

DIREZIONE LAVORI:

APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

SWS™

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA
PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie
prestazioni specialistiche
Dott. Ing. **PAOLO CUCINO**
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 - OPERE CIVILI

B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO

VIABILITA' ACCESSO ALL'AREA DI FUNES - VIABILITA' DI CANTIERE - PONTE SU SP242

Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO  Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I B O U 1 B E Z Z C L N V 0 4 3 0 0 0 3 C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Ingianni	26/01/2022	A.Valente	27/01/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	28/01/2022	IL PROGETTISTA  ORDINE INGEGNERI ROMA N. 19540 09/03/2023
B	Emissione a seguito di indicazioni committenza	B. Fiorentino	18/07/2022	A.Valente	19/07/2022	D.Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	
C	Emissione a seguito di istruttoria e interlocuzioni	B. Fiorentino	25/02/2023	P. Fontana	26/02/2023	D.Buttafoco (Dolomiti)	27/02/2023	

File: IB0U1BEZZCLNV0430003C.docx

n. Elab.: X

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 1 di 252

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	11
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	11
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	12
3.1. DOCUMENTI REFERENZIATI	12
3.2. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	12
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE	13
4.1. SCATOLARE SU SP27.....	15
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	20
5.1. MATERIALI UTILIZZATI.....	20
5.2. SISMICITÀ DELL'AREA.....	23
5.3. COPRIFERRO.....	23
5.4. ADERENZA BARRE PER C.A.	26
5.5. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	27
6. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	27
7. MODELLO DI CALCOLO.....	28
7.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	28
7.2. CODICE DI CALCOLO	29
7.2.1 Tipo di analisi svolta	29
7.3. FASI REALIZZATIVE.....	29
7.3.1 Fasi realizzative e costruttive scatolare	29
7.3.2 Scatolare.....	34
7.4. DESCRIZIONE DEL TELAIO.....	34
7.5. CARICHI AGENTI SULLA STRUTTURA	37
7.5.1 Analisi dei carichi.....	37
7.6. COMBINAZIONI DI CARICO E ASSEGNAZIONE DEI CARICHI	49
7.7. MODELLO DI CALCOLO	56
7.7.1 Coefficiente di ripartizione trasversale	56
7.7.2 Valore del carico mobile agente sull'arco più carico	58
7.8. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI E DEGLI SPOSTAMENTI NODALI	59

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	2 di 252

7.9. VERIFICA DELLE SEZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO (ALLEGATO 1).....	60
7.9.1 Sollecitazioni esterne	61
7.9.2 Descrizione delle sezioni e aree dei ferri.....	61
7.9.3 Sollecitazioni resistenti.....	62
7.10. VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (ALLEGATO 1)	62
7.10.1Verifica a fessurazione (4.1.2.2.4)	62
7.10.2Calcolo delle tensioni di esercizio (4.1.2.2.5)	63
7.11. VERIFICA SISMICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE.....	63
7.11.1Dati di progetto dell'azione sismica	63
7.11.2Forze inerziali	64
7.11.3Incremento dinamico della spinta.....	64
7.12. VERIFICA DELLE SEZIONI ALLO S.L.U.....	65
7.13. FONDAZIONE SCATOLARE	66
7.13.1Azioni.....	68
7.13.2Approcci progettuali e metodi di verifica.....	68
7.13.3Verifica fondazione	71
7.13.4Diagrammi Inviluppo sollecitazioni SLU	118
7.13.5Verifiche SLU	121
7.13.6Verifiche SLE.....	136
7.13.7Verifiche Geotecniche	148
7.14. VERIFICA CORDOLO.....	155
7.14.1Muro di risvolto Spalla 1	155
7.14.2Muro di risvolto: Urto	169
7.15. VERIFICA MURI D'ALA	185
7.15.1Dati generali di progetto	186
7.15.2Verifiche agli stati limite ultimi (schede 1 e 2 – Allegato 2).....	187
7.15.3Verifiche agli stati limite di esercizio (schede 3, 4 e 5-Allegato 2).....	194
7.15.4Verifiche Sismica (schede 6-Allegato 2)	197
8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	203
8.1. SCATOLARE.....	203
8.1.1 Affidabilità dei codici utilizzati	203

