618,54	71,47
SP.B-SX-6	SLU - STR.06	Min	48,83	-49,01	571,10	69,18
SP.B-SX-6	SLU - STR.07	Max	69,26	-64,83	692,25	94,87
SP.B-SX-6	SLU - STR.07	Min	60,20	-71,93	644,81	93,80
SP.B-SX-6	SLU - STR.08	Max	68,61	-60,80	682,55	91,68
SP.B-SX-6	SLU - STR.08	Min	59,55	-67,91	635,12	90,32
SP.B-SX-6	SLU - STR.09	Max	60,90	-51,08	644,41	79,48
SP.B-SX-6	SLU - STR.09	Min	51,84	-58,18	596,97	77,92
SP.B-SX-6	SLU - STR.10	Max	59,82	-44,36	628,25	74,47
SP.B-SX-6	SLU - STR.10	Min	50,76	-51,47	580,81	72,28
SP.B-SX-6	SLU - STR.11	Max	67,33	-62,40	682,71	91,80
SP.B-SX-6	SLU - STR.11	Min	58,27	-69,50	635,27	90,70
SP.B-SX-6	SLU - STR.12	Max	66,25	-55,69	666,55	86,54
SP.B-SX-6	SLU - STR.12	Min	57,19	-62,79	619,12	84,93
SP.B-SX-7	SLU - STR.01	Max	98,59	-223,95	2.167,03	244,69
SP.B-SX-7	SLU - STR.01	Min	87,29	-247,48	1.962,40	262,42
SP.B-SX-7	SLU - STR.02	Max	98,68	-221,13	2.159,67	242,15
SP.B-SX-7	SLU - STR.02	Min	87,38	-244,66	1.955,04	259,79
SP.B-SX-7	SLU - STR.03	Max	103,95	-241,89	2.228,35	263,28
SP.B-SX-7	SLU - STR.03	Min	92,65	-265,42	2.023,72	281,12
SP.B-SX-7	SLU - STR.04	Max	104,04	-239,07	2.220,99	260,72
SP.B-SX-7	SLU - STR.04	Min	92,74	-262,60	2.016,36	278,49
SP.B-SX-7	SLU - STR.05	Max	95,72	-217,97	2.095,43	238,06
SP.B-SX-7	SLU - STR.05	Min	87,25	-235,62	1.941,96	251,25
SP.B-SX-7	SLU - STR.06	Max	95,82	-215,11	2.087,56	235,48
SP.B-SX-7	SLU - STR.06	Min	87,35	-232,76	1.934,09	248,61
SP.B-SX-7	SLU - STR.07	Max	104,65	-247,87	2.197,64	269,05
SP.B-SX-7	SLU - STR.07	Min	96,18	-265,52	2.044,16	282,40
SP.B-SX-7	SLU - STR.08	Max	104,74	-245,05	2.190,28	266,49
SP.B-SX-7	SLU - STR.08	Min	96,27	-262,70	2.036,80	279,78
SP.B-SX-7	SLU - STR.09	Max	97,48	-224,89	2.118,32	245,10
SP.B-SX-7	SLU - STR.09	Min	89,01	-242,54	1.964,85	258,35
SP.B-SX-7	SLU - STR.10	Max	97,63	-220,19	2.106,06	240,86
SP.B-SX-7	SLU - STR.10	Min	89,16	-237,84	1.952,59	254,00
SP.B-SX-7	SLU - STR.11	Max	102,83	-242,83	2.179,65	263,70
SP.B-SX-7	SLU - STR.11	Min	94,36	-260,48	2.026,17	277,04
SP.B-SX-7	SLU - STR.12	Max	102,99	-238,13	2.167,38	259,44
SP.B-SX-7	SLU - STR.12	Min	94,51	-255,78	2.013,91	272,68

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-SX-8	SLU - STR.01	Max	82,85	-466,45	3.704,69	473,75
SP.B-SX-8	SLU - STR.01	Min	72,92	-508,08	3.363,12	513,29
SP.B-SX-8	SLU - STR.02	Max	83,56	-465,81	3.703,76	473,25
SP.B-SX-8	SLU - STR.02	Min	73,64	-507,44	3.362,19	512,75
SP.B-SX-8	SLU - STR.03	Max	85,80	-490,23	3.775,16	497,68
SP.B-SX-8	SLU - STR.03	Min	75,88	-531,86	3.433,59	537,24
SP.B-SX-8	SLU - STR.04	Max	86,51	-489,59	3.774,23	497,17
SP.B-SX-8	SLU - STR.04	Min	76,59	-531,21	3.432,66	536,71
SP.B-SX-8	SLU - STR.05	Max	81,50	-458,53	3.595,81	465,72
SP.B-SX-8	SLU - STR.05	Min	74,06	-489,75	3.339,63	495,32
SP.B-SX-8	SLU - STR.06	Max	82,24	-457,83	3.594,09	465,16
SP.B-SX-8	SLU - STR.06	Min	74,80	-489,05	3.337,91	494,74
SP.B-SX-8	SLU - STR.07	Max	86,42	-498,16	3.713,26	505,60
SP.B-SX-8	SLU - STR.07	Min	78,98	-529,37	3.457,08	535,23
SP.B-SX-8	SLU - STR.08	Max	87,14	-497,51	3.712,33	505,08
SP.B-SX-8	SLU - STR.08	Min	79,69	-528,73	3.456,15	534,70
SP.B-SX-8	SLU - STR.09	Max	82,25	-466,67	3.619,61	473,86
SP.B-SX-8	SLU - STR.09	Min	74,80	-497,89	3.363,43	503,47
SP.B-SX-8	SLU - STR.10	Max	83,43	-465,60	3.618,06	473,01
SP.B-SX-8	SLU - STR.10	Min	75,99	-496,82	3.361,88	502,59
SP.B-SX-8	SLU - STR.11	Max	85,20	-490,44	3.690,08	497,79
SP.B-SX-8	SLU - STR.11	Min	77,76	-521,66	3.433,90	527,43
SP.B-SX-8	SLU - STR.12	Max	86,39	-489,37	3.688,53	496,94
SP.B-SX-8	SLU - STR.12	Min	78,95	-520,59	3.432,35	526,54

Combinazioni allo Stato limite di Salvaguardia della Vita

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-SX-1	SLV - X - 01	Max	-20,05	46,53	463,08	50,67
SP.B-SX-1	SLV - X - 01	Min	-251,54	-49,13	37,20	256,29
SP.B-SX-1	SLV - X - 02	Max	-23,20	53,73	468,61	58,53
SP.B-SX-1	SLV - X - 02	Min	-254,69	-41,93	42,73	258,12
SP.B-SX-1	SLV - Y - 01	Max	-61,30	60,17	457,74	85,90
SP.B-SX-1	SLV - Y - 01	Min	-210,29	-62,77	42,55	219,46
SP.B-SX-1	SLV - Y - 02	Max	-64,45	67,37	463,27	93,24
SP.B-SX-1	SLV - Y - 02	Min	-213,44	-55,57	48,08	220,56
SP.B-SX-2	SLV - X - 01	Max	-27,16	44,90	1.240,12	52,48
SP.B-SX-2	SLV - X - 01	Min	-282,62	-32,27	1.026,46	284,46
SP.B-SX-2	SLV - X - 02	Max	-31,34	50,75	1.250,87	59,65
SP.B-SX-2	SLV - X - 02	Min	-286,80	-26,42	1.037,22	288,01
SP.B-SX-2	SLV - Y - 01	Max	-75,74	106,73	1.360,86	130,87
SP.B-SX-2	SLV - Y - 01	Min	-234,04	-94,09	905,72	252,25
SP.B-SX-2	SLV - Y - 02	Max	-79,92	112,58	1.371,62	138,06
SP.B-SX-2	SLV - Y - 02	Min	-238,22	-88,24	916,48	254,04
SP.B-SX-3	SLV - X - 01	Max	-35,25	116,53	2.292,77	121,74
SP.B-SX-3	SLV - X - 01	Min	-260,10	-47,47	1.689,66	264,40
SP.B-SX-3	SLV - X - 02	Max	-39,63	119,78	2.306,75	126,16
SP.B-SX-3	SLV - X - 02	Min	-264,48	-44,23	1.703,64	268,15
SP.B-SX-3	SLV - Y - 01	Max	-82,54	193,75	2.287,01	210,60
SP.B-SX-3	SLV - Y - 01	Min	-212,81	-124,69	1.695,42	246,65
SP.B-SX-3	SLV - Y - 02	Max	-86,92	196,99	2.300,99	215,32
SP.B-SX-3	SLV - Y - 02	Min	-217,18	-121,44	1.709,40	248,83

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.B-SX-4	SLV - X - 01	Max	49,03	-31,40	1.237,36	58,22
SP.B-SX-4	SLV - X - 01	Min	-133,49	-115,95	895,78	176,82
SP.B-SX-4	SLV - X - 02	Max	46,95	-24,93	1.234,16	53,16
SP.B-SX-4	SLV - X - 02	Min	-135,58	-109,49	892,58	174,26
SP.B-SX-4	SLV - Y - 01	Max	-1,63	-1,55	1.155,73	2,25
SP.B-SX-4	SLV - Y - 01	Min	-82,84	-145,80	977,41	167,69
SP.B-SX-4	SLV - Y - 02	Max	-3,71	4,92	1.152,53	6,16
SP.B-SX-4	SLV - Y - 02	Min	-84,92	-139,33	974,21	163,17
SP.B-SX-5	SLV - X - 01	Max	33,75	-96,30	2.500,84	102,04
SP.B-SX-5	SLV - X - 01	Min	-126,74	-215,91	2.141,76	250,36
SP.B-SX-5	SLV - X - 02	Max	31,83	-92,55	2.504,85	97,87
SP.B-SX-5	SLV - X - 02	Min	-128,67	-212,15	2.145,77	248,12
SP.B-SX-5	SLV - Y - 01	Max	-10,07	-41,17	2.418,67	42,38
SP.B-SX-5	SLV - Y - 01	Min	-82,93	-271,04	2.223,93	283,45
SP.B-SX-5	SLV - Y - 02	Max	-11,99	-37,41	2.422,68	39,28
SP.B-SX-5	SLV - Y - 02	Min	-84,85	-267,29	2.227,94	280,43
SP.B-SX-6	SLV - X - 01	Max	91,09	15,66	678,17	92,43
SP.B-SX-6	SLV - X - 01	Min	-64,34	-104,09	72,41	122,37
SP.B-SX-6	SLV - X - 02	Max	90,28	22,53	662,47	93,05
SP.B-SX-6	SLV - X - 02	Min	-65,15	-97,22	56,71	117,03
SP.B-SX-6	SLV - Y - 01	Max	80,66	9,40	618,99	81,20
SP.B-SX-6	SLV - Y - 01	Min	-53,91	-97,83	131,60	111,70
SP.B-SX-6	SLV - Y - 02	Max	79,85	16,27	603,29	81,49
SP.B-SX-6	SLV - Y - 02	Min	-54,72	-90,96	115,89	106,15
SP.B-SX-7	SLV - X - 01	Max	116,14	-140,40	1.596,57	182,21
SP.B-SX-7	SLV - X - 01	Min	-33,81	-212,27	1.343,84	214,94
SP.B-SX-7	SLV - X - 02	Max	116,58	-135,56	1.583,98	178,79
SP.B-SX-7	SLV - X - 02	Min	-33,37	-207,42	1.331,25	210,09
SP.B-SX-7	SLV - Y - 01	Max	108,44	-94,72	1.732,30	143,98
SP.B-SX-7	SLV - Y - 01	Min	-26,11	-257,94	1.208,11	259,26
SP.B-SX-7	SLV - Y - 02	Max	108,88	-89,88	1.719,71	141,18
SP.B-SX-7	SLV - Y - 02	Min	-25,67	-253,10	1.195,52	254,40
SP.B-SX-8	SLV - X - 01	Max	100,99	-253,36	2.986,12	272,75
SP.B-SX-8	SLV - X - 01	Min	-30,64	-466,62	2.248,43	467,63
SP.B-SX-8	SLV - X - 02	Max	102,45	-252,17	2.983,32	272,19
SP.B-SX-8	SLV - X - 02	Min	-29,18	-465,43	2.245,63	466,35
SP.B-SX-8	SLV - Y - 01	Max	91,54	-213,00	2.976,67	231,84
SP.B-SX-8	SLV - Y - 01	Min	-21,19	-506,98	2.257,87	507,43
SP.B-SX-8	SLV - Y - 02	Max	93,00	-211,81	2.973,88	231,33
SP.B-SX-8	SLV - Y - 02	Min	-19,73	-505,80	2.255,07	506,18

22.1.2 ZATTERA DESTRA

Nelle tabelle successive sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti (azione normale e taglio nelle due direzioni trasversali) valutati in corrispondenza delle molle elastiche mediante le quali sono stati modellati i pali di fondazione all'interno del modello di calcolo tridimensionale.

Per ciascun palo è stata determinata anche la risultante di taglio orizzontale, valutata come combinazione quadratica delle azioni taglianti valutate lungo le due direzioni orizzontali ortogonali.

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd,long}$	$V_{Sd,long}$	N_{Sd}	$R_{V,Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.B-DX-1	SLE - Q.P.01	Max	42,36	45,56	483,38	62,22
SP.B-DX-1	SLE - Q.P.01	Min	42,36	45,56	483,38	62,22
SP.B-DX-1	SLE - Q.P.02	Max	41,95	42,75	476,72	59,90
SP.B-DX-1	SLE - Q.P.02	Min	41,95	42,75	476,72	59,90
SP.B-DX-2	SLE - Q.P.01	Max	68,44	178,23	1.560,26	190,92
SP.B-DX-2	SLE - Q.P.01	Min	68,44	178,23	1.560,26	190,92
SP.B-DX-2	SLE - Q.P.02	Max	68,55	176,24	1.555,05	189,10
SP.B-DX-2	SLE - Q.P.02	Min	68,55	176,24	1.555,05	189,10
SP.B-DX-3	SLE - Q.P.01	Max	55,87	362,08	2.651,53	366,37
SP.B-DX-3	SLE - Q.P.01	Min	55,87	362,08	2.651,53	366,37
SP.B-DX-3	SLE - Q.P.02	Max	56,41	361,60	2.650,60	365,97
SP.B-DX-3	SLE - Q.P.02	Min	56,41	361,60	2.650,60	365,97
SP.B-DX-4	SLE - Q.P.01	Max	-8,51	66,60	1.208,10	67,14
SP.B-DX-4	SLE - Q.P.01	Min	-8,51	66,60	1.208,10	67,14
SP.B-DX-4	SLE - Q.P.02	Max	-9,45	63,95	1.206,63	64,64
SP.B-DX-4	SLE - Q.P.02	Min	-9,45	63,95	1.206,63	64,64
SP.B-DX-5	SLE - Q.P.01	Max	-22,11	152,92	2.415,01	154,51
SP.B-DX-5	SLE - Q.P.01	Min	-22,11	152,92	2.415,01	154,51
SP.B-DX-5	SLE - Q.P.02	Max	-22,97	151,38	2.416,78	153,11
SP.B-DX-5	SLE - Q.P.02	Min	-22,97	151,38	2.416,78	153,11
SP.B-DX-6	SLE - Q.P.01	Max	-107,32	-18,77	349,43	108,95
SP.B-DX-6	SLE - Q.P.01	Min	-107,32	-18,77	349,43	108,95
SP.B-DX-6	SLE - Q.P.02	Max	-108,69	-21,69	351,53	110,83
SP.B-DX-6	SLE - Q.P.02	Min	-108,69	-21,69	351,53	110,83
SP.B-DX-7	SLE - Q.P.01	Max	-126,08	-21,73	1.221,56	127,93
SP.B-DX-7	SLE - Q.P.01	Min	-126,08	-21,73	1.221,56	127,93
SP.B-DX-7	SLE - Q.P.02	Max	-127,86	-24,13	1.225,97	130,12
SP.B-DX-7	SLE - Q.P.02	Min	-127,86	-24,13	1.225,97	130,12
SP.B-DX-8	SLE - Q.P.01	Max	-126,40	-44,41	2.035,46	133,98
SP.B-DX-8	SLE - Q.P.01	Min	-126,40	-44,41	2.035,46	133,98
SP.B-DX-8	SLE - Q.P.02	Max	-128,26	-45,78	2.041,40	136,18
SP.B-DX-8	SLE - Q.P.02	Min	-128,26	-45,78	2.041,40	136,18

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.01	Max	45,82	53,72	533,35	70,60
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.01	Min	37,36	45,56	481,15	58,92
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.02	Max	45,41	50,90	526,69	68,21
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.02	Min	36,95	42,75	474,49	56,50
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.03	Max	42,41	45,85	484,05	62,45
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.03	Min	42,41	45,85	484,05	62,45
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.04	Max	41,91	42,47	476,05	59,67
SP.B-DX-1	SLE - FREQ.04	Min	41,91	42,47	476,05	59,67
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.01	Max	70,99	195,41	1.728,49	207,90
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.01	Min	63,07	178,23	1.560,26	189,06
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.02	Max	71,10	193,42	1.723,28	206,07
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.02	Min	63,17	176,24	1.555,05	187,22
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.03	Max	68,43	178,43	1.560,78	191,10
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.03	Min	68,43	178,43	1.560,78	191,10
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.04	Max	68,56	176,04	1.554,53	188,92
SP.B-DX-2	SLE - FREQ.04	Min	68,56	176,04	1.554,53	188,92
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.01	Max	56,01	391,12	2.924,97	395,11
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.01	Min	48,64	362,08	2.651,52	365,34
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.02	Max	56,54	390,63	2.924,04	394,70
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.02	Min	49,17	361,60	2.650,59	364,93
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.03	Max	55,82	362,13	2.651,62	366,41
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.03	Min	55,82	362,13	2.651,62	366,41
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.04	Max	56,46	361,55	2.650,51	365,93
SP.B-DX-3	SLE - FREQ.04	Min	56,46	361,55	2.650,51	365,93
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.01	Max	-5,79	72,08	1.338,09	72,31
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.01	Min	-15,23	66,59	1.208,09	68,31
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.02	Max	-6,72	69,43	1.336,62	69,76
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.02	Min	-16,16	63,95	1.206,62	65,96
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.03	Max	-8,42	66,86	1.208,25	67,39
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.03	Min	-8,42	66,86	1.208,25	67,39
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.04	Max	-9,54	63,69	1.206,49	64,40
SP.B-DX-4	SLE - FREQ.04	Min	-9,54	63,69	1.206,49	64,40
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.01	Max	-22,11	161,26	2.671,98	162,77
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.01	Min	-32,78	152,92	2.415,01	156,40
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.02	Max	-22,97	159,71	2.673,74	161,35
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.02	Min	-33,64	151,37	2.416,78	155,07
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.03	Max	-22,03	153,08	2.414,84	154,66
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.03	Min	-22,03	153,08	2.414,84	154,66
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.04	Max	-23,06	151,22	2.416,96	152,97
SP.B-DX-5	SLE - FREQ.04	Min	-23,06	151,22	2.416,96	152,97
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.01	Max	-107,32	-18,30	371,77	108,87
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.01	Min	-119,07	-22,30	344,27	121,14
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.02	Max	-108,68	-21,23	373,88	110,74
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.02	Min	-120,43	-25,23	346,37	123,05
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.03	Max	-107,19	-18,47	349,22	108,77
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.03	Min	-107,19	-18,47	349,22	108,77
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.04	Max	-108,82	-21,98	351,74	111,02
SP.B-DX-6	SLE - FREQ.04	Min	-108,82	-21,98	351,74	111,02

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.01	Max	-126,07	-21,73	1.339,98	127,93
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.01	Min	-140,42	-31,44	1.221,55	143,89
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.02	Max	-127,86	-24,13	1.344,39	130,12
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.02	Min	-142,20	-33,84	1.225,97	146,17
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.03	Max	-125,90	-21,49	1.221,12	127,72
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.03	Min	-125,90	-21,49	1.221,12	127,72
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.04	Max	-128,04	-24,37	1.226,41	130,34
SP.B-DX-7	SLE - FREQ.04	Min	-128,04	-24,37	1.226,41	130,34
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.01	Max	-126,40	-44,41	2.238,07	133,97
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.01	Min	-141,03	-62,59	2.035,46	154,29
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.02	Max	-128,26	-45,78	2.244,02	136,18
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.02	Min	-142,89	-63,96	2.041,40	156,55
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.03	Max	-126,22	-44,27	2.034,86	133,76
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.03	Min	-126,22	-44,27	2.034,86	133,76
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.04	Max	-128,44	-45,91	2.042,00	136,40
SP.B-DX-8	SLE - FREQ.04	Min	-128,44	-45,91	2.042,00	136,40

Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-1	SLE - CAR.01	Max	49,11	60,91	564,15	78,24
SP.B-DX-1	SLE - CAR.01	Min	37,84	50,04	494,55	62,73
SP.B-DX-1	SLE - CAR.02	Max	48,62	57,53	556,15	75,32
SP.B-DX-1	SLE - CAR.02	Min	37,35	46,65	486,55	59,76
SP.B-DX-1	SLE - CAR.03	Max	44,91	52,53	537,21	69,11
SP.B-DX-1	SLE - CAR.03	Min	33,63	41,66	467,61	53,54
SP.B-DX-1	SLE - CAR.04	Max	44,41	49,15	529,21	66,24
SP.B-DX-1	SLE - CAR.04	Min	33,14	38,27	459,61	50,63
SP.B-DX-1	SLE - CAR.05	Max	49,36	60,98	556,47	78,46
SP.B-DX-1	SLE - CAR.05	Min	40,91	52,83	504,27	66,82
SP.B-DX-1	SLE - CAR.06	Max	48,87	57,60	548,47	75,54
SP.B-DX-1	SLE - CAR.06	Min	40,42	49,45	496,27	63,86
SP.B-DX-1	SLE - CAR.07	Max	42,35	47,02	511,57	63,28
SP.B-DX-1	SLE - CAR.07	Min	33,90	38,86	459,37	51,57
SP.B-DX-1	SLE - CAR.08	Max	41,86	43,64	503,58	60,47
SP.B-DX-1	SLE - CAR.08	Min	33,41	35,48	451,38	48,73
SP.B-DX-1	SLE - CAR.09	Max	48,13	59,32	550,16	76,38
SP.B-DX-1	SLE - CAR.09	Min	39,67	51,16	497,96	64,74
SP.B-DX-1	SLE - CAR.10	Max	47,31	53,68	536,83	71,55
SP.B-DX-1	SLE - CAR.10	Min	38,85	45,53	484,63	59,85
SP.B-DX-1	SLE - CAR.11	Max	43,92	50,94	523,22	67,26
SP.B-DX-1	SLE - CAR.11	Min	35,46	42,78	471,02	55,57
SP.B-DX-1	SLE - CAR.12	Max	43,10	45,30	509,89	62,53
SP.B-DX-1	SLE - CAR.12	Min	34,64	37,15	457,69	50,79

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-2	SLE - CAR.01	Max	73,50	207,61	1.806,28	220,24
SP.B-DX-2	SLE - CAR.01	Min	62,94	184,71	1.581,97	195,13
SP.B-DX-2	SLE - CAR.02	Max	73,63	205,23	1.800,03	218,04
SP.B-DX-2	SLE - CAR.02	Min	63,06	182,32	1.575,73	192,92
SP.B-DX-2	SLE - CAR.03	Max	70,16	195,05	1.763,89	207,29
SP.B-DX-2	SLE - CAR.03	Min	59,59	172,15	1.539,59	182,17
SP.B-DX-2	SLE - CAR.04	Max	70,29	192,67	1.757,65	205,09
SP.B-DX-2	SLE - CAR.04	Min	59,72	169,76	1.533,34	179,96
SP.B-DX-2	SLE - CAR.05	Max	73,77	206,07	1.764,33	218,88
SP.B-DX-2	SLE - CAR.05	Min	65,84	188,89	1.596,10	200,04
SP.B-DX-2	SLE - CAR.06	Max	73,90	203,69	1.758,08	216,68
SP.B-DX-2	SLE - CAR.06	Min	65,97	186,51	1.589,85	197,83
SP.B-DX-2	SLE - CAR.07	Max	68,19	185,14	1.693,69	197,30
SP.B-DX-2	SLE - CAR.07	Min	60,27	167,96	1.525,46	178,45
SP.B-DX-2	SLE - CAR.08	Max	68,32	182,76	1.687,44	195,11
SP.B-DX-2	SLE - CAR.08	Min	60,40	165,58	1.519,21	176,25
SP.B-DX-2	SLE - CAR.09	Max	72,61	202,68	1.752,28	215,30
SP.B-DX-2	SLE - CAR.09	Min	64,69	185,50	1.584,05	196,46
SP.B-DX-2	SLE - CAR.10	Max	72,82	198,71	1.741,87	211,63
SP.B-DX-2	SLE - CAR.10	Min	64,90	181,53	1.573,64	192,78
SP.B-DX-2	SLE - CAR.11	Max	69,27	190,12	1.709,90	202,35
SP.B-DX-2	SLE - CAR.11	Min	61,34	172,94	1.541,67	183,50
SP.B-DX-2	SLE - CAR.12	Max	69,48	186,15	1.699,49	198,69
SP.B-DX-2	SLE - CAR.12	Min	61,55	168,97	1.531,26	179,83
SP.B-DX-3	SLE - CAR.01	Max	56,82	408,86	3.040,19	412,79
SP.B-DX-3	SLE - CAR.01	Min	47,00	370,15	2.675,59	373,12
SP.B-DX-3	SLE - CAR.02	Max	57,46	408,28	3.039,08	412,30
SP.B-DX-3	SLE - CAR.02	Min	47,64	369,57	2.674,47	372,62
SP.B-DX-3	SLE - CAR.03	Max	55,17	392,83	2.992,23	396,68
SP.B-DX-3	SLE - CAR.03	Min	45,35	354,12	2.627,63	357,01
SP.B-DX-3	SLE - CAR.04	Max	55,82	392,25	2.991,12	396,20
SP.B-DX-3	SLE - CAR.04	Min	45,99	353,54	2.626,51	356,51
SP.B-DX-3	SLE - CAR.05	Max	57,33	404,52	2.965,03	408,57
SP.B-DX-3	SLE - CAR.05	Min	49,96	375,49	2.691,58	378,80
SP.B-DX-3	SLE - CAR.06	Max	57,97	403,94	2.963,92	408,08
SP.B-DX-3	SLE - CAR.06	Min	50,60	374,91	2.690,46	378,31
SP.B-DX-3	SLE - CAR.07	Max	54,58	377,81	2.885,09	381,73
SP.B-DX-3	SLE - CAR.07	Min	47,21	348,77	2.611,64	351,95
SP.B-DX-3	SLE - CAR.08	Max	55,22	377,23	2.883,98	381,25
SP.B-DX-3	SLE - CAR.08	Min	47,86	348,19	2.610,53	351,47
SP.B-DX-3	SLE - CAR.09	Max	56,56	399,37	2.949,41	403,36
SP.B-DX-3	SLE - CAR.09	Min	49,19	370,34	2.675,96	373,59
SP.B-DX-3	SLE - CAR.10	Max	57,63	398,41	2.947,56	402,55
SP.B-DX-3	SLE - CAR.10	Min	50,27	369,37	2.674,11	372,78
SP.B-DX-3	SLE - CAR.11	Max	54,92	383,34	2.901,45	387,26
SP.B-DX-3	SLE - CAR.11	Min	47,55	354,31	2.628,00	357,49
SP.B-DX-3	SLE - CAR.12	Max	55,99	382,38	2.899,60	386,45
SP.B-DX-3	SLE - CAR.12	Min	48,62	353,34	2.626,15	356,67

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-4	SLE - CAR.01	Max	-5,17	80,31	1.380,06	80,48
SP.B-DX-4	SLE - CAR.01	Min	-17,75	73,00	1.206,73	75,13
SP.B-DX-4	SLE - CAR.02	Max	-6,29	77,14	1.378,30	77,40
SP.B-DX-4	SLE - CAR.02	Min	-18,88	69,83	1.204,97	72,33
SP.B-DX-4	SLE - CAR.03	Max	-4,40	68,02	1.383,06	68,17
SP.B-DX-4	SLE - CAR.03	Min	-16,99	60,71	1.209,74	63,04
SP.B-DX-4	SLE - CAR.04	Max	-5,52	64,85	1.381,31	65,08
SP.B-DX-4	SLE - CAR.04	Min	-18,11	57,54	1.207,98	60,32
SP.B-DX-4	SLE - CAR.05	Max	-6,33	82,58	1.335,73	82,83
SP.B-DX-4	SLE - CAR.05	Min	-15,77	77,10	1.205,74	78,70
SP.B-DX-4	SLE - CAR.06	Max	-7,45	79,41	1.333,97	79,76
SP.B-DX-4	SLE - CAR.06	Min	-16,89	73,93	1.203,98	75,83
SP.B-DX-4	SLE - CAR.07	Max	-5,05	62,10	1.340,74	62,30
SP.B-DX-4	SLE - CAR.07	Min	-14,49	56,62	1.210,74	58,44
SP.B-DX-4	SLE - CAR.08	Max	-6,17	58,93	1.338,98	59,25
SP.B-DX-4	SLE - CAR.08	Min	-15,61	53,44	1.208,98	55,67
SP.B-DX-4	SLE - CAR.09	Max	-5,70	79,55	1.337,32	79,75
SP.B-DX-4	SLE - CAR.09	Min	-15,14	74,06	1.207,32	75,59
SP.B-DX-4	SLE - CAR.10	Max	-7,57	74,26	1.334,39	74,64
SP.B-DX-4	SLE - CAR.10	Min	-17,01	68,77	1.204,39	70,84
SP.B-DX-4	SLE - CAR.11	Max	-4,93	67,26	1.340,32	67,44
SP.B-DX-4	SLE - CAR.11	Min	-14,37	61,77	1.210,33	63,42
SP.B-DX-4	SLE - CAR.12	Max	-6,80	61,96	1.337,39	62,34
SP.B-DX-4	SLE - CAR.12	Min	-16,24	56,48	1.207,39	58,77
SP.B-DX-5	SLE - CAR.01	Max	-22,12	171,71	2.758,21	173,13
SP.B-DX-5	SLE - CAR.01	Min	-36,35	160,60	2.415,59	164,66
SP.B-DX-5	SLE - CAR.02	Max	-23,15	169,85	2.760,33	171,42
SP.B-DX-5	SLE - CAR.02	Min	-37,37	158,74	2.417,71	163,08
SP.B-DX-5	SLE - CAR.03	Max	-21,93	156,68	2.756,70	158,20
SP.B-DX-5	SLE - CAR.03	Min	-36,16	145,56	2.414,08	149,98
SP.B-DX-5	SLE - CAR.04	Max	-22,96	154,82	2.758,82	156,51
SP.B-DX-5	SLE - CAR.04	Min	-37,19	143,70	2.416,20	148,43
SP.B-DX-5	SLE - CAR.05	Max	-22,18	173,95	2.673,06	175,35
SP.B-DX-5	SLE - CAR.05	Min	-32,85	165,61	2.416,09	168,83
SP.B-DX-5	SLE - CAR.06	Max	-23,21	172,09	2.675,18	173,64
SP.B-DX-5	SLE - CAR.06	Min	-33,88	163,75	2.418,21	167,22
SP.B-DX-5	SLE - CAR.07	Max	-21,87	148,89	2.670,54	150,48
SP.B-DX-5	SLE - CAR.07	Min	-32,54	140,55	2.413,58	144,26
SP.B-DX-5	SLE - CAR.08	Max	-22,90	147,03	2.672,66	148,80
SP.B-DX-5	SLE - CAR.08	Min	-33,57	138,69	2.415,70	142,69
SP.B-DX-5	SLE - CAR.09	Max	-21,78	169,55	2.671,85	170,95
SP.B-DX-5	SLE - CAR.09	Min	-32,45	161,22	2.414,88	164,45
SP.B-DX-5	SLE - CAR.10	Max	-23,49	166,46	2.675,38	168,10
SP.B-DX-5	SLE - CAR.10	Min	-34,16	158,12	2.418,42	161,76
SP.B-DX-5	SLE - CAR.11	Max	-21,59	154,52	2.670,34	156,02
SP.B-DX-5	SLE - CAR.11	Min	-32,26	146,18	2.413,38	149,70
SP.B-DX-5	SLE - CAR.12	Max	-23,30	151,42	2.673,87	153,20
SP.B-DX-5	SLE - CAR.12	Min	-33,97	143,08	2.416,91	147,06

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-6	SLE - CAR.01	Max	-109,58	-11,82	363,84	110,21
SP.B-DX-6	SLE - CAR.01	Min	-125,24	-17,15	327,16	126,41
SP.B-DX-6	SLE - CAR.02	Max	-111,21	-15,33	366,36	112,26
SP.B-DX-6	SLE - CAR.02	Min	-126,88	-20,66	329,69	128,55
SP.B-DX-6	SLE - CAR.03	Max	-104,79	-23,89	394,19	107,48
SP.B-DX-6	SLE - CAR.03	Min	-120,45	-29,22	357,52	123,95
SP.B-DX-6	SLE - CAR.04	Max	-106,42	-27,40	396,71	109,89
SP.B-DX-6	SLE - CAR.04	Min	-122,09	-32,73	360,04	126,40
SP.B-DX-6	SLE - CAR.05	Max	-111,18	-7,95	346,27	111,46
SP.B-DX-6	SLE - CAR.05	Min	-122,92	-11,95	318,76	123,50
SP.B-DX-6	SLE - CAR.06	Max	-112,81	-11,46	348,79	113,39
SP.B-DX-6	SLE - CAR.06	Min	-124,56	-15,46	321,29	125,51
SP.B-DX-6	SLE - CAR.07	Max	-103,19	-28,07	396,86	106,94
SP.B-DX-6	SLE - CAR.07	Min	-114,94	-32,07	369,36	119,33
SP.B-DX-6	SLE - CAR.08	Max	-104,83	-31,58	399,38	109,48
SP.B-DX-6	SLE - CAR.08	Min	-116,58	-35,58	371,88	121,89
SP.B-DX-6	SLE - CAR.09	Max	-109,03	-10,80	355,55	109,57
SP.B-DX-6	SLE - CAR.09	Min	-120,78	-14,80	328,04	121,69
SP.B-DX-6	SLE - CAR.10	Max	-111,76	-16,65	359,75	112,99
SP.B-DX-6	SLE - CAR.10	Min	-123,51	-20,65	332,25	125,22
SP.B-DX-6	SLE - CAR.11	Max	-104,25	-22,88	385,90	106,73
SP.B-DX-6	SLE - CAR.11	Min	-115,99	-26,88	358,40	119,07
SP.B-DX-6	SLE - CAR.12	Max	-106,97	-28,73	390,11	110,76
SP.B-DX-6	SLE - CAR.12	Min	-118,72	-32,72	362,60	123,15
SP.B-DX-7	SLE - CAR.01	Max	-127,96	-13,36	1.361,08	128,66
SP.B-DX-7	SLE - CAR.01	Min	-147,08	-26,30	1.203,18	149,42
SP.B-DX-7	SLE - CAR.02	Max	-130,11	-16,24	1.366,37	131,12
SP.B-DX-7	SLE - CAR.02	Min	-149,23	-29,18	1.208,47	152,06
SP.B-DX-7	SLE - CAR.03	Max	-123,82	-29,63	1.396,95	127,32
SP.B-DX-7	SLE - CAR.03	Min	-142,95	-42,57	1.239,05	149,15
SP.B-DX-7	SLE - CAR.04	Max	-125,97	-32,51	1.402,24	130,09
SP.B-DX-7	SLE - CAR.04	Min	-145,09	-45,45	1.244,34	152,04
SP.B-DX-7	SLE - CAR.05	Max	-129,34	-7,93	1.309,65	129,58
SP.B-DX-7	SLE - CAR.05	Min	-143,68	-17,64	1.191,22	144,76
SP.B-DX-7	SLE - CAR.06	Max	-131,49	-10,81	1.314,94	131,93
SP.B-DX-7	SLE - CAR.06	Min	-145,83	-20,52	1.196,52	147,27
SP.B-DX-7	SLE - CAR.07	Max	-122,44	-35,05	1.369,43	127,36
SP.B-DX-7	SLE - CAR.07	Min	-136,79	-44,76	1.251,01	143,92
SP.B-DX-7	SLE - CAR.08	Max	-124,59	-37,93	1.374,72	130,23
SP.B-DX-7	SLE - CAR.08	Min	-138,93	-47,64	1.256,30	146,87
SP.B-DX-7	SLE - CAR.09	Max	-127,25	-12,40	1.319,84	127,85
SP.B-DX-7	SLE - CAR.09	Min	-141,59	-22,10	1.201,41	143,30
SP.B-DX-7	SLE - CAR.10	Max	-130,82	-17,20	1.328,66	131,95
SP.B-DX-7	SLE - CAR.10	Min	-145,16	-26,91	1.210,24	147,64
SP.B-DX-7	SLE - CAR.11	Max	-123,11	-28,66	1.355,71	126,40
SP.B-DX-7	SLE - CAR.11	Min	-137,45	-38,37	1.237,28	142,71
SP.B-DX-7	SLE - CAR.12	Max	-126,68	-33,47	1.364,53	131,03
SP.B-DX-7	SLE - CAR.12	Min	-141,03	-43,17	1.246,11	147,49

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1Sd} [kN]
SP.B-DX-8	SLE - CAR.01	Max	-127,26	-34,68	2.289,18	131,91
SP.B-DX-8	SLE - CAR.01	Min	-146,77	-58,92	2.019,03	158,15
SP.B-DX-8	SLE - CAR.02	Max	-129,49	-36,33	2.296,32	134,49
SP.B-DX-8	SLE - CAR.02	Min	-149,00	-60,56	2.026,17	160,83
SP.B-DX-8	SLE - CAR.03	Max	-125,16	-53,86	2.320,84	136,26
SP.B-DX-8	SLE - CAR.03	Min	-144,67	-78,10	2.050,69	164,40
SP.B-DX-8	SLE - CAR.04	Max	-127,39	-55,50	2.327,97	138,96
SP.B-DX-8	SLE - CAR.04	Min	-146,90	-79,74	2.057,82	167,14
SP.B-DX-8	SLE - CAR.05	Max	-127,96	-28,29	2.211,09	131,05
SP.B-DX-8	SLE - CAR.05	Min	-142,59	-46,47	2.008,48	149,97
SP.B-DX-8	SLE - CAR.06	Max	-130,19	-29,93	2.218,23	133,59
SP.B-DX-8	SLE - CAR.06	Min	-144,82	-48,11	2.015,62	152,60
SP.B-DX-8	SLE - CAR.07	Max	-124,46	-60,25	2.263,85	138,28
SP.B-DX-8	SLE - CAR.07	Min	-139,09	-78,43	2.061,24	159,68
SP.B-DX-8	SLE - CAR.08	Max	-126,69	-61,90	2.270,99	141,00
SP.B-DX-8	SLE - CAR.08	Min	-141,32	-80,07	2.068,37	162,43
SP.B-DX-8	SLE - CAR.09	Max	-126,52	-34,14	2.219,27	131,05
SP.B-DX-8	SLE - CAR.09	Min	-141,15	-52,31	2.016,65	150,53
SP.B-DX-8	SLE - CAR.10	Max	-130,23	-36,87	2.231,16	135,35
SP.B-DX-8	SLE - CAR.10	Min	-144,86	-55,05	2.028,55	154,97
SP.B-DX-8	SLE - CAR.11	Max	-124,42	-53,31	2.250,92	135,36
SP.B-DX-8	SLE - CAR.11	Min	-139,05	-71,49	2.048,31	156,35
SP.B-DX-8	SLE - CAR.12	Max	-128,13	-56,05	2.262,82	139,86
SP.B-DX-8	SLE - CAR.12	Min	-142,76	-74,23	2.060,20	160,91

Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1Sd} [kN]
SP.B-DX-1	SLU - STR.01	Max	66,11	83,40	766,54	106,43
SP.B-DX-1	SLU - STR.01	Min	50,89	68,73	672,58	85,52
SP.B-DX-1	SLU - STR.02	Max	65,52	79,35	756,95	102,90
SP.B-DX-1	SLU - STR.02	Min	50,30	64,67	662,99	81,93
SP.B-DX-1	SLU - STR.03	Max	59,80	70,83	726,13	92,70
SP.B-DX-1	SLU - STR.03	Min	44,58	56,15	632,17	71,70
SP.B-DX-1	SLU - STR.04	Max	59,21	66,78	716,54	89,24
SP.B-DX-1	SLU - STR.04	Min	43,99	52,10	622,58	68,19
SP.B-DX-1	SLU - STR.05	Max	66,66	83,92	757,53	107,18
SP.B-DX-1	SLU - STR.05	Min	55,25	72,92	687,06	91,48
SP.B-DX-1	SLU - STR.06	Max	66,07	79,89	748,09	103,67
SP.B-DX-1	SLU - STR.06	Min	54,65	68,89	677,62	87,93
SP.B-DX-1	SLU - STR.07	Max	56,14	62,97	690,18	84,36
SP.B-DX-1	SLU - STR.07	Min	44,73	51,96	619,71	68,56
SP.B-DX-1	SLU - STR.08	Max	55,55	58,92	680,58	80,98
SP.B-DX-1	SLU - STR.08	Min	44,14	47,91	610,11	65,14
SP.B-DX-1	SLU - STR.09	Max	64,75	81,09	747,25	103,77
SP.B-DX-1	SLU - STR.09	Min	53,34	70,08	676,78	88,07
SP.B-DX-1	SLU - STR.10	Max	63,77	74,32	731,26	97,93
SP.B-DX-1	SLU - STR.10	Min	52,36	63,32	660,79	82,16
SP.B-DX-1	SLU - STR.11	Max	58,44	68,52	706,84	90,05
SP.B-DX-1	SLU - STR.11	Min	47,03	57,51	636,37	74,29
SP.B-DX-1	SLU - STR.12	Max	57,46	61,75	690,85	84,35
SP.B-DX-1	SLU - STR.12	Min	46,05	50,75	620,38	68,52

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.B-DX-2	SLU - STR.01	Max	98,94	282,94	2.459,14	299,73
SP.B-DX-2	SLU - STR.01	Min	84,67	252,01	2.156,33	265,86
SP.B-DX-2	SLU - STR.02	Max	99,09	280,07	2.451,65	297,09
SP.B-DX-2	SLU - STR.02	Min	84,82	249,15	2.148,83	263,19
SP.B-DX-2	SLU - STR.03	Max	93,92	264,10	2.395,56	280,30
SP.B-DX-2	SLU - STR.03	Min	79,66	233,17	2.092,75	246,40
SP.B-DX-2	SLU - STR.04	Max	94,07	261,23	2.388,07	277,66
SP.B-DX-2	SLU - STR.04	Min	79,81	230,31	2.085,25	243,75
SP.B-DX-2	SLU - STR.05	Max	99,46	281,48	2.404,63	298,54
SP.B-DX-2	SLU - STR.05	Min	88,76	258,29	2.177,52	273,12
SP.B-DX-2	SLU - STR.06	Max	99,60	278,66	2.397,64	295,93
SP.B-DX-2	SLU - STR.06	Min	88,90	255,47	2.170,53	270,49
SP.B-DX-2	SLU - STR.07	Max	91,10	250,09	2.298,67	266,16
SP.B-DX-2	SLU - STR.07	Min	80,40	226,89	2.071,56	240,72
SP.B-DX-2	SLU - STR.08	Max	91,25	247,22	2.291,17	263,53
SP.B-DX-2	SLU - STR.08	Min	80,55	224,03	2.064,06	238,07
SP.B-DX-2	SLU - STR.09	Max	97,74	276,16	2.385,94	292,94
SP.B-DX-2	SLU - STR.09	Min	87,04	252,97	2.158,83	267,52
SP.B-DX-2	SLU - STR.10	Max	97,99	271,39	2.373,45	288,54
SP.B-DX-2	SLU - STR.10	Min	87,29	248,20	2.146,34	263,10
SP.B-DX-2	SLU - STR.11	Max	92,72	257,32	2.322,36	273,51
SP.B-DX-2	SLU - STR.11	Min	82,02	234,13	2.095,25	248,08
SP.B-DX-2	SLU - STR.12	Max	92,98	252,55	2.309,87	269,12
SP.B-DX-2	SLU - STR.12	Min	82,28	229,36	2.082,76	243,67
SP.B-DX-3	SLU - STR.01	Max	75,99	556,47	4.139,37	561,64
SP.B-DX-3	SLU - STR.01	Min	62,73	504,21	3.647,15	508,10
SP.B-DX-3	SLU - STR.02	Max	76,76	555,78	4.138,03	561,05
SP.B-DX-3	SLU - STR.02	Min	63,50	503,52	3.645,82	507,51
SP.B-DX-3	SLU - STR.03	Max	73,52	532,43	4.067,43	537,48
SP.B-DX-3	SLU - STR.03	Min	60,26	480,17	3.575,21	483,93
SP.B-DX-3	SLU - STR.04	Max	74,30	531,73	4.066,09	536,90
SP.B-DX-3	SLU - STR.04	Min	61,03	479,47	3.573,88	483,34
SP.B-DX-3	SLU - STR.05	Max	76,76	551,43	4.040,30	556,74
SP.B-DX-3	SLU - STR.05	Min	66,81	512,23	3.671,14	516,57
SP.B-DX-3	SLU - STR.06	Max	77,50	550,78	4.039,75	556,21
SP.B-DX-3	SLU - STR.06	Min	67,56	511,59	3.670,59	516,03
SP.B-DX-3	SLU - STR.07	Max	72,64	511,35	3.920,40	516,48
SP.B-DX-3	SLU - STR.07	Min	62,70	472,15	3.551,23	476,30
SP.B-DX-3	SLU - STR.08	Max	73,41	510,65	3.919,06	515,90
SP.B-DX-3	SLU - STR.08	Min	63,47	471,46	3.549,90	475,71
SP.B-DX-3	SLU - STR.09	Max	75,68	543,64	4.016,76	548,88
SP.B-DX-3	SLU - STR.09	Min	65,73	504,45	3.647,60	508,71
SP.B-DX-3	SLU - STR.10	Max	76,96	542,48	4.014,54	547,91
SP.B-DX-3	SLU - STR.10	Min	67,02	503,29	3.645,38	507,73
SP.B-DX-3	SLU - STR.11	Max	73,21	519,60	3.944,82	524,73
SP.B-DX-3	SLU - STR.11	Min	63,26	480,40	3.575,66	484,55
SP.B-DX-3	SLU - STR.12	Max	74,49	518,43	3.942,60	523,76
SP.B-DX-3	SLU - STR.12	Min	64,55	479,24	3.573,44	483,57