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 3 di 252

8.2. MURI D'ALA.....	203
8.2.1 Affidabilità dei codici utilizzati	203
9. ALLEGATO 1.....	205
10. ALLEGATO 2.....	206

INDICE FIGURE

Fig. 1 – Inquadramento geografico della viabilità di uscita da A22 (NV043) e focus sullo scatolare in oggetto	13
Fig. 2 – Inquadramento geografico di dettaglio dell'area di interesse	15
Fig. 3 – Fotografia dello stato dei luoghi	15
Fig. 4 – Pianta nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	17
Fig. 5 – Sezione A-A, nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	17
Fig. 6 – Prospetto (Muro Nord – Ovest), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	18
Fig. 7 – Prospetto (Muro Sud – Ovest), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	18
Fig. 8 – Prospetto (Muro Est), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	19
Fig. 8 – Prospetto (Cordolo barriera), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	19
Fig. 9 – Sezione A-A, nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27	28
Fig. 10 – Fase 1, esecuzione fondazione lato monte	29
Fig. 11 – Fase 2, esecuzione fondazione lato valle	30
Fig. 12 – Fase 3, realizzazione dei puntoni di fondazione	30
Fig. 13 – Fase 4a, posa in opera primo semiarco, con telaio di montaggio	31
Fig. 14 – Fase 4b, posa del secondo semiarco.	31
Fig. 15 – Fase 4c/4d/4e, inserimento armature aggiuntive ed esecuzioni getti.	32
Fig. 16 – Fase 4f/4g/4h, impermeabilizzazione.	32
Fig. 17 – Fase 4i, riempimento.....	33
Fig. 18 – Fase 5, ritombamento e finitura	33
Fig. 19 – Sezione scatolare	34

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 4 di 252

Fig. 20 – Dati del terreno per struttura scatolare	37
Fig. 21 – Coulomb – Spinta laterale.....	39
Fig. 22 – Azioni dinamiche che agiscono sul muro	40
Fig. 23 – Schema di carico	43
Fig. 24 – Pianta dello scatolare con applicazione dei carichi: a sx in “recto” a dx in “obliquo caso A”.....	43
Fig. 25 – Pianta dello scatolare con applicazione dei carichi: a sx in “obliquo caso B” a dx linee d’influenza.....	44
Fig. 26 – Valori caratteristici delle azioni da traffico	49
Fig. 27 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU	49
Fig. 28 – Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali	50
Fig. 29 – Condizioni di carico.....	54
Fig. 30 – Condizioni di carico.....	55
Fig. 31 – Numerazione delle travi e delle sezioni resistenti	59
Fig. 32 – Numerazione degli spostamenti nodali.....	60
Fig. 33 – Sezione A-A, fondazioni dello scatolare.....	67
Fig. 34 – Pianta delle fondazioni dello scatolare.....	67
Fig. 35 – Rendering della struttura di fondazione dello scatolare.....	71
Fig. 36 – Schema unifilare della fondazione (Verifiche Geotecniche).....	72
Fig. 37 – Schema unifilare della fondazione (Verifiche strutturali)	72
Fig. 38 – Peso proprio	73
Fig. 39 – Azioni Combinazione S.L.U. 20	73
Fig. 40 – Azioni Combinazione S.L.U. 21	74
Fig. 41 – Azioni Combinazione S.L.U. 22	74
Fig. 42 – Azioni Combinazione S.L.U. 23	75
Fig. 43 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 91	75
Fig. 44 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 92.....	76
Fig. 45 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 93.....	76
Fig. 46 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 94.....	77

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scalare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 5 di 252

Fig. 47 – Azioni Combinazione S.L.E. (Quasi permanente) 41	77
Fig. 48 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 51	78
Fig. 49 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 52	78
Fig. 50 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 53	79
Fig. 51 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 61	79
Fig. 52 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 62	80
Fig. 53 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 63	80
Fig. 54 – Momento flettente Mxx S.L.U. 20	81
Fig. 55 – Momento flettente Mxx S.L.U. 21	81
Fig. 56 – Momento flettente Mxx S.L.U. 22	82
Fig. 57 – Momento flettente Mxx S.L.U. 23	82
Fig. 58 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 91	83
Fig. 59 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 92	83
Fig. 60 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 93	84
Fig. 61 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 94	84
Fig. 62 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Quasi permanente) 41	85
Fig. 63 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Frequente) 51	85
Fig. 64 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Frequente) 52	86
Fig. 65 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Frequente) 53	86
Fig. 66 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Rara) 61	87
Fig. 67 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Rara) 62	87
Fig. 68 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Rara) 63	88
Fig. 69 – Momento flettente Myy S.L.U. 20	88
Fig. 70 – Momento flettente Myy S.L.U. 21	89
Fig. 71 – Momento flettente Myy S.L.U. 22	89
Fig. 72 – Momento flettente Myy S.L.U. 23	90
Fig. 73 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 91	90
Fig. 74 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 92	91