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		$V_{Sd, long}$	$V_{Sd, long}$	N_{Sd}	$R_{V, Sd}$
			[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
SP.B-DX-4	SLU - STR.01	Max	-7,90	109,75	1.875,47	110,04
SP.B-DX-4	SLU - STR.01	Min	-24,90	99,88	1.641,48	102,94
SP.B-DX-4	SLU - STR.02	Max	-9,25	105,94	1.873,36	106,34
SP.B-DX-4	SLU - STR.02	Min	-26,24	96,07	1.639,37	99,59
SP.B-DX-4	SLU - STR.03	Max	-6,75	91,32	1.879,97	91,56
SP.B-DX-4	SLU - STR.03	Min	-23,74	81,45	1.645,98	84,83
SP.B-DX-4	SLU - STR.04	Max	-8,09	87,51	1.877,86	87,88
SP.B-DX-4	SLU - STR.04	Min	-25,09	77,64	1.643,87	81,59
SP.B-DX-4	SLU - STR.05	Max	-9,51	113,43	1.815,47	113,83
SP.B-DX-4	SLU - STR.05	Min	-22,26	106,03	1.639,98	108,34
SP.B-DX-4	SLU - STR.06	Max	-10,86	109,63	1.813,77	110,17
SP.B-DX-4	SLU - STR.06	Min	-23,60	102,23	1.638,27	104,92
SP.B-DX-4	SLU - STR.07	Max	-7,59	82,70	1.822,98	83,05
SP.B-DX-4	SLU - STR.07	Min	-20,34	75,30	1.647,49	78,00
SP.B-DX-4	SLU - STR.08	Max	-8,94	78,89	1.820,87	79,40
SP.B-DX-4	SLU - STR.08	Min	-21,68	71,49	1.645,38	74,71
SP.B-DX-4	SLU - STR.09	Max	-8,68	108,55	1.817,68	108,90
SP.B-DX-4	SLU - STR.09	Min	-21,43	101,15	1.642,18	103,40
SP.B-DX-4	SLU - STR.10	Max	-10,92	102,21	1.814,16	102,79
SP.B-DX-4	SLU - STR.10	Min	-23,67	94,80	1.638,67	97,71
SP.B-DX-4	SLU - STR.11	Max	-7,53	90,12	1.822,18	90,43
SP.B-DX-4	SLU - STR.11	Min	-20,27	82,72	1.646,69	85,16
SP.B-DX-4	SLU - STR.12	Max	-9,77	83,77	1.818,67	84,34
SP.B-DX-4	SLU - STR.12	Min	-22,51	76,37	1.643,17	79,62
SP.B-DX-5	SLU - STR.01	Max	-31,35	233,76	3.752,62	235,85
SP.B-DX-5	SLU - STR.01	Min	-50,56	218,75	3.290,09	224,52
SP.B-DX-5	SLU - STR.02	Max	-32,59	231,53	3.755,16	233,81
SP.B-DX-5	SLU - STR.02	Min	-51,79	216,52	3.292,63	222,63
SP.B-DX-5	SLU - STR.03	Max	-31,07	211,20	3.750,36	213,48
SP.B-DX-5	SLU - STR.03	Min	-50,28	196,20	3.287,82	202,54
SP.B-DX-5	SLU - STR.04	Max	-32,31	208,97	3.752,90	211,46
SP.B-DX-5	SLU - STR.04	Min	-51,51	193,97	3.290,37	200,69
SP.B-DX-5	SLU - STR.05	Max	-31,45	237,53	3.637,74	239,60
SP.B-DX-5	SLU - STR.05	Min	-45,85	226,27	3.290,84	230,87
SP.B-DX-5	SLU - STR.06	Max	-32,70	235,30	3.641,05	237,56
SP.B-DX-5	SLU - STR.06	Min	-47,11	224,04	3.294,15	228,94
SP.B-DX-5	SLU - STR.07	Max	-30,98	199,93	3.633,97	202,32
SP.B-DX-5	SLU - STR.07	Min	-45,39	188,68	3.287,07	194,06
SP.B-DX-5	SLU - STR.08	Max	-32,21	197,70	3.636,51	200,31
SP.B-DX-5	SLU - STR.08	Min	-46,62	186,45	3.289,61	192,19
SP.B-DX-5	SLU - STR.09	Max	-30,94	230,75	3.636,14	232,82
SP.B-DX-5	SLU - STR.09	Min	-45,35	219,49	3.289,24	224,13
SP.B-DX-5	SLU - STR.10	Max	-33,00	227,03	3.640,38	229,42
SP.B-DX-5	SLU - STR.10	Min	-47,41	215,78	3.293,48	220,92
SP.B-DX-5	SLU - STR.11	Max	-30,66	208,20	3.633,88	210,44
SP.B-DX-5	SLU - STR.11	Min	-45,07	196,94	3.286,98	202,03
SP.B-DX-5	SLU - STR.12	Max	-32,72	204,48	3.638,12	207,08
SP.B-DX-5	SLU - STR.12	Min	-47,13	193,22	3.291,22	198,89

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-6	SLU - STR.01	Max	-150,01	-15,49	489,83	150,81
SP.B-DX-6	SLU - STR.01	Min	-171,16	-22,69	440,32	172,66
SP.B-DX-6	SLU - STR.02	Max	-151,97	-19,71	492,85	153,25
SP.B-DX-6	SLU - STR.02	Min	-173,12	-26,90	443,34	175,20
SP.B-DX-6	SLU - STR.03	Max	-142,83	-33,60	535,36	146,73
SP.B-DX-6	SLU - STR.03	Min	-163,97	-40,80	485,85	168,97
SP.B-DX-6	SLU - STR.04	Max	-144,79	-37,82	538,38	149,65
SP.B-DX-6	SLU - STR.04	Min	-165,94	-45,02	488,87	171,93
SP.B-DX-6	SLU - STR.05	Max	-152,41	-9,67	464,59	152,71
SP.B-DX-6	SLU - STR.05	Min	-168,27	-15,07	427,46	168,94
SP.B-DX-6	SLU - STR.06	Max	-154,38	-13,89	467,70	155,01
SP.B-DX-6	SLU - STR.06	Min	-170,24	-19,29	430,57	171,33
SP.B-DX-6	SLU - STR.07	Max	-140,43	-39,85	540,48	145,98
SP.B-DX-6	SLU - STR.07	Min	-156,29	-45,25	503,35	162,71
SP.B-DX-6	SLU - STR.08	Max	-142,40	-44,06	543,51	149,06
SP.B-DX-6	SLU - STR.08	Min	-158,26	-49,46	506,37	165,81
SP.B-DX-6	SLU - STR.09	Max	-149,36	-14,30	478,76	150,04
SP.B-DX-6	SLU - STR.09	Min	-165,22	-19,70	441,63	166,39
SP.B-DX-6	SLU - STR.10	Max	-152,63	-21,32	483,80	154,11
SP.B-DX-6	SLU - STR.10	Min	-168,49	-26,72	446,67	170,60
SP.B-DX-6	SLU - STR.11	Max	-142,17	-32,41	524,29	145,82
SP.B-DX-6	SLU - STR.11	Min	-158,04	-37,81	487,16	162,49
SP.B-DX-6	SLU - STR.12	Max	-145,45	-39,43	529,34	150,69
SP.B-DX-6	SLU - STR.12	Min	-161,31	-44,83	492,20	167,42
SP.B-DX-7	SLU - STR.01	Max	-175,17	-18,02	1.847,82	176,09
SP.B-DX-7	SLU - STR.01	Min	-200,99	-35,50	1.634,66	204,10
SP.B-DX-7	SLU - STR.02	Max	-177,74	-21,48	1.854,17	179,04
SP.B-DX-7	SLU - STR.02	Min	-203,56	-38,95	1.641,01	207,25
SP.B-DX-7	SLU - STR.03	Max	-168,96	-42,43	1.901,62	174,21
SP.B-DX-7	SLU - STR.03	Min	-194,78	-59,90	1.688,46	203,78
SP.B-DX-7	SLU - STR.04	Max	-171,53	-45,88	1.907,98	177,56
SP.B-DX-7	SLU - STR.04	Min	-197,35	-63,36	1.694,82	207,27
SP.B-DX-7	SLU - STR.05	Max	-177,24	-9,89	1.776,59	177,51
SP.B-DX-7	SLU - STR.05	Min	-196,60	-22,99	1.616,72	197,94
SP.B-DX-7	SLU - STR.06	Max	-179,83	-13,39	1.783,32	180,33
SP.B-DX-7	SLU - STR.06	Min	-199,20	-26,49	1.623,44	200,95
SP.B-DX-7	SLU - STR.07	Max	-166,89	-50,56	1.866,27	174,38
SP.B-DX-7	SLU - STR.07	Min	-186,26	-63,67	1.706,40	196,84
SP.B-DX-7	SLU - STR.08	Max	-169,47	-54,02	1.872,62	177,87
SP.B-DX-7	SLU - STR.08	Min	-188,83	-67,12	1.712,75	200,40
SP.B-DX-7	SLU - STR.09	Max	-174,31	-16,87	1.792,41	175,13
SP.B-DX-7	SLU - STR.09	Min	-193,67	-29,98	1.632,54	195,98
SP.B-DX-7	SLU - STR.10	Max	-178,60	-22,63	1.803,00	180,03
SP.B-DX-7	SLU - STR.10	Min	-197,96	-35,74	1.643,13	201,16
SP.B-DX-7	SLU - STR.11	Max	-168,10	-41,27	1.846,22	173,10
SP.B-DX-7	SLU - STR.11	Min	-187,47	-54,38	1.686,34	195,19
SP.B-DX-7	SLU - STR.12	Max	-172,39	-47,04	1.856,81	178,70
SP.B-DX-7	SLU - STR.12	Min	-191,76	-60,14	1.696,93	200,97

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-DX-8	SLU - STR.01	Max	-174,11	-47,56	3.112,04	180,48
SP.B-DX-8	SLU - STR.01	Min	-200,44	-80,28	2.747,33	215,92
SP.B-DX-8	SLU - STR.02	Max	-176,78	-49,53	3.120,60	183,59
SP.B-DX-8	SLU - STR.02	Min	-203,11	-82,25	2.755,90	219,13
SP.B-DX-8	SLU - STR.03	Max	-170,95	-76,33	3.159,52	187,22
SP.B-DX-8	SLU - STR.03	Min	-197,29	-109,05	2.794,81	225,42
SP.B-DX-8	SLU - STR.04	Max	-173,63	-78,30	3.168,08	190,47
SP.B-DX-8	SLU - STR.04	Min	-199,96	-111,02	2.803,38	228,71
SP.B-DX-8	SLU - STR.05	Max	-175,16	-37,97	3.005,03	179,23
SP.B-DX-8	SLU - STR.05	Min	-194,91	-62,51	2.731,51	204,69
SP.B-DX-8	SLU - STR.06	Max	-177,86	-40,03	3.014,21	182,30
SP.B-DX-8	SLU - STR.06	Min	-197,61	-64,57	2.740,68	207,89
SP.B-DX-8	SLU - STR.07	Max	-169,90	-85,92	3.084,17	190,39
SP.B-DX-8	SLU - STR.07	Min	-189,65	-110,46	2.810,64	219,47
SP.B-DX-8	SLU - STR.08	Max	-172,58	-87,89	3.092,73	193,67
SP.B-DX-8	SLU - STR.08	Min	-192,33	-112,43	2.819,20	222,78
SP.B-DX-8	SLU - STR.09	Max	-173,22	-46,91	3.018,01	179,45
SP.B-DX-8	SLU - STR.09	Min	-192,97	-71,45	2.744,48	205,77
SP.B-DX-8	SLU - STR.10	Max	-177,67	-50,19	3.032,28	184,62
SP.B-DX-8	SLU - STR.10	Min	-197,42	-74,73	2.758,75	211,09
SP.B-DX-8	SLU - STR.11	Max	-170,06	-75,67	3.065,49	186,14
SP.B-DX-8	SLU - STR.11	Min	-189,81	-100,21	2.791,96	214,64
SP.B-DX-8	SLU - STR.12	Max	-174,52	-78,96	3.079,76	191,55
SP.B-DX-8	SLU - STR.12	Min	-194,27	-103,50	2.806,23	220,12

Combinazioni allo Stato limite di Salvaguardia della Vita

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V1,Sd} [kN]
SP.B-DX-1	SLV - X - 01	Max	88,37	108,09	703,73	139,61
SP.B-DX-1	SLV - X - 01	Min	-66,10	-11,39	98,96	67,07
SP.B-DX-1	SLV - X - 02	Max	87,56	101,22	688,03	133,83
SP.B-DX-1	SLV - X - 02	Min	-66,91	-18,25	83,25	69,35
SP.B-DX-1	SLV - Y - 01	Max	78,79	101,61	645,15	128,57
SP.B-DX-1	SLV - Y - 01	Min	-56,51	-4,91	157,55	56,73
SP.B-DX-1	SLV - Y - 02	Max	77,97	94,74	629,44	122,70
SP.B-DX-1	SLV - Y - 02	Min	-57,33	-11,77	141,84	58,52
SP.B-DX-2	SLV - X - 01	Max	112,08	214,60	1.681,17	242,11
SP.B-DX-2	SLV - X - 01	Min	-36,59	149,18	1.438,47	153,60
SP.B-DX-2	SLV - X - 02	Max	112,52	209,76	1.668,59	238,04
SP.B-DX-2	SLV - X - 02	Min	-36,15	144,34	1.425,89	148,80
SP.B-DX-2	SLV - Y - 01	Max	105,41	262,51	1.820,49	282,88
SP.B-DX-2	SLV - Y - 01	Min	-29,91	101,27	1.299,16	105,60
SP.B-DX-2	SLV - Y - 02	Max	105,85	257,67	1.807,91	278,56
SP.B-DX-2	SLV - Y - 02	Min	-29,47	96,43	1.286,57	100,84
SP.B-DX-3	SLV - X - 01	Max	94,92	473,11	3.129,43	482,53
SP.B-DX-3	SLV - X - 01	Min	-35,84	263,14	2.395,36	265,57
SP.B-DX-3	SLV - X - 02	Max	96,37	471,92	3.126,65	481,66
SP.B-DX-3	SLV - X - 02	Min	-34,38	261,96	2.392,57	264,20
SP.B-DX-3	SLV - Y - 01	Max	86,27	515,07	3.121,24	522,24
SP.B-DX-3	SLV - Y - 01	Min	-27,19	221,18	2.403,55	222,84
SP.B-DX-3	SLV - Y - 02	Max	87,72	513,89	3.118,45	521,32
SP.B-DX-3	SLV - Y - 02	Min	-25,73	219,99	2.400,77	221,49

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

PALO	COMBINAZIONE		V _{Sd,long} [kN]	V _{Sd,long} [kN]	N _{Sd} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SP.B-DX-4	SLV - X - 01	Max	48,11	116,12	1.310,62	125,69
SP.B-DX-4	SLV - X - 01	Min	-133,64	31,89	975,62	137,39
SP.B-DX-4	SLV - X - 02	Max	46,02	109,66	1.307,42	118,92
SP.B-DX-4	SLV - X - 02	Min	-135,72	25,42	972,42	138,08
SP.B-DX-4	SLV - Y - 01	Max	-2,43	145,75	1.232,04	145,77
SP.B-DX-4	SLV - Y - 01	Min	-83,10	2,26	1.054,20	83,13
SP.B-DX-4	SLV - Y - 02	Max	-4,52	139,29	1.228,84	139,36
SP.B-DX-4	SLV - Y - 02	Min	-85,18	-4,21	1.051,00	85,29
SP.B-DX-5	SLV - X - 01	Max	28,83	211,89	2.645,41	213,84
SP.B-DX-5	SLV - X - 01	Min	-131,17	96,73	2.288,91	162,98
SP.B-DX-5	SLV - X - 02	Max	26,91	208,13	2.649,42	209,87
SP.B-DX-5	SLV - X - 02	Min	-133,10	92,97	2.292,92	162,36
SP.B-DX-5	SLV - Y - 01	Max	-14,97	268,81	2.568,73	269,23
SP.B-DX-5	SLV - Y - 01	Min	-87,37	39,81	2.365,59	96,01
SP.B-DX-5	SLV - Y - 02	Max	-16,90	265,05	2.572,74	265,59
SP.B-DX-5	SLV - Y - 02	Min	-89,29	36,06	2.369,60	96,30
SP.B-DX-6	SLV - X - 01	Max	-22,29	46,51	477,86	51,58
SP.B-DX-6	SLV - X - 01	Min	-253,65	-50,48	58,82	258,62
SP.B-DX-6	SLV - X - 02	Max	-25,44	39,31	483,39	46,83
SP.B-DX-6	SLV - X - 02	Min	-256,80	-57,68	64,34	263,20
SP.B-DX-6	SLV - Y - 01	Max	-63,63	58,90	473,44	86,71
SP.B-DX-6	SLV - Y - 01	Min	-212,30	-62,87	63,24	221,41
SP.B-DX-6	SLV - Y - 02	Max	-66,79	51,70	478,96	84,46
SP.B-DX-6	SLV - Y - 02	Min	-215,46	-70,07	68,76	226,56
SP.B-DX-7	SLV - X - 01	Max	-30,82	20,33	1.306,43	36,92
SP.B-DX-7	SLV - X - 01	Min	-286,01	-53,70	1.109,76	291,01
SP.B-DX-7	SLV - X - 02	Max	-35,00	14,48	1.317,19	37,87
SP.B-DX-7	SLV - X - 02	Min	-290,19	-59,55	1.120,52	296,24
SP.B-DX-7	SLV - Y - 01	Max	-79,36	83,11	1.432,67	114,92
SP.B-DX-7	SLV - Y - 01	Min	-237,46	-116,48	983,52	264,49
SP.B-DX-7	SLV - Y - 02	Max	-83,54	77,26	1.443,43	113,79
SP.B-DX-7	SLV - Y - 02	Min	-241,64	-122,33	994,28	270,84
SP.B-DX-8	SLV - X - 01	Max	-40,08	26,87	2.414,81	48,25
SP.B-DX-8	SLV - X - 01	Min	-264,86	-133,75	1.810,54	296,71
SP.B-DX-8	SLV - X - 02	Max	-44,46	23,62	2.428,80	50,34
SP.B-DX-8	SLV - X - 02	Min	-269,24	-137,00	1.824,53	302,09
SP.B-DX-8	SLV - Y - 01	Max	-87,41	105,79	2.409,68	137,23
SP.B-DX-8	SLV - Y - 01	Min	-217,53	-212,67	1.815,68	304,22
SP.B-DX-8	SLV - Y - 02	Max	-91,79	102,54	2.423,66	137,62
SP.B-DX-8	SLV - Y - 02	Min	-221,91	-215,92	1.829,67	309,62

22.1.3 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DESUNTE DAL MODELLO DI CALCOLO

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori maggiormente gravosi delle azioni sollecitanti per le differenti famiglie di combinazioni di carico adottate:

SOTTOSTRUTTURA		COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]
SPALLA B	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	2.498,67	336,04	357,53
		SLE - FREQUENTE	2.688,43	329,07	379,59
		SLE - CARATTERISTICA	2.775,24	304,52	395,01
		SLU - STR	3.775,16	407,78	537,24
		SLV	2.986,12	37,20	507,43
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	2.651,53	349,43	366,37
		SLE - FREQUENTE	2.924,97	344,27	395,11
		SLE - CARATTERISTICA	3.040,19	318,76	412,79
		SLU - STR	4.139,37	427,46	561,64
		SLV	3.129,43	58,82	522,24

22.2 AZIONI SOLLECITANTI SUL SINGOLO PALO CONNESSE ALLA DEFORMABILITÀ ORIZZONTALE DEL TERRENO

Per effetto del taglio e della deformabilità del terreno nell'intorno del palo si generano le azioni sollecitanti definite nel seguito.

22.2.1 VALUTAZIONE DELLA COSTANTE DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO

Per terreni **prevalentemente incoerenti** si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare:

$$k_h = n_h \cdot \frac{z}{d}$$

dove:

- n_h → costante dipendente dalla litologia
- z → profondità
- d → diametro del palo

Il valore della costante n_h viene determinato per via tabellare in funzione del valore della densità relativa del terreno:

Sabbia sciolta ($Dr\% < 30\%$)	secca-umida $n_h = 0.224$	saturo $n_h = 0.128$;
Sabbia media ($Dr > 30$ $e \leq 70\%$)	secca-umida $n_h = 0.672$	saturo $n_h = 0.448$;
Sabbia grossa ($Dr\% > 70$)	secca-umida $n_h = 1.792$	saturo $n_h = 1.088$;

Per terreni **prevalentemente coerenti sovraconsolidati** ($c_u > 0,50 \text{ kg/cm}^2$) si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare (Matlock & Reese, 1956)

$$k_h = c_f \cdot \frac{c_u}{d}$$

dove:

- c_f → costante assunta pari a 67 (Davisson 1970)
- c_u → coesione non drenata
- d → diametro del palo

Per terreni prevalentemente coerenti normal-consolidati si considera la costante di reazione orizzontale del terreno variabile con la profondità, secondo la seguente relazione lineare (Matlock & Reese, 1956)

$$k_h = \delta \cdot \frac{z}{d}$$

dove:

- δ → costante dipendente dalla coesione non drenata:
 - $c_u \leq 0,25 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \delta = 0,022 \text{ kg/cm}^3 = 0,22 \text{ N/cm}^3$
 - $0,25 < c_u \leq 0,50 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \delta = 3,51 \text{ kg/cm}^3 = 35,10 \text{ N/cm}^3$
- z → profondità
- d → diametro del palo

Essendo stata posta la falda di progetto a **0,00 m** dal piano di riferimento tutto il terreno è considerato "satturo".

Il valore di k_h finale è stato determinato come media ponderata dei valori di k_h valutati per ciascuno strato della stratigrafia considerata:

STRATO	UNITA' LITOTECNICA	QUOTA INIZIALE [m]	QUOTA FINALE [m]	H _{strato} [m]	Dr [%]	n _h	d [m]	k _h QUOTA INIZIALE	k _h QUOTA FINALE	k _{h,media} STRATO	k _{h,media} · h _{strato}	
1	G3	0,00	7,05	7,05	49,60	0,488	1,20	0,00	2,87	1,43	10,11	
2	S1	7,05	26,00	18,95	50,00	0,488	1,20	2,87	10,57	6,72	127,35	
				26,00								137,45

$$k_h = 137,45 / 26,00 = 5,287 \text{ N/cm}^3$$

Per la valutazione delle azioni sollecitanti sul palo di fondazione per effetto dell'azione tagliante in testa e della deformabilità è stato utilizzato il metodo di Matlock & Reese con k_h variabile con la profondità.

22.2.2 ZATTERA SINISTRA

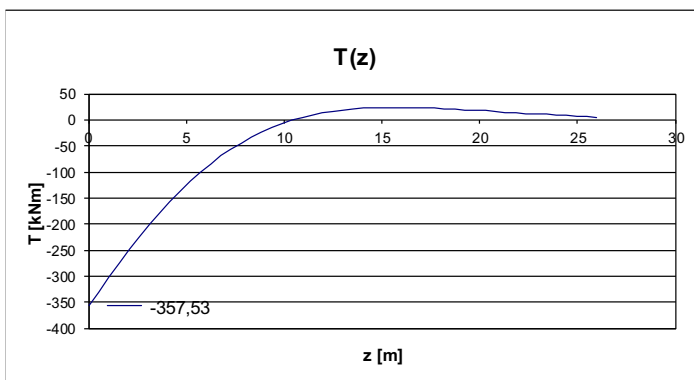
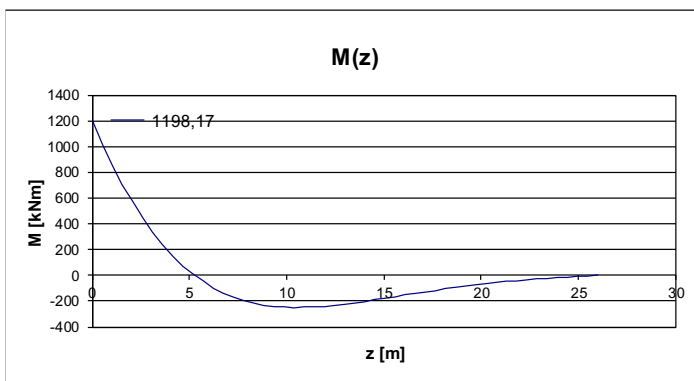
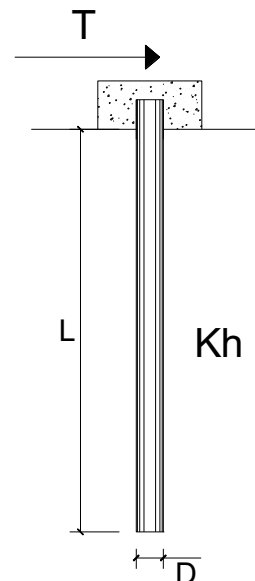
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	357,53	(kN)
f _{ck} del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
f _{cm} del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
E _{cls} ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



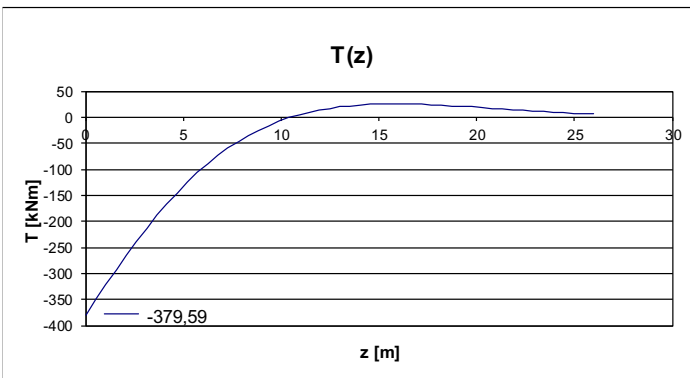
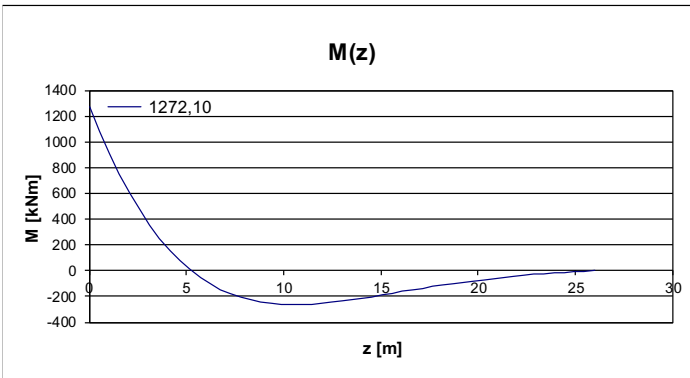
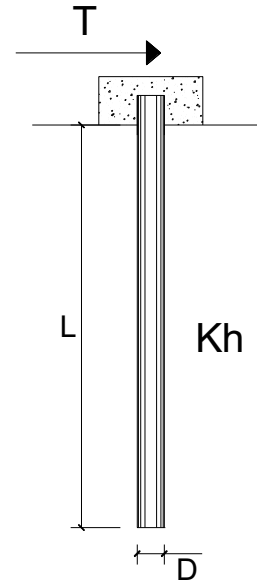
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	379,59	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



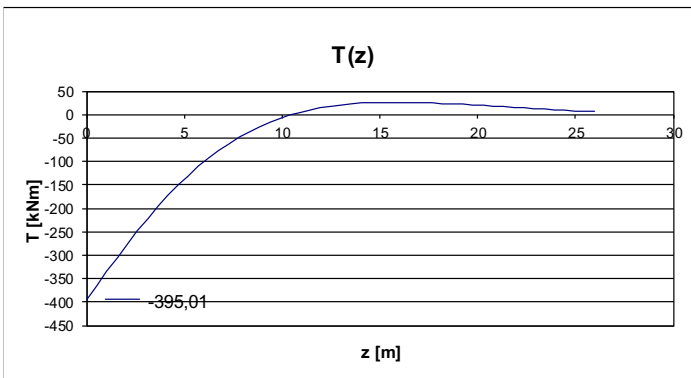
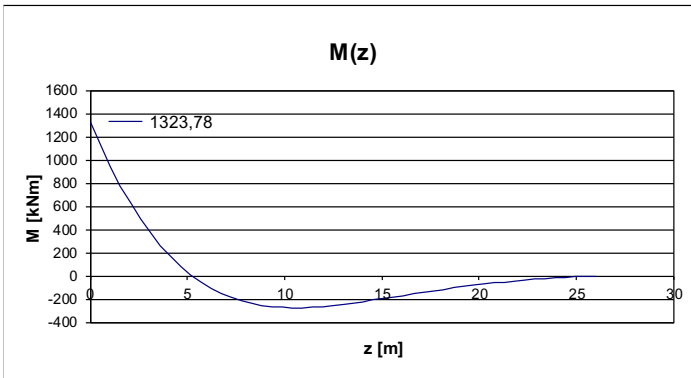
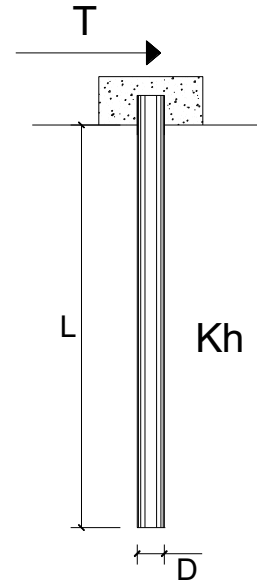
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	395,01	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



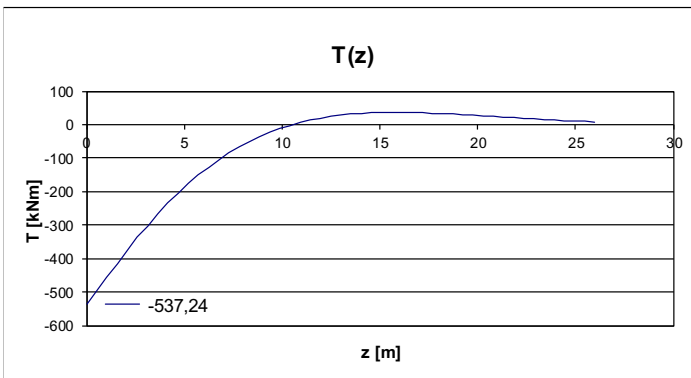
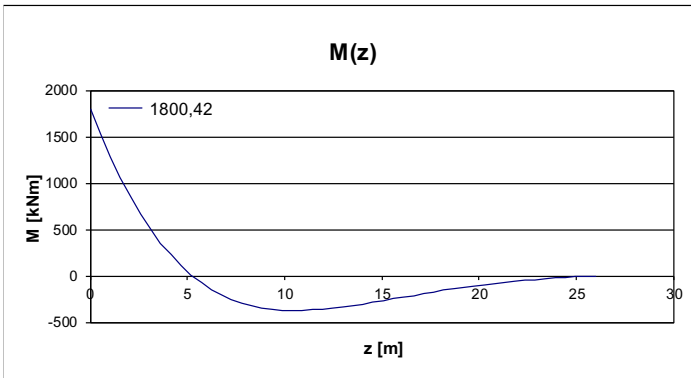
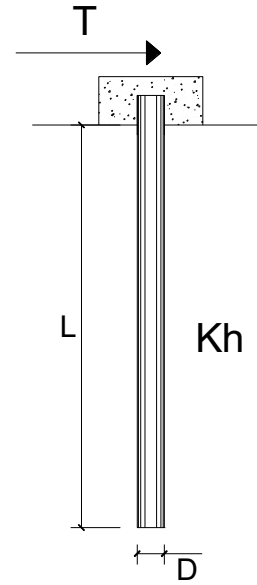
Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	537,24	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



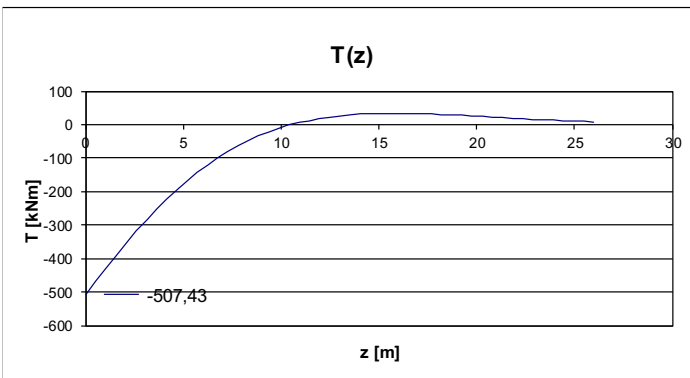
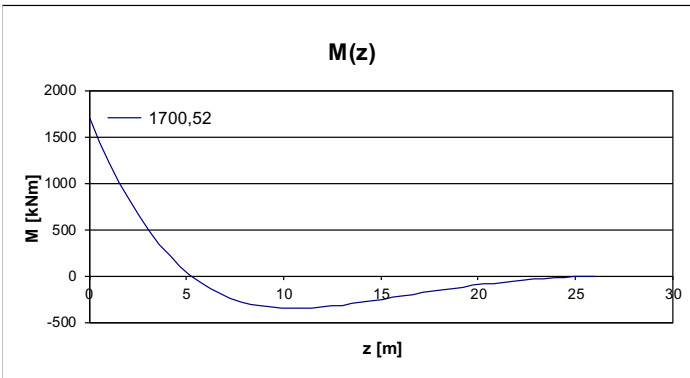
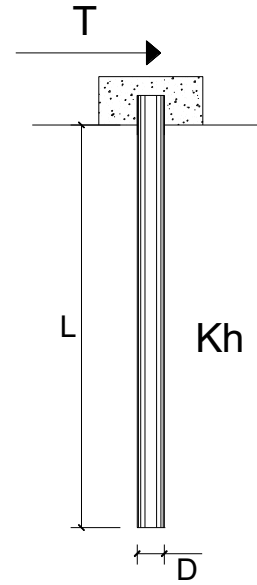
Combinazione allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	507,43	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



22.2.3 ZATTERA DESTRA

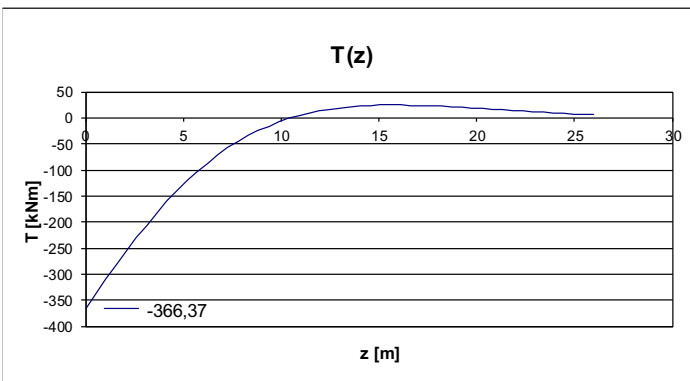
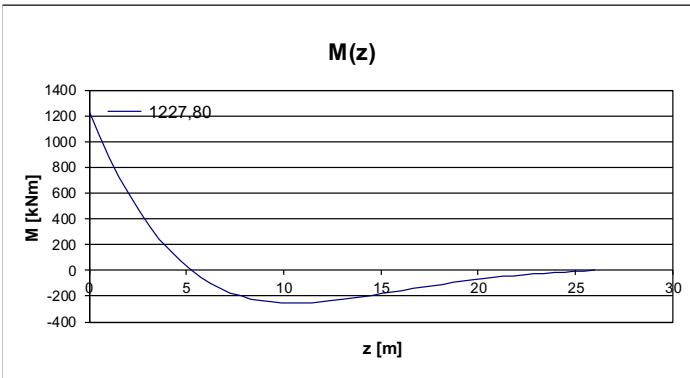
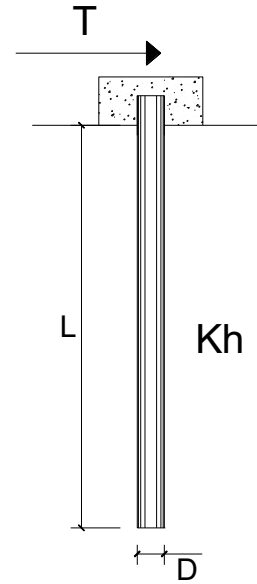
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	366,37	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



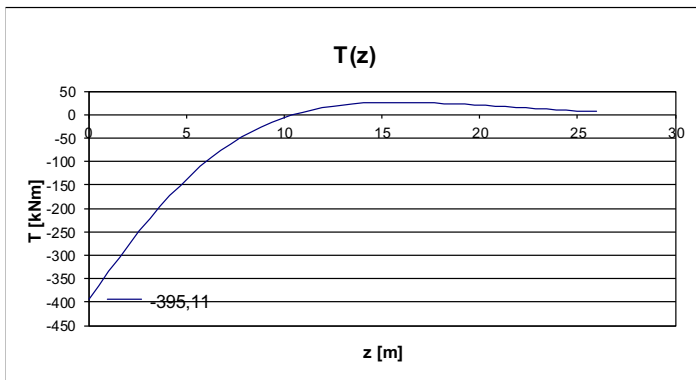
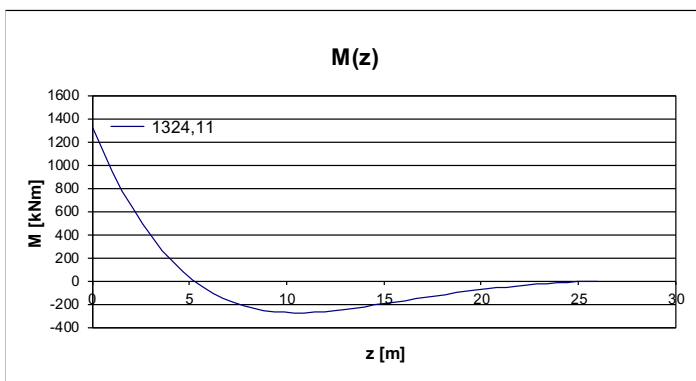
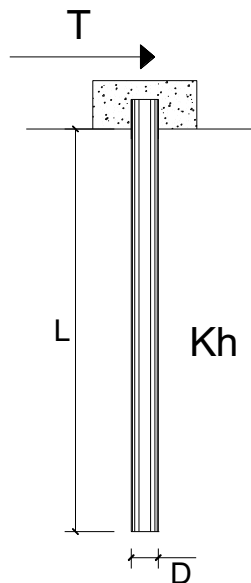
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	395,11	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



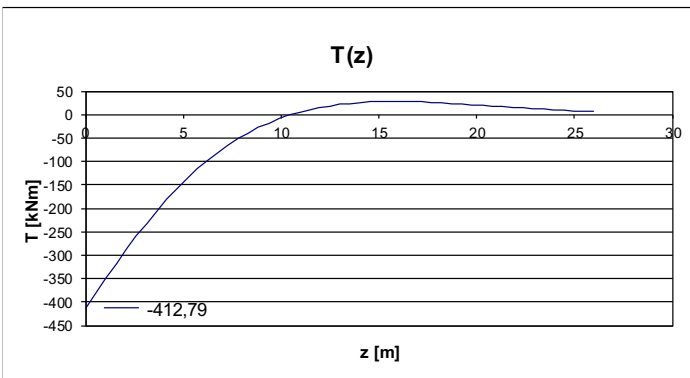
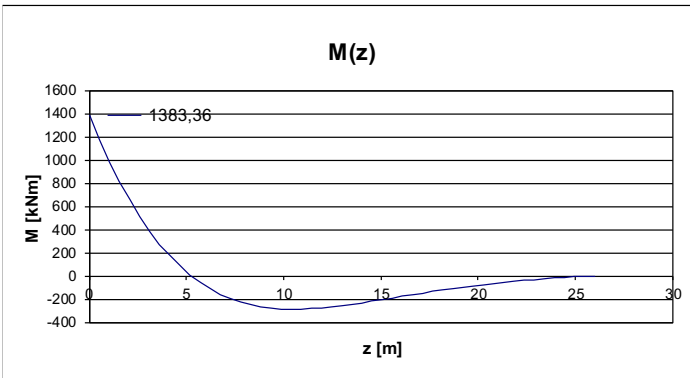
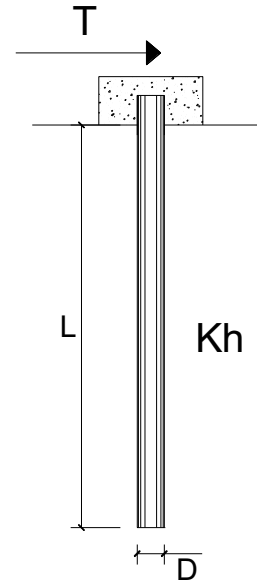
Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	412,79	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



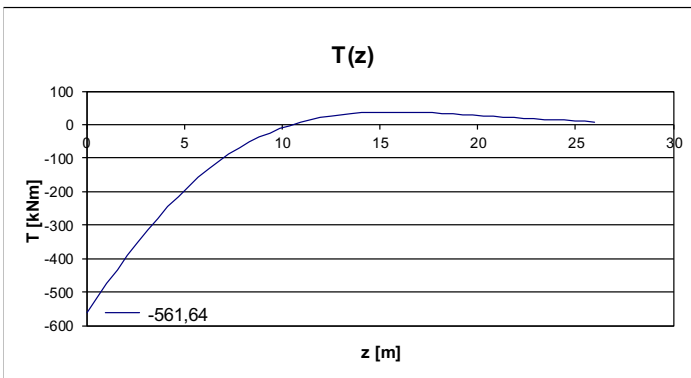
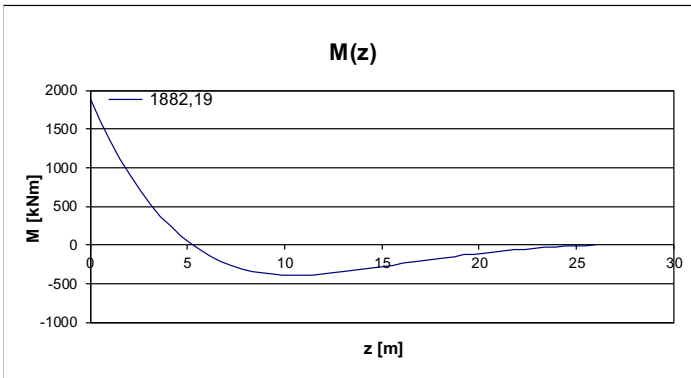
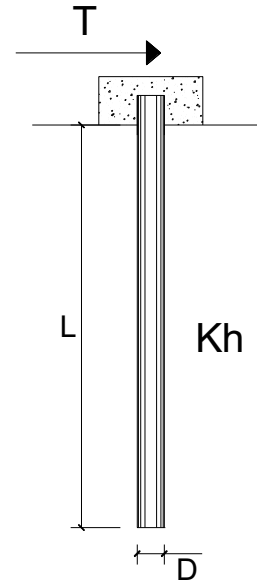
Combinazione allo Stato Limite Ultimo - STR

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	561,64	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



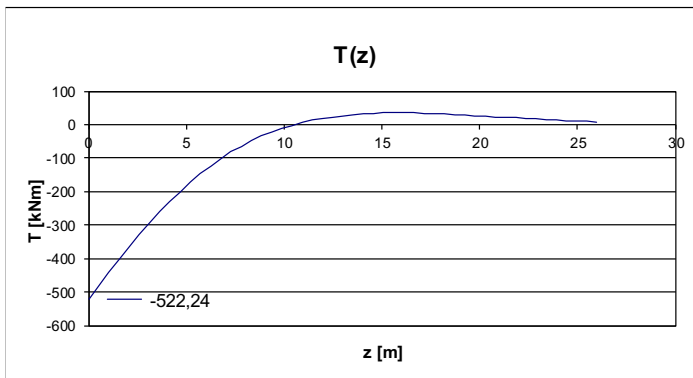
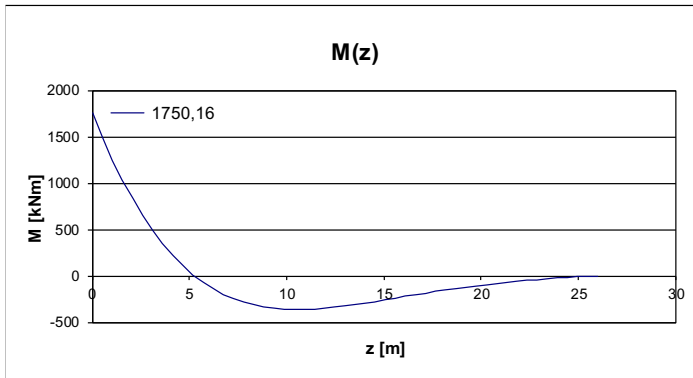
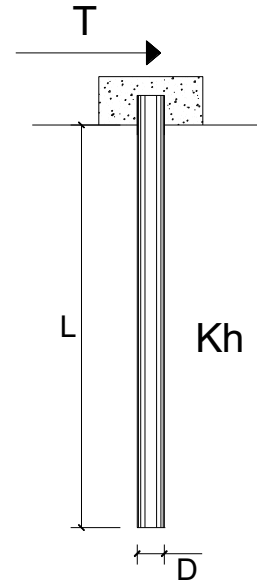
Combinazione allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

PALI IMPEDITI DI RUOTARE IN TESTA SOGGETTI A FORZE ORIZZONTALI

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del palo (D):	1,2	(m)
Lunghezza del palo (L)	26	(m)
Coefficiente di reazione laterale (k_h):	5,287	(N/cm ³)
Forza orizzontale agente (T):	522,24	(kN)
fck del calcestruzzo:	24,9	(MPa)
fcm del calcestruzzo:	32,9	(MPa)
Ecls ($E = 22000(f_{cm}/10)^{0.3}$):	31447	(MPa)
J ($J = \pi \cdot D^4/64$):	10178760	(cm ⁴)
λ (lunghezza elastica $\lambda = (4 \cdot EJ/k_h \cdot D)^{1/4}$):	670,25	(cm)



22.2.4 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI VERIFICA

SOTTOSTRUTTURA		COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	$R_{V,Sd}$ [kN]	M_{Sd} [kNm]
SPALLA B	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	2.498,67	336,04	357,53	1.198,17
		SLE - FREQUENTE	2.688,43	329,07	379,59	1.272,10
		SLE - CARATTERISTICA	2.775,24	304,52	395,01	1.323,78
		SLU - STR	3.775,16	407,78	537,24	1.800,42
		SLV	2.986,12	37,20	507,43	1.700,52
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	2.651,53	349,43	366,37	1.227,80
		SLE - FREQUENTE	2.924,97	344,27	395,11	1.324,11
		SLE - CARATTERISTICA	3.040,19	318,76	412,79	1.383,36
		SLU - STR	4.139,37	427,46	561,64	1.882,19
		SLV	3.129,43	58,82	522,24	1.750,16

23 SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE

23.1 SEZIONE ED ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a **120 cm**.

L'armatura verticale (armatura di forza) è prevista come segue:

Gabbia superiore

- **36Ø26** disposti a raggiera (strato esterno)
- **12Ø26** disposti a raggiera (strato interno)

Gabbie inferiori

- **18Ø20** disposti a raggiera

L'armatura a taglio è costituita da una spirale:

- **Ø12/10** (gabbia superiore)
- **Ø12/20** (gabbie inferiori)

Il copriferro netto minimo è assunto pari a **60 mm**.

23.2 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

23.2.1 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 2.651,53$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 1.227,80$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: - □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo:

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]

Raggio interno: 0 [cm]

N° barre uguali: 48

Diametro barre: 2,6 [cm]

Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 2651,53 kN

M_{xEd}: 0 1227,80 kNm

M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN: yN:

Metodo di calcolo

S.L.U. + S.L.U. -

Metodo n

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

E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 1

ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75

$\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6

τ_{c1} : 1,829

σ_c : -7,59 N/mm²

σ_s : 65,47 N/mm²

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 3

Precompresso

ϵ_s : 0,3273 ‰

d: 110,4 cm

x: 70,06 x/d: 0,6349

δ : 1

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,59 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 65,47 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.2.2 COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 349,43$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.227,80$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno 60 [cm], Raggio interno 0 [cm], N° barre uguali 48, Diametro barre 2,6 [cm], Copriferro (baric.) 9,65 [cm].
- Sollecitazioni:** Metodo n, N_{Ed} 0, M_{xEd} 0, M_{yEd} 0, N_{Sd} 349,43 kN, M_{Sd} 1227,80 kNm.
- Materiali:** B450C and C25/30. Properties include ϵ_{su} 67,5 ‰, f_{yd} 391,3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², ϵ_{c2} 2 ‰, ϵ_{cu} 3,5 ‰, f_{cd} 14,17, E_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1,957 ‰, $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm², τ_{co} 0,6, τ_{c1} 1,829.
- Stress Results:** σ_c -7,099 N/mm², σ_s 149 N/mm², ϵ_s 0,7449 ‰, d 110,4 cm, x 46, x/d 0,4168, δ 0,961.
- Other Parameters:** Vertici: 52, N° iterazioni: 4, Precompresso checkbox.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,09 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 149,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.2.3 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 2.924,97$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.324,11$ kNm.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 8,19 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 68,72 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.2.4 COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE – N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 344,27$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.324,11$ kNm.

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 60 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 48
- Diametro barre: 2,6 [cm]
- Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 344,27 kN

M_{xEd}: 0 1324,11 kNm

M_{yEd}: 0 0

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

E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1

ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 9,75

σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,6

τ_{c1}: 1,829

σ_c: -7,645 N/mm²

σ_s: 162 N/mm²

ε_s: 0,8102 ‰

d: 110,4 cm

x: 45,73 x/d: 0,4144

δ: 0,958

Vertici: 52

N° iterazioni: 4

Precompresso:

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,64 \text{ N/mm}^2 < 0,45 f_{ck} = 11,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 162,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.2.5 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.040,19$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.383,36$ kNm.

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 60 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 48
- Diametro barre: 2,6 [cm]
- Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

Sollecitazioni

- N_{Ed}: 0
- M_{xEd}: 0
- M_{yEd}: 0
- 3040,19 kN
- 1383,36 kNm
- 0

Materiali

- B450C: $\epsilon_{su} = 67,5$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $E_s/E_c = 15$, $\epsilon_{syd} = 1,957$ ‰, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm²
- C25/30: $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $\epsilon_{cu} = 3,5$ ‰, $f_{cd} = 14,17$ N/mm², $\tau_{co} = 0,6$, $\tau_{c1} = 1,829$

Calcoli

- $\sigma_c = -8,562$ N/mm²
- $\sigma_s = 72,24$ N/mm²
- $\epsilon_s = 0,3612$ ‰
- d = 110,4 cm
- x = 70,62, x/d = 0,64
- $\delta = 1$

Verifica

- Vertici: 52
- N° iterazioni: 3
- Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 8,56 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 72,24 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.2.6 COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA - N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 318,76$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.383,36$ kNm.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

$$\sigma_c = 7,97 \text{ N/mm}^2 < 0,60 f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 171,00 \text{ N/mm}^2 < 0,80 f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

23.3.1 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE - N_{MAX}

Dati	<u>Verifica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	65 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
R _{ck}	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,2 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
f _{ck}	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A _φ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E _s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f _{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E _{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E _s /E _{cm}
f _{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000189	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000187	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000189	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w _d	✓ 0,054 mm	Valore di calcolo apertura fessure

23.3.2 COMBINAZIONE SLE – QUASI PERMANENTE – N_{MIN}

Dati	Verica fessurazione sezione circolare CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6	
σ_s	149 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,2 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A_ϕ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E_s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E_{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E_s/E_{cm}
f_{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000587	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000426	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000587	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d	✓ 0,168 mm	Valore di calcolo apertura fessure

23.3.3 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE - N_{MAX}

Dati	<u>Verica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	69 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
Rck	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,3 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
fck	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A_ϕ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E_s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E_{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E_s/E_{cm}
f_{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000204	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000196	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000204	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w_d	✓ 0,058 mm	Valore di calcolo apertura fessure

23.3.4 COMBINAZIONE SLE – FREQUENTE - N_{MIN}

Dati	<u>Verica fessurazione sezione circolare</u> <u>CIRCOLARE 2/02/2009 N°617 Par.C.4.1.2.2.4.6</u>	
σ_s	162 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
R _{ck}	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	26 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	48	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k_t	0,4	$k_t=0,6; 0,4$ carichi breve durata/lunga durata
k_2	0,5	$k_2=0,5; 1,0$ caso flessione/trazione semplice
k_1	0,8	$k_1=0,8; 1,6$ barre aderenza migliorata/lisce
w	0,3 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
f _{ck}	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	67 mm	Interasse ferri longitudinali
A _φ	531 mm ²	Area barra longitudinale
E _s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f _{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E _{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α_e	6,68	Rapporto E _s /E _{cm}
f _{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ_{eff}	0,0539	Rapporto area acciaio/area efficace
ϵ_{sm1}	0,000649	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ϵ_{sm2}	0,000463	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ϵ_{sm}	0,000649	Deformazione unitaria media
k_3	3,4	Coefficiente
k_4	0,4	Coefficiente
Δs_{max}	285,9 mm	Distanza massima tra le fessure
w _d	✓ 0,185 mm	Valore di calcolo apertura fessure

23.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE

23.4.1 CONDIZIONE STATICA SLU - STR - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 4.139,37$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.882,19$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 60 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 48
- Diametro barre: 2,6 [cm]
- Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 4139,37 kN

M_{xEd}: 1882,19 kNm

M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

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
- E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 1
- ϵ_{syd} : 1,957 % $\sigma_{c,adm}$: 9,75
- $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
- τ_{c1} : 1,829

M_{xRd}: 4.711 kNm

σ_c : -14,17 N/mm²

σ_s : 391,3 N/mm²

ϵ_c : 3,5 %

ϵ_s : 3,825 %

d: 110,4 cm

x: 52,73 x/d: 0,4778

δ : 1

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
- Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

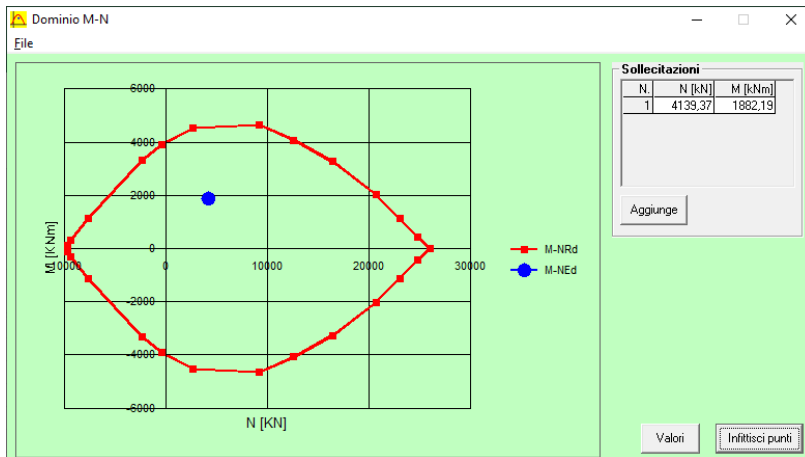
L_o: 0 cm Col. modello

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = 4.711,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1.882,19 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.4.2 CONDIZIONE STATICA SLU - STR - N_{MIN}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 427,46$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.882,19$ kNm.

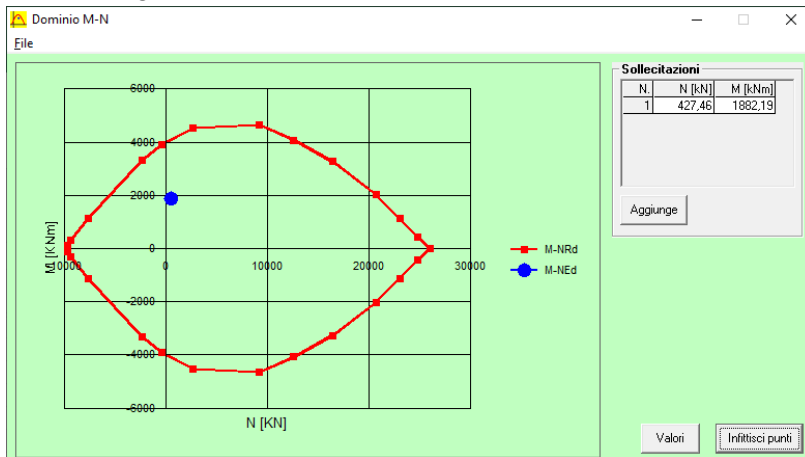
The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key parameters are as follows:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno 60 [cm], Raggio interno 0 [cm], N° barre uguali 48, Diametro barre 2,6 [cm], Copriferro (baric.) 9,65 [cm].
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n. $N_{Ed} = 427,46$ kN, $M_{xEd} = 1882,19$ kNm, $M_{yEd} = 0$.
- Materiali:** B450C and C25/30. $E_{su} = 67,5$ ‰, $E_{c2} = 2$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $E_{cu} = 3,5$, $E_s = 200.000$ N/mm², $f_{cd} = 14,17$, $E_s/E_c = 15$, $f_{cc}/f_{cd} = 1$, $E_{syd} = 1,957$ ‰, $\sigma_{c,adm} = 9,75$, $\sigma_{s,adm} = 255$ N/mm², $\tau_{co} = 0,6$, $\tau_{c1} = 1,829$.
- Calcolo:** Metodo di calcolo S.L.U. + Metodo n. Tipo flessione Retta. Vertici: 52, N° rett. 100. $M_{Rd} = 4.117$ kNm.
- Geometria:** $\sigma_c = -14,17$ N/mm², $\sigma_s = 391,3$ N/mm², $\epsilon_s = 3,5$ ‰, $\epsilon_s = 6,485$ ‰, $d = 110,4$ cm, $x = 38,68$, $x/d = 0,3505$, $\delta = 0,8782$.

Il momento resistente risulta pari a:

$M_{Rd} = 4.117,00$ kNm $>$ $M_{Sd} = 1.882,19$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.4.3 CONDIZIONE SISMICA SLV - N_{MAX}

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 3.129,43$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.750,16$ kNm.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 2,6 [cm]
 Copriferro (baric.): 9,65 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 3129,43 0 kN
 M_{xEd}: 1750,16 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

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

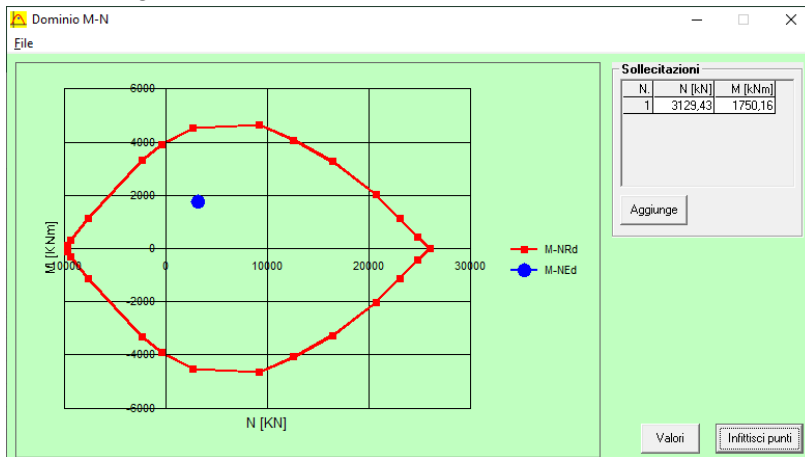
ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391,3 N/mm² ε_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14,17 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 1 ?
 ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 9,75 ‰
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,6 ‰
 τ_{c1}: 1,829 ‰

M_{xRd}: 4.599 kNm

g_c: -14,17 N/mm²
 g_s: 391,3 N/mm²
 ε_s: 4,396 ‰
 d: 110,4 cm
 x: 48,91 x/d: 0,4433
 δ: 0,9941

Il momento resistente risulta pari a:
 $M_{Rd} = 4.599,00$ kNm > $M_{Sd} = 1.750,16$ kNm

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.4.4 CONDIZIONE SISMICA SLV – N_{MIN}

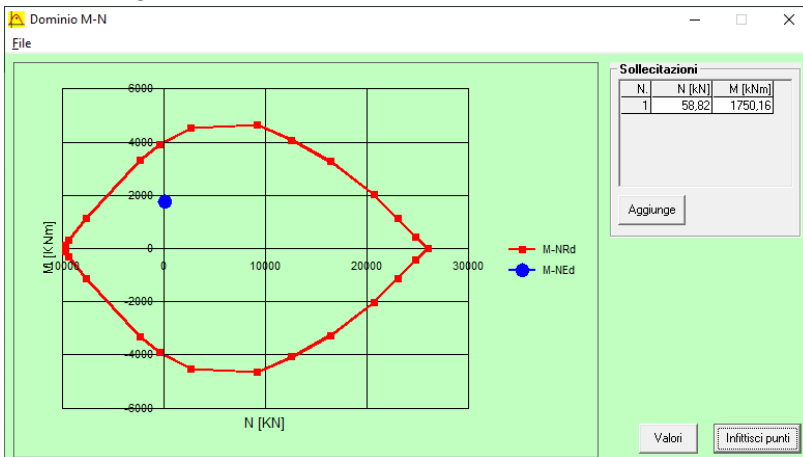
L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 58,82$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 1.750,16$ kNm.

Il momento resistente risulta pari a:

$$M_{Rd} = 4.029,00 \text{ kNm} > M_{Sd} = 1.750,16 \text{ kNm}$$

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

23.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{Sd} = 561,64$ kN.

A favore di sicurezza non viene considerato il contributo dell'azione normale.

La verifica viene condotta su una sezione quadrata equivalente di lato pari a **106,34 cm** (equivalenza d'area).

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	106,35	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	106,35	[cm]
Copriferro netto:	c	6,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	100,35	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C25/30	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	561,64	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	2,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	10,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trav}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	22,60	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	106,35	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	7,06	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	798,70	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	3388,16	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	798,70	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	1,42	

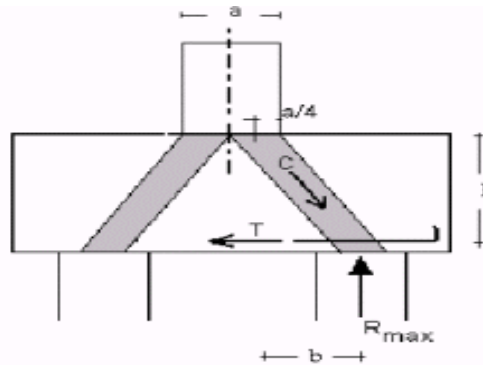
LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

24 SPALLA B – VERIFICHE STRUTTURALI DELLE ZATTERE DI FONDAZIONE

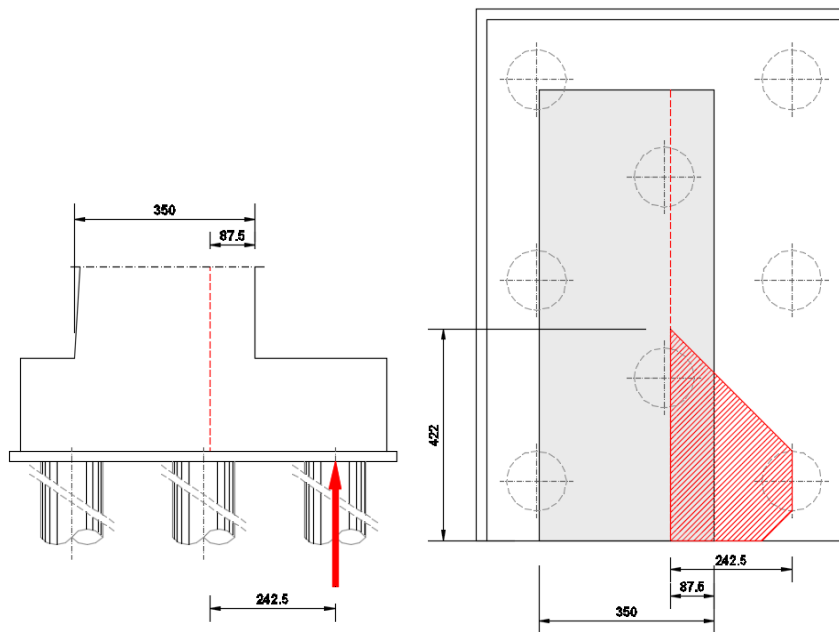
24.1 ZATTERA DI FONDAZIONE – VERIFICHE STRUTTURALI

La verifica della zattera di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando la capacità ultima di resistenza dell'elemento strutturale rispetto ai principali meccanismi di collasso individuabili.

È necessario osservare che, dato il valore dei rapporti altezza – aggetto dalla pila nelle diverse situazioni presenti nel progetto, le mensole da verificare sono di tipo “tozzo”. Pertanto non può essere impiegata la “teoria della trave”, ma è più opportuno adottare una schematizzazione a traliccio basata sull'ipotesi di un meccanismo di trasferimento degli sforzi a “tirante di acciaio” – “puntone di cls” che meglio rappresenta il reale andamento delle tensioni all'interno dei materiali costituenti l'elemento.



Per la verifica della fondazione è necessario per prima cosa stabilire la larghezza di zattera di fondazione competente al singolo palo, da assumere per il meccanismo resistente a tirante-puntone. si ottiene diffondendo il carico trasmesso dal palo secondo delle isostatiche a 45°, ed è pari a $l = 4,22 \text{ m}$, come mostrato delle immagini successive:



Di seguito si assume quindi un sistema a tirante-puntone isolato dal resto del plinto e di larghezza pari a $l = 4,22 \text{ m}$, nel quale il tirante è costituito da **41Ø26** (Area: **217,68 cm²**).

Detta $h = 1,710 \text{ m}$ la distanza del baricentro del tirante inferiore dal lembo compresso superiore ed assumendo quale braccio b della mensola tozza, quello che va dal centro dei pali ad $\frac{1}{4}$ dello spessore del muro in elevazione, e pertanto $b = 2,425 \text{ m}$, si calcola la risultante ultima resistente sull'insieme dei pali di bordo in direzione trasversale, assumendo:

- $\sigma_s = 360,00 \text{ N/mm}^2$ (tensione limite definita per le verifiche di limitazione delle tensioni in esercizio)
- $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$ (resistenza di calcolo dell'acciaio)

La resistenza del tirante in acciaio costituito dall'armatura inferiore è valutata mediante la seguente relazione:

- Stato Limite di Esercizio $\rightarrow T_{Rd} = A_s \cdot \sigma_s \cdot \frac{h}{d}$
- Stato Limite Ultimo $\rightarrow T_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{h}{d}$

La tensione massima sul calcestruzzo della biella compressa è valutata mediante la seguente relazione:

$$\sigma_c = \frac{N_{Sd}}{(0,2 \cdot h \cdot l) \cdot (\text{sen}(\arctan(\frac{h}{b})))}$$

Di seguito sono riportate le verifiche del tirante metallico e dalla biella compressa in calcestruzzo per le differenti combinazioni di carico considerate:

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	l [m]	b [m]	h [m]	A _s [mm ²]	f _y [N/mm ²]	VERIFICA DEL TIRANTE IN ACCIAIO			VERIFICA DEL PUNTONE IN CLS			
							N _{Sd,max} [kN]	T _{Rd} [kN]	F _{SIC}	σ _c [N/mm ²]	σ _{lim} [N/mm ²]	F _{SIC}	
SPALLA B	ZATTERA SX	SLE - QUASI PERMANENTE	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	2.498,67	5.561,48	2,23	2,97	14,94	5,03
		SLE - FREQUENTE	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	2.688,43	5.561,48	2,07	3,20	14,94	4,67
		SLE - CARATTERISTICA	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	2.775,24	5.561,48	2,00	3,30	19,92	6,03
		SLU - STR	4,22	2,425	1,721	21.768,00	391,30	3.775,16	6.045,02	1,60	4,49	18,81	4,19
		SLV	4,22	2,425	1,721	21.768,00	391,30	2.986,12	6.045,02	2,02	3,55	18,81	5,30
	ZATTERA DX	SLE - QUASI PERMANENTE	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	2.651,53	5.561,48	2,10	3,15	14,94	4,74
		SLE - FREQUENTE	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	2.924,97	5.561,48	1,90	3,48	14,94	4,29
		SLE - CARATTERISTICA	4,22	2,425	1,721	21.768,00	360,00	3.040,19	5.561,48	1,83	3,62	19,92	5,51
		SLU - STR	4,22	2,425	1,721	21.768,00	391,30	4.139,37	6.045,02	1,46	4,92	18,81	3,82
		SLV	4,22	2,425	1,721	21.768,00	391,30	3.129,43	6.045,02	1,93	3,72	18,81	5,05

25 SPALLA B – VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

25.1 FORMULAZIONI ADOTTATE PER LA VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato Q_{LIM} mediante formule statiche è ottenuta valutando i massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale Q_S e di quella di punta Q_P :

$$Q_{LIM} + W_P = Q_S + Q_P$$

essendo W_P il peso proprio del palo.

Si fanno le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo – terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale Q_S e di capacità portante di punta Q_P non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

25.1.1 PALO IN TERRENO COESIVO SATURO

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale Q_S per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza a taglio non drenata originaria del terreno indisturbato:

$$\tau_s = \alpha \cdot c_u$$

In cui α è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costruzione del palo, dal tempo, dalla profondità e dal cedimento del palo.

Per la valutazione del coefficiente α per i pali trivellati si assume la seguente formulazione con c_u espresso in [kPa] (Viggiani, 1999):

- $c_u < 25 \rightarrow \alpha = 0,70$
- $25 < c_u < 70 \rightarrow \alpha = 0,70 - 0,08 \cdot (c_u - 25)$
- $70 < c_u \rightarrow \alpha = 0,35$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P si esegue un'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali. L'equazione di riferimento è formalmente identica a quella della capacità portante di fondazioni superficiali su terreno coesivo in condizioni non drenate:

$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0,P})$$

in cui:

- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- c_u è la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla profondità della base del palo;
- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;
- N_c è il fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a **9,00**.

25.1.2 PALO IN TERRENO INCOERENTE

Nel caso di pali in terreni incoerenti, e quindi a elevata permeabilità, l'analisi è svolta sempre con riferimento alle condizioni drenate e quindi in termini di tensioni efficaci.

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le sovrappressioni interstiziali che si generano durante la messa in opera del palo si siano dissipate al momento di applicazione del carico e che pertanto la tensione tangenziale limite possa essere valutata, con riferimento alle tensioni efficaci, nel modo seguente:

$$\tau_s = \sigma'_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta$$

in cui:

- σ'_h è la tensione efficace orizzontale nel terreno a contatto con il palo;
- σ'_{v0} è la tensione efficace verticale iniziale prima della messa in opera del palo;
- K è un coefficiente di spinta, rapporto fra σ'_h e $\sigma'_{v0} \rightarrow K = 1 - \text{sen}(\varphi')$
- $\tan \delta$ è il coefficiente di attrito palo – terreno $\rightarrow \mu = \tan \delta = \tan(\varphi')$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P dei pali in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

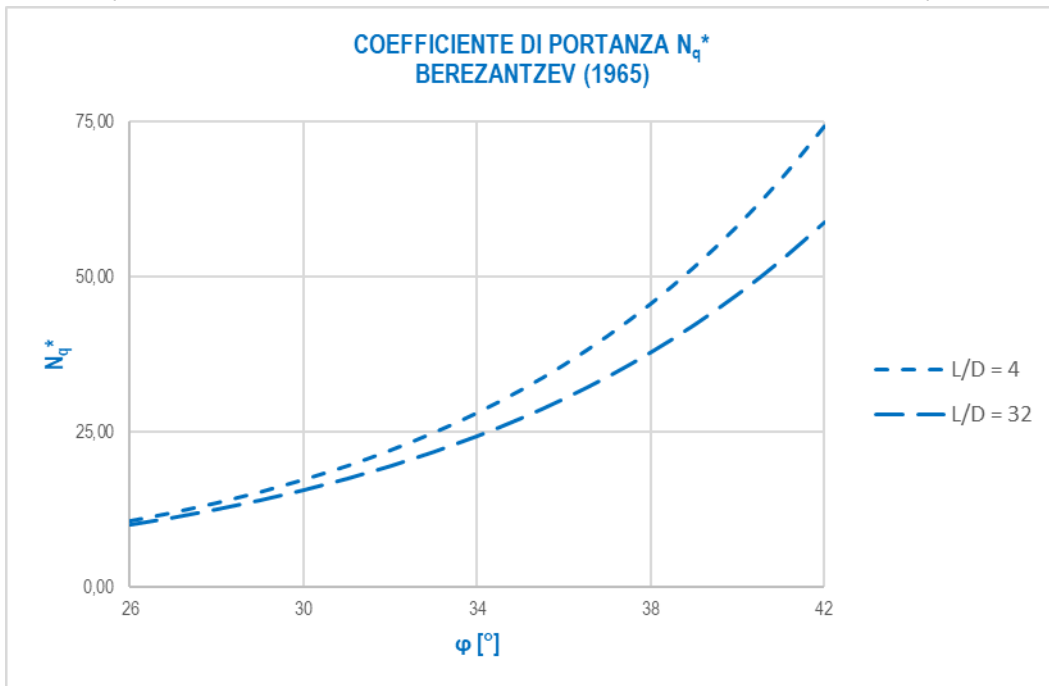
$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot \sigma'_{v0,P} \cdot N_q$$

in cui:

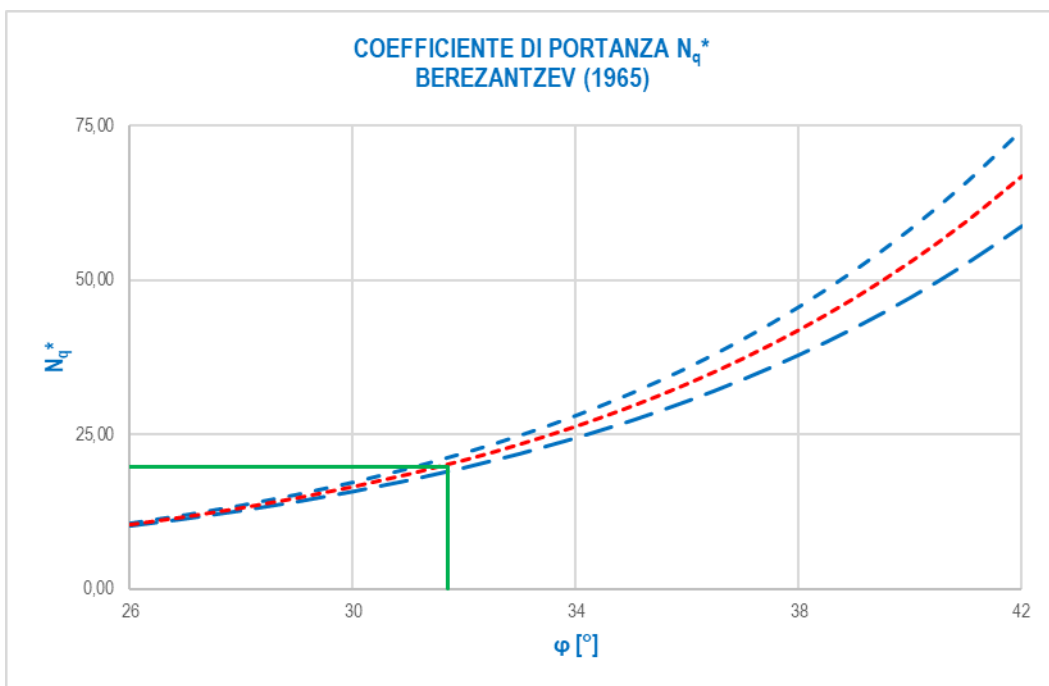
- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;
- N_q è il fattore di capacità portante.

25.2 VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI CAPACITÀ PORTANTE ALLA PUNTA N_q

Il fattore di capacità portante N_q è definito mediante il metodo di Berezantzev "ridotto" (1965), in funzione al valore dell'angolo di attrito del terreno in corrispondenza della base del palo e del rapporto tra lunghezza del palo L e diametro del palo D . Il valore di N_q^* è estrapolabile dal seguente abaco (per valori intermedi si procede mediante interpolazione lineare):



Considerato un terreno alla base con angolo di attrito pari a $31,70^\circ$ e un rapporto $L/D = 26,00/1,20 = 21,67$, è stato determinato un valore del coefficiente di portanza alla punta pari a $N_q^* = 19,48$.



Considerato l'utilizzo del metodo di Berezantzev "ridotto" per i pali di grande diametro (cautelativo), non è stata presa in considerazione la correlazione di Kishida per i pali trivellati.

25.3 VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE (CARICO LIMITE ULTIMO) E LATERALE DEL PALO

Le verifiche geotecniche di carico limite ultimo e portanza laterale sono state condotte mediante il software CARL 12.0 (Aztec Informatica).

Considerato il piano di posa della zattera di fondazione posto a quota **-2,80 m** dal piano di campagna (pari allo spessore della zattera), si considera una pressione iniziale in corrispondenza di tale piano (testa palo) pari al peso del terreno originario rimosso:

$$p = 18,50 \times 2,80 = 27,75 \text{ kN/m}^2 = 0,518 \text{ kg/cm}^2$$

Si considera, per i primi **3,0 m** a partire dalla testa palo, la presenza del lamierino metallico a perdere.

Le verifiche sono state condotte per le combinazioni allo Stato Limite Ultimo statiche e sismiche maggiormente gravose, considerando i seguenti carichi:

COMBINAZIONE	N_{sd} [kN]	V_{sd} [kN]
SLU - STR	4.139,37	561,64
SLV	3.129,43	522,24

Il peso proprio del palo è tenuto in conto in maniera automatica dal software di calcolo.

Richiami teorici

Determinazione della capacità portante

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).

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:

$$\tau_a = c_a + \sigma_h \text{tg } \delta$$

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:

$$\text{Int}^L(C(c_a + K_s \sigma_v \text{tg } \delta) dz)$$

Analisi del palo soggetto a forze orizzontali (Portanza trasversale)

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidezze non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidezza elastica, K_h , espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidezza che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molle non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_y la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidezza pari a:

$$K_m = d_y E D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c=c_u$, $\phi=0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

Dati

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X	Y	D	L
		[m]	[m]	[m]	[m]
Palo 120	(C)	0,00	0,00	120,00	26,00

Materiali palo

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	305,91	[kg/cm ²]
Peso specifico	2500,00	[kg/mc]
Modulo elastico	320665,55	[kg/cm ²]
Coeff. di omogeneizzazione	15,00	

Acciaio

Tipo	B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	4588,65	[kg/cm ²]

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

Caratteristiche pali

Pali in c.a.

Armatura con ferri longitudinali e staffe

Tipo di palo TRIVELLATO

Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
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
<i>c_{min}, c_{med}</i>	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
<i>c_{amin}, c_{amed}</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	<i>c</i>	<i>ca</i>
	[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
G3	1850,0	1850,0	30,90	30,90	0,000	0,000
S1	1900,0	1900,0	31,70	31,70	0,000	0,000

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cmq]	ca [kg/cmq]
G3 (lamierino)	1850,0	1850,0	30,90	30,90	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	Cmin [kg/cmq]	Ca_min [kg/cmq]
G3	30,89	30,89	0,000	0,000
S1	31,69	31,69	0,000	0,000
G3 (lamierino)	30,89	30,89	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	Cmed [kg/cmq]	Ca_med [kg/cmq]
G3	30,90	30,90	0,000	0,000
S1	31,70	31,70	0,000	0,000
G3 (lamierino)	30,90	30,90	0,000	0,000

Falda

Profondità dal piano di posa 0,00 [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]
- Terreno Terreno dello strato
- Kw Costante di Winkler espressa in Kg/cm²/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	-3,0	-3,0	-3,0	G3 (lamierino)	0.14	0.00	1.00
2	-7,1	-7,1	-7,1	G3	0.14	0.49	1.00
3	-30,0	-30,0	-30,0	S1	0.67	0.48	1.00

Normativa

N.T.C. 2018 - Approccio 2

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
- $\gamma_{tang'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
- γ_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_γ Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale 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	$\gamma_{tang'}$	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
Resistenza a compressione uniaassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali trivellati

		R3
Punta	γ_b	1.35
Laterale compressione	γ_s	1.15
Totale compressione	γ_t	1.30
Laterale trazione	γ_{st}	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R3
	γ_T	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali
 Numero di verticali indagate 7 $\xi_3=1.45$ $\xi_4=1.28$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

- Carichi verticali positivi verso il basso.
- Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
- Momento positivo senso antiorario.
- fnd Indice della fondazione
- N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kg]
- M_{YTOT} Momento in direzione Y espresso in [kgm]
- T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - VARIABILE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{TOT} [kg]
Palo 120	413937,0	0,0	56164,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	M_{YTOT} [kgm]	T_{TOT} [kg]
Palo 120	312943,0	0,0	52224,0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

- γ Coefficiente di partecipazione della condizione
- ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - STR - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 2	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' stata impostata una pressione a piano campagna pari a 0,52 [kg/cmq]
 L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Pressione passiva con moltiplicatore = 3.00)

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 [kg]
 Pp_{min}, Pp_{med} Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
 Pd Portanza di progetto espressa in [kg]
 N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
 η Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	29.92	19.48
2	29.92	19.48

cmb	Pl _{med}	Pp _{med}	Pl _{min}	Pp _{min}	Wp	Pd	N	η
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	454846	621912	454668	621211	73513	516965	413937	1.249
2	454846	621912	454668	621211	73513	516965	312943	1.652

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione
 Tu Taglio resistente ultimo in testa al palo, espresso in [kg]
 Tx Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
 η=Tu/Tx Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Tu	T	η
	[kg]	[kg]	
1	89036	56164	1,585
2	89036	52224	1,705

Spostamenti e pressioni

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo
 Y ordinata palo espressa in [cm]
 Ue spostamento espresso in [cm]
 Pe pressione espressa in [kg/cm²]

Combinazione n° 1

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm ²]		[m]	[cm]	[kg/cm ²]		[m]	[cm]	[kg/cm ²]
1	0,00	2,5894	0,370	2	0,26	2,5866	0,370	3	0,52	2,5784	0,369
4	0,78	2,5652	0,367	5	1,04	2,5472	0,364	6	1,30	2,5246	0,361
7	1,56	2,4979	0,357	8	1,82	2,4672	0,353	9	2,08	2,4327	0,348
10	2,34	2,3949	0,342	11	2,60	2,3538	0,337	12	2,86	2,3098	0,330
13	3,12	2,2630	0,324	14	3,38	2,2138	0,317	15	3,64	2,1624	0,309
16	3,90	2,1089	0,302	17	4,16	2,0536	0,294	18	4,42	1,9967	0,286
19	4,68	1,9384	0,277	20	4,94	1,8790	0,269	21	5,20	1,8185	0,260
22	5,46	1,7573	0,251	23	5,72	1,6955	0,242	24	5,98	1,6332	0,234
25	6,24	1,5708	0,225	26	6,50	1,5082	0,216	27	6,76	1,4458	0,207
28	7,02	1,3836	0,198	29	7,28	1,3220	0,188	30	7,54	1,2609	0,184
31	7,80	1,2006	0,180	32	8,06	1,1412	0,176	33	8,32	1,0828	0,172
34	8,58	1,0255	0,168	35	8,84	0,9694	0,165	36	9,10	0,9147	0,161
37	9,36	0,8613	0,159	38	9,62	0,8094	0,154	39	9,88	0,7589	0,151
40	10,14	0,7100	0,147	41	10,40	0,6627	0,144	42	10,66	0,6169	0,141
43	10,92	0,5728	0,138	44	11,18	0,5303	0,135	45	11,44	0,4895	0,132
46	11,70	0,4502	0,130	47	11,96	0,4126	0,127	48	12,22	0,3767	0,125
49	12,48	0,3423	0,123	50	12,74	0,3095	0,120	51	13,00	0,2783	0,117
52	13,26	0,2486	0,117	53	13,52	0,2205	0,114	54	13,78	0,1938	0,113
55	14,04	0,1685	0,111	56	14,30	0,1446	0,097	57	14,56	0,1221	0,082

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
58	14,82	0,1009	0,068	59	15,08	0,0811	0,054	60	15,34	0,0624	0,042
61	15,60	0,0449	0,030	62	15,86	0,0286	0,019	63	16,12	0,0134	0,009
64	16,38	-0,0008	-0,001	65	16,64	-0,0140	-0,009	66	16,90	-0,0262	-0,018
67	17,16	-0,0375	-0,025	68	17,42	-0,0479	-0,032	69	17,68	-0,0575	-0,039
70	17,94	-0,0663	-0,045	71	18,20	-0,0743	-0,050	72	18,46	-0,0817	-0,055
73	18,72	-0,0884	-0,059	74	18,98	-0,0946	-0,064	75	19,24	-0,1001	-0,067
76	19,50	-0,1051	-0,071	77	19,76	-0,1096	-0,074	78	20,02	-0,1137	-0,076
79	20,28	-0,1173	-0,079	80	20,54	-0,1206	-0,081	81	20,80	-0,1235	-0,083
82	21,06	-0,1261	-0,085	83	21,32	-0,1284	-0,086	84	21,58	-0,1304	-0,088
85	21,84	-0,1322	-0,089	86	22,10	-0,1338	-0,090	87	22,36	-0,1353	-0,091
88	22,62	-0,1365	-0,092	89	22,88	-0,1376	-0,092	90	23,14	-0,1386	-0,093
91	23,40	-0,1396	-0,094	92	23,66	-0,1404	-0,094	93	23,92	-0,1411	-0,095
94	24,18	-0,1418	-0,095	95	24,44	-0,1425	-0,096	96	24,70	-0,1432	-0,096
97	24,96	-0,1438	-0,097	98	25,22	-0,1444	-0,097	99	25,48	-0,1450	-0,097
100	25,74	-0,1456	-0,098	101	26,00	-0,1461	-0,098	102			

Combinazione n° 2

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	2,4077	0,344	2	0,26	2,4051	0,344	3	0,52	2,3975	0,343
4	0,78	2,3852	0,341	5	1,04	2,3685	0,339	6	1,30	2,3475	0,336
7	1,56	2,3226	0,332	8	1,82	2,2941	0,328	9	2,08	2,2621	0,323
10	2,34	2,2268	0,318	11	2,60	2,1887	0,313	12	2,86	2,1477	0,307
13	3,12	2,1043	0,301	14	3,38	2,0585	0,294	15	3,64	2,0107	0,288
16	3,90	1,9609	0,280	17	4,16	1,9095	0,273	18	4,42	1,8566	0,265
19	4,68	1,8025	0,258	20	4,94	1,7472	0,250	21	5,20	1,6910	0,242
22	5,46	1,6340	0,234	23	5,72	1,5765	0,225	24	5,98	1,5187	0,217
25	6,24	1,4606	0,209	26	6,50	1,4024	0,201	27	6,76	1,3444	0,192
28	7,02	1,2866	0,184	29	7,28	1,2292	0,186	30	7,54	1,1724	0,178
31	7,80	1,1164	0,159	32	8,06	1,0611	0,173	33	8,32	1,0068	0,167
34	8,58	0,9535	0,141	35	8,84	0,9014	0,160	36	9,10	0,8505	0,152
37	9,36	0,8009	0,123	38	9,62	0,7526	0,150	39	9,88	0,7057	0,144
40	10,14	0,6602	0,108	41	10,40	0,6162	0,144	42	10,66	0,5737	0,138
43	10,92	0,5326	0,094	44	11,18	0,4931	0,131	45	11,44	0,4551	0,130
46	11,70	0,4186	0,081	47	11,96	0,3837	0,125	48	12,22	0,3502	0,123
49	12,48	0,3183	0,070	50	12,74	0,2878	0,119	51	13,00	0,2588	0,114
52	13,26	0,2312	0,061	53	13,52	0,2050	0,113	54	13,78	0,1802	0,111
55	14,04	0,1567	0,055	56	14,30	0,1345	0,109	57	14,56	0,1136	0,107
58	14,82	0,0939	0,051	59	15,08	0,0754	0,051	60	15,34	0,0580	0,039
61	15,60	0,0418	0,028	62	15,86	0,0266	0,018	63	16,12	0,0124	0,008
64	16,38	-0,0008	-0,001	65	16,64	-0,0130	-0,009	66	16,90	-0,0243	-0,016
67	17,16	-0,0348	-0,023	68	17,42	-0,0445	-0,030	69	17,68	-0,0534	-0,036
70	17,94	-0,0616	-0,041	71	18,20	-0,0691	-0,046	72	18,46	-0,0760	-0,051
73	18,72	-0,0822	-0,055	74	18,98	-0,0879	-0,059	75	19,24	-0,0931	-0,063
76	19,50	-0,0977	-0,066	77	19,76	-0,1019	-0,069	78	20,02	-0,1057	-0,071
79	20,28	-0,1091	-0,073	80	20,54	-0,1121	-0,075	81	20,80	-0,1148	-0,077
82	21,06	-0,1172	-0,079	83	21,32	-0,1194	-0,080	84	21,58	-0,1213	-0,082
85	21,84	-0,1230	-0,083	86	22,10	-0,1245	-0,084	87	22,36	-0,1258	-0,085
88	22,62	-0,1269	-0,085	89	22,88	-0,1280	-0,086	90	23,14	-0,1289	-0,087
91	23,40	-0,1298	-0,087	92	23,66	-0,1305	-0,088	93	23,92	-0,1312	-0,088
94	24,18	-0,1319	-0,089	95	24,44	-0,1325	-0,089	96	24,70	-0,1331	-0,089
97	24,96	-0,1337	-0,090	98	25,22	-0,1342	-0,090	99	25,48	-0,1348	-0,091
100	25,74	-0,1353	-0,091	101	26,00	-0,1359	-0,091	102			

Spostamenti e pressioni limiti

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo
Y ordinata palo espressa in [cm]
Ur spostamento limite espresso in [cm]
Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	4,1056	0,587	2	0,26	4,1012	0,586	3	0,52	4,0882	0,585
4	0,78	4,0672	0,582	5	1,04	4,0386	0,578	6	1,30	4,0029	0,572
7	1,56	3,9604	0,566	8	1,82	3,9117	0,559	9	2,08	3,8570	0,552
10	2,34	3,7970	0,543	11	2,60	3,7318	0,534	12	2,86	3,6620	0,524
13	3,12	3,5879	0,513	14	3,38	3,5099	0,502	15	3,64	3,4283	0,490
16	3,90	3,3435	0,478	17	4,16	3,2558	0,466	18	4,42	3,1656	0,453
19	4,68	3,0732	0,439	20	4,94	2,9789	0,426	21	5,20	2,8831	0,412
22	5,46	2,7860	0,398	23	5,72	2,6880	0,384	24	5,98	2,5893	0,370
25	6,24	2,4902	0,356	26	6,50	2,3910	0,342	27	6,76	2,2921	0,328

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
28	7,02	2,1935	0,314	29	7,28	2,0957	1,408	30	7,54	1,9989	1,343
31	7,80	1,9033	1,279	32	8,06	1,8091	1,216	33	8,32	1,7165	1,153
34	8,58	1,6257	1,092	35	8,84	1,5368	1,033	36	9,10	1,4500	0,974
37	9,36	1,3654	0,918	38	9,62	1,2831	0,862	39	9,88	1,2031	0,808
40	10,14	1,1255	0,756	41	10,40	1,0505	0,706	42	10,66	0,9780	0,657
43	10,92	0,9080	0,610	44	11,18	0,8406	0,565	45	11,44	0,7759	0,521
46	11,70	0,7137	0,480	47	11,96	0,6541	0,440	48	12,22	0,5971	0,401
49	12,48	0,5426	0,365	50	12,74	0,4906	0,330	51	13,00	0,4411	0,296
52	13,26	0,3941	0,265	53	13,52	0,3494	0,235	54	13,78	0,3071	0,206
55	14,04	0,2670	0,179	56	14,30	0,2292	0,154	57	14,56	0,1935	0,130
58	14,82	0,1600	0,108	59	15,08	0,1284	0,086	60	15,34	0,0988	0,066
61	15,60	0,0711	0,048	62	15,86	0,0453	0,030	63	16,12	0,0211	0,014
64	16,38	-0,0013	-0,001	65	16,64	-0,0222	-0,015	66	16,90	-0,0416	-0,028
67	17,16	-0,0594	-0,040	68	17,42	-0,0759	-0,051	69	17,68	-0,0911	-0,061
70	17,94	-0,1051	-0,071	71	18,20	-0,1179	-0,079	72	18,46	-0,1296	-0,087
73	18,72	-0,1402	-0,094	74	18,98	-0,1499	-0,101	75	19,24	-0,1587	-0,107
76	19,50	-0,1667	-0,112	77	19,76	-0,1738	-0,117	78	20,02	-0,1803	-0,121
79	20,28	-0,1860	-0,125	80	20,54	-0,1912	-0,128	81	20,80	-0,1958	-0,132
82	21,06	-0,1999	-0,134	83	21,32	-0,2036	-0,137	84	21,58	-0,2068	-0,139
85	21,84	-0,2097	-0,141	86	22,10	-0,2122	-0,143	87	22,36	-0,2144	-0,144
88	22,62	-0,2164	-0,145	89	22,88	-0,2182	-0,147	90	23,14	-0,2198	-0,148
91	23,40	-0,2212	-0,149	92	23,66	-0,2225	-0,150	93	23,92	-0,2237	-0,150
94	24,18	-0,2249	-0,151	95	24,44	-0,2259	-0,152	96	24,70	-0,2269	-0,152
97	24,96	-0,2279	-0,153	98	25,22	-0,2289	-0,154	99	25,48	-0,2298	-0,154
100	25,74	-0,2307	-0,155	101	26,00	-0,2317	-0,156	102			

Di seguito sono riepilogati i coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche desunti dal software di calcolo relativamente alle diverse combinazioni di carico considerate:

COMBINAZIONE	CARICO LIMITE	PORTANZA LATERALE
SLU - STR	1,249	1,585
SLV	1,652	1,705

25.4 VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DEI PALI IN GRUPPO

Trattandosi di terreni incoerenti l'efficienza dei pali in gruppo è di norma superiore all'unità. Nel caso in esame, a favore di sicurezza, si considera un'efficienza unitaria dei pali in gruppo.

25.5 VALIDAZIONE MANUALE DEI RISULTATI DEL SOFTWARE

Nella tabella successiva è riportata la determinazione della portanza laterale caratteristica del palo di fondazione:

Diametro del palo	1,20	[m]
Lunghezza del palo	26,00	[m]
Quota di falda	0,00	[m]
Pressione al piano di posa della zattera di fondazione	51,80	[kN/m ²]

z [m]	v [kN/m ²]	v' [kN/m ²]	v_w [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	σ_w [kN/m ²]	σ'_v [kN/m ²]	φ [°]	K = 1-sen(φ)	μ=tan(δ)=tan(φ)	τ_s [kN/m ²]	τ_s,media [kN/m ²]	R_L,k [kN]
0,00	18,50	8,50	10,00	51,80	0,00	51,80	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
1,00	18,50	8,50	10,00	70,30	10,00	60,30	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
2,00	18,50	8,50	10,00	88,80	20,00	68,80	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
3,00	18,50	8,50	10,00	107,30	30,00	77,30	30,90	0,000	0,598	0,00	0,00	0,00
4,00	18,50	8,50	10,00	125,80	40,00	85,80	30,90	0,486	0,598	24,98	12,49	47,09
5,00	18,50	8,50	10,00	144,30	50,00	94,30	30,90	0,486	0,598	27,45	26,22	145,92
6,00	18,50	8,50	10,00	162,80	60,00	102,80	30,90	0,486	0,598	29,93	28,69	254,09
7,00	18,50	8,50	10,00	181,30	70,00	111,30	30,90	0,486	0,598	32,40	31,17	371,58
7,05	18,50	8,50	10,00	182,23	70,50	111,73	30,90	0,486	0,598	32,53	32,47	377,70
8,00	19,00	9,00	10,00	200,28	80,00	120,28	31,70	0,475	0,618	35,25	33,89	499,07
9,00	19,00	9,00	10,00	219,28	90,00	129,28	31,70	0,475	0,618	37,89	36,57	636,93
10,00	19,00	9,00	10,00	238,28	100,00	138,28	31,70	0,475	0,618	40,52	39,21	784,73
11,00	19,00	9,00	10,00	257,28	110,00	147,28	31,70	0,475	0,618	43,16	41,84	942,48
12,00	19,00	9,00	10,00	276,28	120,00	156,28	31,70	0,475	0,618	45,80	44,48	1.110,17
13,00	19,00	9,00	10,00	295,28	130,00	165,28	31,70	0,475	0,618	48,44	47,12	1.287,81
14,00	19,00	9,00	10,00	314,28	140,00	174,28	31,70	0,475	0,618	51,08	49,76	1.475,39
15,00	19,00	9,00	10,00	333,28	150,00	183,28	31,70	0,475	0,618	53,71	52,39	1.672,91
16,00	19,00	9,00	10,00	352,28	160,00	192,28	31,70	0,475	0,618	56,35	55,03	1.880,37
17,00	19,00	9,00	10,00	371,28	170,00	201,28	31,70	0,475	0,618	58,99	57,67	2.097,78
18,00	19,00	9,00	10,00	390,28	180,00	210,28	31,70	0,475	0,618	61,63	60,31	2.325,14
19,00	19,00	9,00	10,00	409,28	190,00	219,28	31,70	0,475	0,618	64,26	62,95	2.562,44
20,00	19,00	9,00	10,00	428,28	200,00	228,28	31,70	0,475	0,618	66,90	65,58	2.809,68
21,00	19,00	9,00	10,00	447,28	210,00	237,28	31,70	0,475	0,618	69,54	68,22	3.066,86
22,00	19,00	9,00	10,00	466,28	220,00	246,28	31,70	0,475	0,618	72,18	70,86	3.333,99
23,00	19,00	9,00	10,00	485,28	230,00	255,28	31,70	0,475	0,618	74,81	73,50	3.611,06
24,00	19,00	9,00	10,00	504,28	240,00	264,28	31,70	0,475	0,618	77,45	76,13	3.898,08
25,00	19,00	9,00	10,00	523,28	250,00	273,28	31,70	0,475	0,618	80,09	78,77	4.195,04
26,00	19,00	9,00	10,00	542,28	260,00	282,28	31,70	0,475	0,618	82,73	81,41	4.501,94

Il valore caratteristico della portanza laterale è risultato pari a $R_{L,k} = 4.501,94$ kN.

Considerato:

- Coefficiente di portanza alla punta $N^*_q = 19,48$
- Pressione verticale efficace alla base $\sigma'_v = 282,28$ kN/m²

il valore caratteristico della portanza di punta risulta pari a:

$$R_{P,k} = \pi \times 1,20^2 / 4 \times 19,48 \times 282,28 = 6.219,01 \text{ kN}$$

Di seguito è riportato il form di output del software di calcolo recante la determinazione dei valori caratteristici della portanza laterale e di punta:

🏠 Dettagli risultati palo [comb 1] SLU - Approccio 2

Geometria palo
 L = 26,00 m D = 120,00 cm

Portanza verticale
 Pp min = 621211 kg Pp med = 621912 kg
 Pl min = 454668 kg Pl med = 454846 kg
 Wp = 73513 kg
 Pd = 516965 kg N = 413937 kg η = 1,25

Coefficienti di capacità portante
 Nc = 29,92 Nq = 19,48
 N'c = 29,92 N'q = 19,48

Portanza trasversale
 Tu = 89036 kg T = 56164 kg η = 1,59
 Mu = 433733 kgm

Armatura palo (primo tratto)
 Armatura: 48 ϕ 26 A = 254,85 cmq MuSez = 433733 kgm

Armatura palo (secondo tratto) - y =
 Armatura: ϕ A = MuSez =

Cedimenti
 w = 0,455 cm u = 2,589 cm

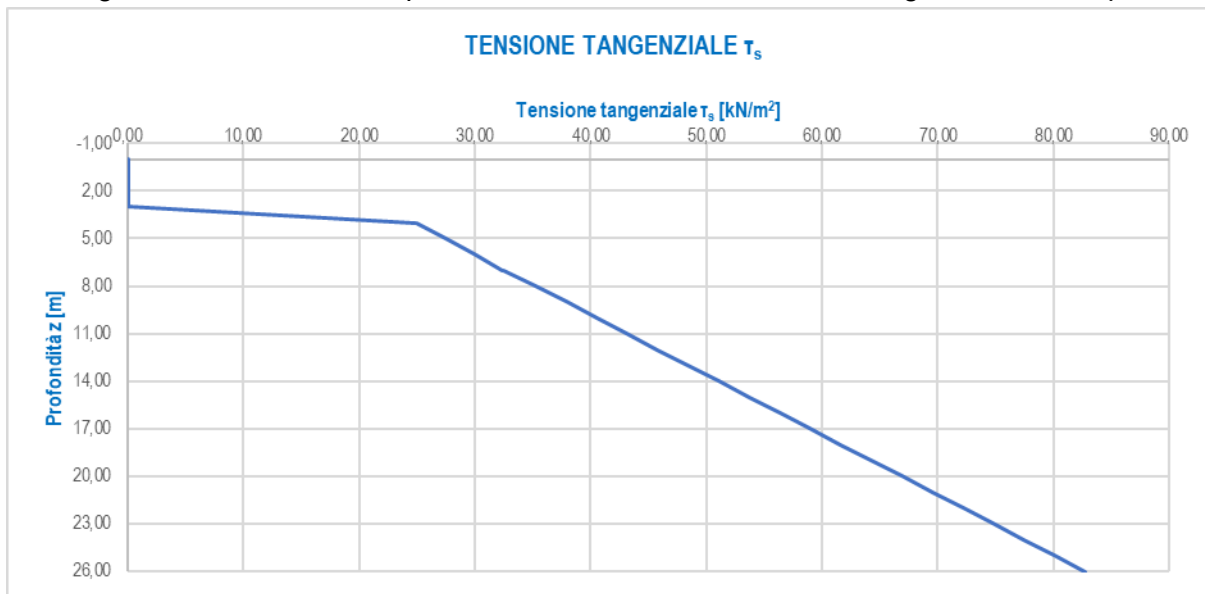
<< 1 >> Help

Risulta pertanto:

PORTANZA	SOFTWARE	VALIDAZIONE
di punta [kN]	6.219,12	6.219,01
laterale [kN]	4.548,46	4.501,94

I risultati risultano perfettamente confrontabili.

Nel diagramma successivo è riportato l'andamento della tensione tangenziale con la profondità:



La tensione tangenziale risulta sempre inferiore a **100,00 kPa**, nel rispetto dell'assunzione presente nel progetto definitivo.

25.6 CALCOLO DEI CEDIMENTI VERTICALI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONE CARATTERISTICA

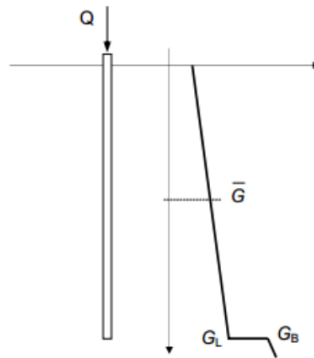
Il cedimento del palo per la combinazione maggiormente gravosa allo Stato Limite di Esercizio – Combinazione Caratteristica viene determinato mediante il metodo di Randolph e Worth di seguito descritto.

Il cedimento del singolo palo è determinato mediante la seguente relazione:

$$\frac{Q}{G_L \cdot r_0 \cdot w} = \left[\frac{4}{\eta \cdot (1-\nu)} + \frac{2 \cdot \pi}{\zeta} \cdot \rho \cdot \frac{L}{r_0} \cdot \frac{\tanh(\mu \cdot L)}{\mu \cdot L} \right] \cdot \left[1 + \frac{4}{\eta \cdot (1-\nu)} + \frac{1}{\pi \cdot L} \cdot \frac{L}{r_0} \cdot \frac{\tanh(\mu \cdot L)}{\mu \cdot L} \right]^{-1}$$

dove:

- Q = carico sul palo
- r_0 = raggio del palo
- w = cedimento del palo
- E_p = modulo elastico del calcestruzzo costituente il palo



- G_m = modulo di rigidezza trasversale media del terreno lungo lo sviluppo del palo
- G_L = modulo di rigidezza trasversale del terreno alla lunghezza L
- G_b = modulo di rigidezza trasversale del terreno in corrispondenza della base del palo
- ν = coefficiente di Poisson del terreno
- r_b = raggio del palo alla base

- $\rho = \frac{G_m}{G_L}$

- $\lambda = \frac{E_p}{G_L}$

- $\xi = \frac{G_L}{G_m}$

- $\eta = \frac{r_b}{r_0}$

- $r_m = L \cdot \left\{ \frac{L}{4} + \left[2 \cdot \rho \cdot (1 - \nu) - \frac{L}{4} \right] \cdot \xi \right\}$

- $\zeta = \ln \left(\frac{r_m}{r_0} \right)$

- $\mu = \frac{\sqrt{\frac{2}{\zeta \cdot \lambda}}}{r_0}$

Il carico massimo sul singolo palo determinato per lo Stato Limite di Esercizio – Combinazione caratteristica è risultato pari a:

Q = 3.040,19 kN

A tale carico, trasmesso dalla pila, viene sommato il peso proprio del palo, che risulta pari a:

P_{palo} = 26,00 x π x 1,20² / 4 x 25,00 = 735,13 kN

Viene infine sottratto il peso del terreno rimosso durante la trivellazione del palo:

P_t = π x 1,20² / 4 x (7,05 x 18,50 + 18,95 x 19,00) = 554,71 kN

Il carico massimo in condizioni di esercizio utilizzato per la stima del cedimento verticale risulta dunque pari a:

$$Q = 3.040,19 + 735,13 - 554,71 = 3.220,61 \text{ kN}$$

Sulla base della caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione si assumono i seguenti valori del modulo elastico:

- Strato 1 (Unità G3) → $E = 22,30 \text{ Mpa} = 22.300,00 \text{ kN/m}^2$
- Strato 2 (Unità S1) → $E = 21,70 \text{ Mpa} = 21.700,00 \text{ kN/m}^2$

Il valore medio del modulo elastico lungo lo sviluppo del palo è valutato mediante la seguente media ponderata:

$$E_m = (7,05 \times 22.300,00 + 18,95 \times 21.700,00) / (7,05 + 18,95) = 21.862,69 \text{ kN/m}^2$$

Considerato un coefficiente di Poisson del terreno pari a $\nu = 0,30$, si ottengono i seguenti valori del modulo di rigidezza trasversale:

- $G_m = 8.408,73 \text{ kN/m}^2$
- $G_L = 8.346,15 \text{ kN/m}^2$
- $G_b = 8.346,15 \text{ kN/m}^2$

Di seguito è riportata la valutazione del cedimento massimo verticale in esercizio riferito al singolo palo:

Q	3.220,61	[kN]
L	26,00	[m]
r_0	0,60	[m]
r_b	0,60	[m]
E_p	31.220.185,78	[kN/m ²]
E_m	22.300,00	[kN/m ²]
E_L	21.700,00	[kN/m ²]
E_b	21.700,00	[kN/m ²]
G_m	8.576,92	[kN/m ²]
G_L	8.346,15	[kN/m ²]
G_b	8.346,15	[kN/m ²]
ν	0,30	[-]
r_m	37,41	[m]
ζ	4,13	[-]
η	1,00	[-]
ξ	1,00	[-]
ρ	1,03	[-]
μ	0,0190	[-]
λ	3.740,67	[-]
μL	0,49	[m]
w	9,58	[mm]

Il cedimento calcolato risulta compatibile con la funzionalità in esercizio dell'opera, considerando che l'effetto dei carichi permanenti risulta essere percentualmente molto maggiore rispetto all'effetto dei carichi accidentali (cedimento immediato in fase di realizzazione dell'opera).

26 VERIFICHE STRUTTURALI DEI BAGGIOLI DI APPOGGIO E DEI RITEGNI SISMICI TRASVERSALI

26.1 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUGLI APPOGGI

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti (azione normale e azioni orizzontali taglianti) valutate sui singoli appoggi e desunte dal modello di calcolo tridimensionale:

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	COMBINAZIONE	N_{Sd} [kN]	$V_{long, Sd}$ [kN]	$V_{trasv, Sd}$ [kN]	
SPALLA A	A	SLU - STR.01	Max	-4.111,59	418,87	-157,44
		SLU - STR.01	Min	-6.128,70	293,10	-181,10
		SLU - STR.02	Max	-4.111,61	427,92	-113,97
		SLU - STR.02	Min	-6.128,72	302,14	-137,63
		SLU - STR.03	Max	-4.111,93	412,88	7,37
		SLU - STR.03	Min	-6.129,04	287,10	-16,29
		SLU - STR.04	Max	-4.111,95	421,93	50,84
		SLU - STR.04	Min	-6.129,06	296,15	27,19
		SLU - STR.05	Max	-4.111,52	389,45	-212,40
		SLU - STR.05	Min	-5.624,35	295,11	-230,14
		SLU - STR.06	Max	-4.115,87	398,65	-168,93
		SLU - STR.06	Min	-5.628,70	304,32	-186,67
		SLU - STR.07	Max	-4.112,09	379,46	62,29
		SLU - STR.07	Min	-5.624,92	285,12	44,55
		SLU - STR.08	Max	-4.112,11	388,50	105,76
		SLU - STR.08	Min	-5.624,94	294,17	88,02
		SLU - STR.09	Max	-4.111,63	384,44	-171,96
		SLU - STR.09	Min	-5.624,46	290,10	-189,70
		SLU - STR.10	Max	-4.111,67	399,51	-99,50
		SLU - STR.10	Min	-5.624,50	305,18	-117,24
		SLU - STR.11	Max	-4.111,96	378,44	-7,14
		SLU - STR.11	Min	-5.624,80	284,11	-24,88
		SLU - STR.12	Max	-4.112,00	393,52	65,31
		SLU - STR.12	Min	-5.624,84	299,18	47,57
	SLV - X - 01	Max	-2.938,18	598,73	-80,24	
	SLV - X - 01	Min	-2.982,77	299,17	-179,04	
	SLV - X - 02	Max	-2.938,17	611,15	-8,71	
	SLV - X - 02	Min	-2.982,75	311,60	-107,50	
	SLV - Y - 01	Max	-2.933,89	505,48	11,94	
	SLV - Y - 01	Min	-2.987,06	392,42	-271,22	
	SLV - Y - 02	Max	-2.933,88	517,91	83,47	
	SLV - Y - 02	Min	-2.987,04	404,84	-199,68	
	SLU - STR.01	Max	-4.114,91	399,36	10,92	
	SLU - STR.01	Min	-5.803,25	284,50	-11,24	
	SLU - STR.02	Max	-4.114,89	409,79	-32,92	
	SLU - STR.02	Min	-5.803,23	294,93	-55,08	
	SLU - STR.03	Max	-4.114,57	405,89	172,82	
	SLU - STR.03	Min	-5.802,92	291,03	150,66	
	SLU - STR.04	Max	-4.114,55	416,32	128,97	
	SLU - STR.04	Min	-5.802,89	301,46	106,82	
	SLU - STR.05	Max	-4.115,02	368,47	-48,58	
	SLU - STR.05	Min	-5.381,28	282,33	-65,20	
	SLU - STR.06	Max	-4.110,67	378,76	-92,42	
	SLU - STR.06	Min	-5.376,93	292,61	-109,04	
	SLU - STR.07	Max	-4.114,46	379,36	221,25	
	SLU - STR.07	Min	-5.380,72	293,21	204,63	
	SLU - STR.08	Max	-4.114,44	389,78	177,40	
	SLU - STR.08	Min	-5.380,69	303,64	160,78	
	SLU - STR.09	Max	-4.114,92	367,18	20,00	
	SLU - STR.09	Min	-5.381,18	281,03	3,38	
	SLU - STR.10	Max	-4.114,88	384,56	-53,07	
	SLU - STR.10	Min	-5.381,14	298,41	-69,69	
SLU - STR.11	Max	-4.114,58	373,71	181,90		
SLU - STR.11	Min	-5.380,84	287,56	165,28		
SLU - STR.12	Max	-4.114,54	391,09	108,82		
SLU - STR.12	Min	-5.380,80	304,94	92,20		
SLV - X - 01	Max	-2.937,64	602,91	163,51		
SLV - X - 01	Min	-2.983,62	302,66	63,37		
SLV - X - 02	Max	-2.937,66	619,75	91,98		
SLV - X - 02	Min	-2.983,63	319,50	-8,16		
SLV - Y - 01	Max	-2.933,17	511,19	256,51		
SLV - Y - 01	Min	-2.988,09	394,39	-29,63		
SLV - Y - 02	Max	-2.933,18	528,02	184,98		
SLV - Y - 02	Min	-2.988,10	411,23	-101,16		

VIADOTTO VI02 - RELAZIONE DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{long,Sd} [kN]	V _{trasv,Sd} [kN]	
SPALLA B	A	SLU - STR.01	Max	-4.670,74	-317,07	-172,22
		SLU - STR.01	Min	-6.876,60	-451,03	-199,58
		SLU - STR.02	Max	-4.670,72	-326,51	-121,48
		SLU - STR.02	Min	-6.876,58	-460,47	-148,84
		SLU - STR.03	Max	-4.671,00	-310,12	-0,10
		SLU - STR.03	Min	-6.876,86	-444,09	-27,46
		SLU - STR.04	Max	-4.670,98	-319,56	50,64
		SLU - STR.04	Min	-6.876,84	-453,52	23,28
		SLU - STR.05	Max	-4.670,66	-319,40	-229,61
		SLU - STR.05	Min	-6.325,05	-419,87	-250,13
		SLU - STR.06	Max	-4.674,41	-328,98	-178,85
		SLU - STR.06	Min	-6.328,81	-429,45	-199,38
		SLU - STR.07	Max	-4.671,09	-307,82	57,26
		SLU - STR.07	Min	-6.325,48	-408,29	36,73
		SLU - STR.08	Max	-4.671,07	-317,25	108,00
		SLU - STR.08	Min	-6.325,46	-417,72	87,47
		SLU - STR.09	Max	-4.670,75	-313,94	-189,15
		SLU - STR.09	Min	-6.325,15	-414,41	-209,67
		SLU - STR.10	Max	-4.670,72	-329,67	-104,58
		SLU - STR.10	Min	-6.325,11	-430,14	-125,11
		SLU - STR.11	Max	-4.671,01	-306,99	-17,03
		SLU - STR.11	Min	-6.325,41	-407,46	-37,56
		SLU - STR.12	Max	-4.670,98	-322,72	67,54
		SLU - STR.12	Min	-6.325,37	-423,19	47,01
		SLV - X - 01	Max	-3.340,04	-314,62	-100,21
		SLV - X - 01	Min	-3.382,86	-616,87	-196,44
		SLV - X - 02	Max	-3.340,05	-329,26	-13,96
		SLV - X - 02	Min	-3.382,87	-631,51	-110,19
		SLV - Y - 01	Max	-3.337,14	-406,18	-12,61
		SLV - Y - 01	Min	-3.385,76	-525,31	-284,05
		SLV - Y - 02	Max	-3.337,15	-420,82	73,64
		SLV - Y - 02	Min	-3.385,77	-539,95	-197,80
		SLU - STR.01	Max	-3.669,58	-260,50	42,15
		SLU - STR.01	Min	-5.136,75	-366,26	13,64
		SLU - STR.02	Max	-3.669,60	-270,54	-8,22
		SLU - STR.02	Min	-5.136,77	-376,30	-36,73
	SLU - STR.03	Max	-3.669,32	-267,99	198,12	
	SLU - STR.03	Min	-5.136,49	-373,75	169,61	
	SLU - STR.04	Max	-3.669,34	-278,03	147,75	
	SLU - STR.04	Min	-5.136,51	-383,79	119,24	
	SLU - STR.05	Max	-3.669,68	-258,03	-16,97	
	SLU - STR.05	Min	-4.770,06	-337,35	-38,36	
	SLU - STR.06	Max	-3.665,93	-267,94	-67,36	
	SLU - STR.06	Min	-4.766,31	-347,26	-88,74	
	SLU - STR.07	Max	-3.669,25	-270,50	242,99	
	SLU - STR.07	Min	-4.769,63	-349,82	221,61	
	SLU - STR.08	Max	-3.669,27	-280,54	192,62	
	SLU - STR.08	Min	-4.769,65	-359,86	171,24	
SLU - STR.09	Max	-3.669,59	-257,18	51,81		
SLU - STR.09	Min	-4.769,97	-336,50	30,43		
SLU - STR.10	Max	-3.669,62	-273,91	-32,14		
SLU - STR.10	Min	-4.770,00	-353,23	-53,52		
SLU - STR.11	Max	-3.669,33	-264,67	207,79		
SLU - STR.11	Min	-4.769,71	-343,99	186,40		
SLU - STR.12	Max	-3.669,36	-281,39	123,84		
SLU - STR.12	Min	-4.769,74	-360,71	102,46		
SLV - X - 01	Max	-2.624,52	-293,44	218,90		
SLV - X - 01	Min	-2.663,26	-578,55	110,16		
SLV - X - 02	Max	-2.624,51	-308,06	132,65		
SLV - X - 02	Min	-2.663,25	-593,17	23,90		
SLV - Y - 01	Max	-2.619,60	-377,41	317,04		
SLV - Y - 01	Min	-2.668,18	-494,58	12,02		
SLV - Y - 02	Max	-2.619,59	-392,03	230,78		
SLV - Y - 02	Min	-2.668,17	-509,20	-74,24		
B		SLU - STR.01	Max	-3.669,58	-260,50	42,15
		SLU - STR.01	Min	-5.136,75	-366,26	13,64
		SLU - STR.02	Max	-3.669,60	-270,54	-8,22
		SLU - STR.02	Min	-5.136,77	-376,30	-36,73
		SLU - STR.03	Max	-3.669,32	-267,99	198,12
		SLU - STR.03	Min	-5.136,49	-373,75	169,61
		SLU - STR.04	Max	-3.669,34	-278,03	147,75
		SLU - STR.04	Min	-5.136,51	-383,79	119,24
		SLU - STR.05	Max	-3.669,68	-258,03	-16,97
		SLU - STR.05	Min	-4.770,06	-337,35	-38,36
		SLU - STR.06	Max	-3.665,93	-267,94	-67,36
		SLU - STR.06	Min	-4.766,31	-347,26	-88,74

Le azioni normali di compressione sono assunte con segno negativo.

26.2 BAGGIOLI DI APPOGGIO

I baggioli in cemento armato verranno verificati a punzonamento e delle azioni taglianti orizzontali. L'azione di punzonamento sarà data dalla massima azione di compressione trasmessa ai baggioli stessi dall'apparecchio d'appoggio maggiormente caricato.

I baggioli presentano tutti una pianta quadrata con lato pari a **150 cm** e uno spessore pari a **50 cm**.

L'azione normale massima agente sul singolo baggiolo di appoggio è risultata pari a **$N_{sd} = 6.876,86$ kN** (Spalla B – Appoggio A – Combinazione SLU – STR.03).

La verifica nei confronti delle azioni orizzontali verrà invece condotta in corrispondenza dell'azione orizzontale massima agente sul singolo baggiolo di appoggio, che è risultata pari a **$V_{sd} = -631,51$ kN**.

26.2.1 VERIFICA A PUNZONAMENTO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1,36	[N/mm ²]

ACCIAIO

Tipologia di acciaio		B 450 C	
Tensione massima ammissibile dell'acciaio	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

GEOMETRIA DEL BAGGIOLO

Lunghezza del baggiolo (direzione parallela all'asse appoggi)	L_T	150,00	[cm]
Larghezza del baggiolo (direzione perpendicolare all'asse appoggi)	L_L	150,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	5,00	[cm]

AZIONI DI CALCOLO SUL BAGGIOLO

Azione normale massima agente sul baggiolo	N	6.876,86	[kN]
--	-----	----------	------

ARMATURA DEL BAGGIOLO

Numero di forcelle in direzione longitudinale	n_L	15	
Diametro delle forcelle in direzione longitudinale	\varnothing_L	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione longitudinale	A_L	94,20	[cm ²]
Numero di forcelle in direzione trasversale	n_T	15	
Diametro delle forcelle in direzione trasversale	\varnothing_T	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione trasversale	A_T	94,20	[cm ²]

VERIFICA A PUNZONAMENTO

Perimetro della sezione del baggiolo	u	600,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	5,00	[cm]
Forza resistente per calcestruzzo		203,37	[kN]

VERIFICA NEGATIVA. E' NECESSARIO ARMARE A PUNZONAMENTO.

Forza resistente per armatura		7.372,17	[kN]
-------------------------------	--	-----------------	-------------

VERIFICA POSITIVA. L'ARMATURA DISPOSTA E' SUFFICIENTE.

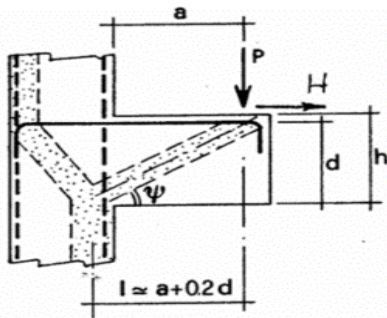
26.2.2 VERIFICA NEI CONFRONTI DELLE AZIONI ORIZZONTALI

VERIFICA MENSOLA TOZZA

Spessore del ritegno	h	1,50	[m]
Altezza del ritegno	A	0,50	[m]
Larghezza del ritegno	b	1,50	[m]
Copriferro di calcolo	C_d	0,04	[m]
Altezza utile della sezione	d	1,46	[m]
Azione ortogonale al ritegno	P	631,51	[kN]

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELL'ARMATURA

Azione ortogonale al ritegno per metro lineare $p = P/b$ 421,01 [kN/m]



$l = a + 0,2 d$	0,79	[m]
$\lambda = \cotg \psi \approx l / (0,9 d)$	0,60	
ψ	58,92	[°]
f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
$A_{s,min} = (p \times \lambda + h) / f_{yd}$	648,49	[mm ²]
Numero barre	15	
Diametro barre	20,00	[mm]
A_s	4710,00	[mm ²]
σ_s	53,88	[N/mm ²]

σ_s 53,88 < f_{yd} 391,30 **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA DEL PUNTONE IN CALCESTRUZZO

Coefficiente c = 1,00 per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura
= 1,50 per sbalzi di travi provvisti di staffatura

Coefficiente c	c	1,00	
Tensione massima nel calcestruzzo	$\sigma_c = \{P \times [(1 + \lambda^2) / c]\} / (0,40 \times b \times d)$	0,66	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo	R_{ck}	40,00	
Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]

σ_c 0,66 < f_{cd} 18,81 **VERIFICA POSITIVA**

26.3 RITEGNI SISMICI TRASVERSALI

I ritegni sismici in cemento armato verranno verificati nei confronti dell'azione tagliante trasversale sismica trasmessa su ciascuna spalla.

I ritegni presentano tutti una base con pianta rettangolare **200 x 130** cm e uno spessore pari a **70** cm.

La verifica della mensola tozza avverrà considerando agente, a favore di sicurezza, sul singolo ritegno il doppio dell'azione orizzontale massima agente sugli appoggi:

$$V_{sd} = -2 \times 631,51 = -1.263,02 \text{ kN.}$$

26.3.1 VERIFICA NEI CONFRONTI DELLE AZIONI ORIZZONTALI

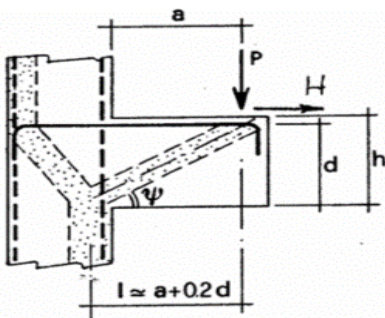
VERIFICA MENSOLA TOZZA

Spessore del ritegno	h	1,30	[m]
Altezza del ritegno	A	0,70	[m]
Larghezza del ritegno	b	2,00	[m]
Copriferro di calcolo	c_d	0,04	[m]
Altezza utile della sezione	d	1,26	[m]
Azione ortogonale al ritegno	P	1263,02	[kN]

DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELL'ARMATURA

Azione ortogonale al ritegno per metro lineare	$p = P/b$	631,51	[kN/m]
	$l = a + 0,2 d$	0,95	[m]
	$\lambda = \cotg \psi \approx l / (0,9 d)$	0,84	
	ψ	49,99	[°]
	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]
	$A_{s,min} = (p \times \lambda + h) / f_{yd}$	1.354,84	[mm ²]
	Numero barre	20	
	Diametro barre	20,00	[mm]
	A_s	6280,00	[mm ²]
	σ_s	84,42	[N/mm ²]

σ_s **84,42** < f_{yd} **391,30** VERIFICA POSITIVA



VERIFICA DEL PUNTONE IN CALCESTRUZZO

Coefficiente c	=	1,00	per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura
	=	1,50	per sbalzi di travi provvisti di staffatura
Coefficiente c		c	1,00
Tensione massima nel calcestruzzo	$\sigma_c = \{P \times [(1 + \lambda^2) / c]\} / (0,40 \times b \times d)$	1,07	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo	R_{ck}	40,00	
Resistenza di calcolo del calcestruzzo	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]

σ_c **1,07** < f_{cd} **18,81** VERIFICA POSITIVA

TABLE: Combination Definitions												
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes	
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text	
TR-01	Linear Add	No	Moving Load	T1	1	None	None	None	None			
TR-01			Moving Load	T2	1							
TR-01			Moving Load	T3	1							
TR-01			Moving Load	T4	1							
TR-02	Linear Add	No	Moving Load	T1	1	None	None	None	None			
TR-02			Moving Load	T2	1							
TR-02			Moving Load	T3	1							
TR-03	Linear Add	No	Moving Load	T1	1	None	None	None	None			
TR-03			Moving Load	T2	1							
TR-04	Linear Add	No	Moving Load	T1	1	None	None	None	None			
TR-05	Linear Add	No	Moving Load	T5	1	None	None	None	None			
TR-05			Moving Load	T6	1							
TR-05			Moving Load	T7	1							
TR-05			Moving Load	T8	1							
TR-05			Moving Load	T9	1							
TR-06	Linear Add	No	Moving Load	T6	1	None	None	None	None			
TR-06			Moving Load	T7	1							
TR-06			Moving Load	T8	1							
TR-07	Linear Add	No	Moving Load	T6	1	None	None	None	None			
TR-07			Moving Load	T7	1							
TR-08	Linear Add	No	Moving Load	T7	1	None	None	None	None			
TRAFFICO (ENV)	Envelope	No	Response Combo	TR-01	1	None	None	None	None			
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-02	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-03	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-04	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-05	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-06	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-07	1							
TRAFFICO (ENV)			Response Combo	TR-08	1							
SLE - Q.P.01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None			
SLE - Q.P.01			Linear Static	SOLETTA	1							
SLE - Q.P.01			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1							
SLE - Q.P.01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1							
SLE - Q.P.01			Linear Static	BARRIERE	1							
SLE - Q.P.01			Linear Static	VELETTE LATERALI	1							
SLE - Q.P.01			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0							
SLE - Q.P.01			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0							
SLE - Q.P.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0							
SLE - Q.P.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0							

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLE - Q.P.01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,5						
SLE - Q.P.02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1	None	None	None	None	
SLE - Q.P.02			Linear Static	SOLETTA		1					
SLE - Q.P.02			Linear Static	CORDOLI LATERALI		1					
SLE - Q.P.02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE		1					
SLE - Q.P.02			Linear Static	BARRIERE		1					
SLE - Q.P.02			Linear Static	VELETTE LATERALI		1					
SLE - Q.P.02			Response Combo	TRAFFICO (ENV)		0					
SLE - Q.P.02			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE		0					
SLE - Q.P.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX		0					
SLE - Q.P.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX		0					
SLE - Q.P.02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,5						
SLE - FREQ.01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1	None	None	None	None	
SLE - FREQ.01			Linear Static	SOLETTA		1					
SLE - FREQ.01			Linear Static	CORDOLI LATERALI		1					
SLE - FREQ.01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE		1					
SLE - FREQ.01			Linear Static	BARRIERE		1					
SLE - FREQ.01			Linear Static	VELETTE LATERALI		1					
SLE - FREQ.01			Response Combo	TRAFFICO (ENV)		0,75					
SLE - FREQ.01			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE		0					
SLE - FREQ.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX		0					
SLE - FREQ.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX		0					
SLE - FREQ.01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,5						
SLE - FREQ.02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1	None	None	None	None	
SLE - FREQ.02			Linear Static	SOLETTA		1					
SLE - FREQ.02			Linear Static	CORDOLI LATERALI		1					
SLE - FREQ.02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE		1					
SLE - FREQ.02			Linear Static	BARRIERE		1					
SLE - FREQ.02			Linear Static	VELETTE LATERALI		1					
SLE - FREQ.02			Response Combo	TRAFFICO (ENV)		0,75					
SLE - FREQ.02			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE		0					
SLE - FREQ.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX		0					
SLE - FREQ.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX		0					
SLE - FREQ.02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,5						
SLE - FREQ.03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD		1	None	None	None	None	
SLE - FREQ.03			Linear Static	SOLETTA		1					
SLE - FREQ.03			Linear Static	CORDOLI LATERALI		1					
SLE - FREQ.03			Linear Static	PAVIMENTAZIONE		1					
SLE - FREQ.03			Linear Static	BARRIERE		1					

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLE - FREQ.03			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - FREQ.03			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0						
SLE - FREQ.03			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0						
SLE - FREQ.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - FREQ.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - FREQ.03			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,6						
SLE - FREQ.04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - FREQ.04			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - FREQ.04			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - FREQ.04			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - FREQ.04			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - FREQ.04			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - FREQ.04			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0						
SLE - FREQ.04			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0						
SLE - FREQ.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - FREQ.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - FREQ.04			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.01			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.01			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.01			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.01			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.01			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1						
SLE - CAR.01			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,6						
SLE - CAR.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.02			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.02			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.02			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.02			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.02			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1						
SLE - CAR.02			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,6						
SLE - CAR.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,6						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLE - CAR.03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.03			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.03			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.03			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.03			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.03			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.03			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1						
SLE - CAR.03			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,6						
SLE - CAR.03			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.04			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.04			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.04			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.04			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.04			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.04			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1						
SLE - CAR.04			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,6						
SLE - CAR.04			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.05			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.05			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.05			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	1						
SLE - CAR.05			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.05			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.06			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLE - CAR.06			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.06			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	1						
SLE - CAR.06			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.06			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.07			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.07			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.07			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.07			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.07			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.07			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.07			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-1						
SLE - CAR.07			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.07			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	1						
SLE - CAR.07			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.08			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.08			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.08			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.08			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.08			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.08			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.08			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-1						
SLE - CAR.08			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.08			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	1						
SLE - CAR.08			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.09	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.09			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.09			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.09			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.09			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.09			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.09			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.09			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.09			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,6						
SLE - CAR.09			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.09			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	1						
SLE - CAR.10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLE - CAR.10			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.10			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.10			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.10			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.10			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.10			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.10			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,6						
SLE - CAR.10			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,6						
SLE - CAR.10			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLE - CAR.10			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-1						
SLE - CAR.11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.11			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.11			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.11			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.11			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.11			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.11			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.11			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.11			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.11			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,6						
SLE - CAR.11			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	1						
SLE - CAR.12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLE - CAR.12			Linear Static	SOLETTA	1						
SLE - CAR.12			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLE - CAR.12			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLE - CAR.12			Linear Static	BARRIERE	1						
SLE - CAR.12			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLE - CAR.12			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	0,75						
SLE - CAR.12			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,6						
SLE - CAR.12			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLE - CAR.12			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,6						
SLE - CAR.12			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-1						
SLU - STR.01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.01			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.01			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.01			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.01			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.01			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1,35						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLU - STR.01			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,9						
SLU - STR.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,9						
SLU - STR.01			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,72						
SLU - STR.02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.02			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.02			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.02			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.02			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.02			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1,35						
SLU - STR.02			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,9						
SLU - STR.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,9						
SLU - STR.02			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,72						
SLU - STR.03	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.03			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.03			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.03			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.03			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.03			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.03			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1,35						
SLU - STR.03			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,9						
SLU - STR.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.03			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,9						
SLU - STR.03			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,72						
SLU - STR.04	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.04			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.04			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.04			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.04			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.04			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.04			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	1,35						
SLU - STR.04			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,9						
SLU - STR.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.04			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,9						
SLU - STR.04			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,72						
SLU - STR.05	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.05			Linear Static	SOLETTA	1,35						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLU - STR.05			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.05			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.05			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.05			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.05			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.05			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	1,5						
SLU - STR.05			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	1,5						
SLU - STR.05			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.05			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,72						
SLU - STR.06	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.06			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.06			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.06			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.06			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.06			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.06			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.06			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	1,2						
SLU - STR.06			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	1,5						
SLU - STR.06			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.06			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,72						
SLU - STR.07	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.07			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.07			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.07			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.07			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.07			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.07			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.07			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-1,5						
SLU - STR.07			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.07			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	1,5						
SLU - STR.07			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,72						
SLU - STR.08	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.08			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.08			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.08			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.08			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.08			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.08			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.08			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-1,5						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLU - STR.08			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.08			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	1,5						
SLU - STR.08			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,72						
SLU - STR.09	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.09			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.09			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.09			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.09			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.09			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.09			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.09			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,9						
SLU - STR.09			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,9						
SLU - STR.09			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.09			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	1,2						
SLU - STR.10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.10			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.10			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.10			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.10			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.10			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.10			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.10			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	0,9						
SLU - STR.10			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0,9						
SLU - STR.10			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0						
SLU - STR.10			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-1,2						
SLU - STR.11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.11			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.11			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						
SLU - STR.11			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.11			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.11			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.11			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.11			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,9						
SLU - STR.11			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.11			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,9						
SLU - STR.11			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	1,2						
SLU - STR.12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35	None	None	None	None		
SLU - STR.12			Linear Static	SOLETTA	1,35						
SLU - STR.12			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1,5						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLU - STR.12			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1,5						
SLU - STR.12			Linear Static	BARRIERE	1,5						
SLU - STR.12			Linear Static	VELETTE LATERALI	1,5						
SLU - STR.12			Response Combo	TRAFFICO (ENV)	10.125						
SLU - STR.12			Linear Static	VENTO LONGITUDINALE	-0,9						
SLU - STR.12			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - DX	0						
SLU - STR.12			Linear Static	VENTO TRASVERSALE - SX	0,9						
SLU - STR.12			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-1,2						
SLV - X - 01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLV - X - 01			Linear Static	SOLETTA	1						
SLV - X - 01			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLV - X - 01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLV - X - 01			Linear Static	BARRIERE	1						
SLV - X - 01			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLV - X - 01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,5						
SLV - X - 01			Response Spectrum	SLV - X	1						
SLV - X - 01			Response Spectrum	SLV - Y	0,3						
SLV - X - 02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLV - X - 02			Linear Static	SOLETTA	1						
SLV - X - 02			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLV - X - 02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLV - X - 02			Linear Static	BARRIERE	1						
SLV - X - 02			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLV - X - 02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,5						
SLV - X - 02			Response Spectrum	SLV - X	1						
SLV - X - 02			Response Spectrum	SLV - Y	0,3						
SLV - Y - 01	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLV - Y - 01			Linear Static	SOLETTA	1						
SLV - Y - 01			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLV - Y - 01			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						
SLV - Y - 01			Linear Static	BARRIERE	1						
SLV - Y - 01			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLV - Y - 01			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	0,5						
SLV - Y - 01			Response Spectrum	SLV - X	0,3						
SLV - Y - 01			Response Spectrum	SLV - Y	1						
SLV - Y - 02	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None	None	None	None		
SLV - Y - 02			Linear Static	SOLETTA	1						
SLV - Y - 02			Linear Static	CORDOLI LATERALI	1						
SLV - Y - 02			Linear Static	PAVIMENTAZIONE	1						

TABLE: Combination Definitions											
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text	Text	Text
SLV - Y - 02			Linear Static	BARRIERE	1						
SLV - Y - 02			Linear Static	VELETTE LATERALI	1						
SLV - Y - 02			Linear Static	TERMICA LONGITUDINALE	-0,5						
SLV - Y - 02			Response Spectrum	SLV - X	0,3						
SLV - Y - 02			Response Spectrum	SLV - Y	1						