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 6 di 252

Fig. 75 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 93	91
Fig. 76 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 94	92
Fig. 77 – Momento flettente Myy S.L.E.(Quasi permanente) 41	92
Fig. 78 – Momento flettente Myy S.L.E.(Frequente) 51	93
Fig. 79 – Momento flettente Myy S.L.E.(Frequente) 52	93
Fig. 80 – Momento flettente Myy S.L.E.(Frequente) 53	94
Fig. 81 – Momento flettente Myy S.L.E.(Rara) 61	94
Fig. 82 – Momento flettente Myy S.L.E.(Rara) 62	95
Fig. 83 – Momento flettente Myy S.L.E.(Rara) 63	95
Fig. 84 – Momento torcente Mxy S.L.U. 20	96
Fig. 85 – Momento torcente Mxy S.L.U. 21	96
Fig. 86 – Momento torcente Mxy S.L.U. 22	97
Fig. 87 – Momento torcente Mxy S.L.U. 23	97
Fig. 88 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 91	98
Fig. 89 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 92	98
Fig. 90 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 93	99
Fig. 91 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 94	99
Fig. 92 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Quasi permanente) 41	100
Fig. 93 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 51	100
Fig. 94 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 52	101
Fig. 95 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 53	101
Fig. 96 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 61	102
Fig. 97 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 62	102
Fig. 98 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 63	103
Fig. 99 – Taglio Vxx S.L.U. 20	103
Fig. 100 – Taglio Vxx S.L.U. 21	104
Fig. 101 – Taglio Vxx S.L.U. 22	104
Fig. 102 – Taglio Vxx S.L.U. 23	105

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scalatore e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 7 di 252

Fig. 103 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 91	105
Fig. 104 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 92	106
Fig. 105 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 93	106
Fig. 106 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 94	107
Fig. 107 – Taglio Vxx S.L.E.(Quasi permanente) 41	107
Fig. 108 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 51	108
Fig. 109 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 52	108
Fig. 110 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 53	109
Fig. 111 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 61	109
Fig. 112 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 62	110
Fig. 113 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 63	110
Fig. 114 – Taglio Vyy S.L.U. 20	111
Fig. 115 Taglio Vyy S.L.U. 21	111
Fig. 116 – Taglio Vyy S.L.U. 22	112
Fig. 117 – Taglio Vyy S.L.U. 23	112
Fig. 118 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 91	113
Fig. 119 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 92	113
Fig. 120 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 93	114
Fig. 121 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 94	114
Fig. 122 – Taglio Vyy S.L.E.(Quasi permanente) 41	115
Fig. 123 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 51	115
Fig. 124 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 52	116
Fig. 125 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 53	116
Fig. 126 Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 61	117
Fig. 127 – Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 62	117
Fig. 128 – Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 63	118
Fig. 129 – Momento flettente Mxx Inviluppo	118
Fig. 130 – Momento flettente Myy Inviluppo	119

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 8 di 252

Fig. 131 – Momento torcente Mxy Inviluppo	119
Fig. 132 – Taglio Vxx Inviluppo	120
Fig. 133 – Taglio Vyy Inviluppo	120
Fig. 134 – Esito della verifica	121
Fig. 135 – Esito verifica a pressoflessione	122
Fig. 136 – Esito verifica lato calcestruzzo	122
Fig. 137 – Esito verifica lato acciaio	123
Fig. 138 – Massima Pressioni sul terreno lato dx (piazzale)	151
Fig. 139 – Minima Pressioni sul terreno lato dx (piazzale)	151
Fig. 140 – Massima Pressioni sul terreno lato sx (autostrada)	153
Fig. 141 – Minima Pressioni sul terreno lato sx (autostrada)	153
Fig. 142; Vista filo di ferro e vista solida	155
Fig. 143; Peso proprio e spinta dovuta al carico da traffico	155
Fig. 144; Spinta terreno statica e spinta dovuta al sisma	156
Fig. 145; Inerzia in X e Inerzia Z+	156
Fig. 146; Inerzia Z-	156
Fig. 147; Sollecitazioni flettente M11– comb. SLU	157
Fig. 148; Sollecitazione flettente M22 – comb. SLU	158
Fig. 149; Sollecitazione flettente M12 – comb. SLU	158
Fig. 150; Sollecitazione di taglio V13 – comb. SLU	159
Fig. 151; Sollecitazione di taglio V23 – comb. SLU	159
Fig. 152; Sollecitazione N11– comb. SLU	160
Fig. 153; Sollecitazione N22– comb. SLU	160
Fig. 154; Sollecitazione N12– comb. SLU	161
Fig. 155; Verifica N/M SLU	161
Fig. 156; Armatura principale Af 3+	162
Fig. 157; Armatura principale Af 3-	162
Fig. 158; Armatura secondaria Af 3+	163

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 9 di 252

Fig. 159; Armatura secondaria Af 3+	163
Fig. 160; Armatura taglio principale At	164
Fig. 161; Armatura taglio secondaria At	164
Fig. 162; Verifica Fessurazione SLE freq, SLE q.p. e S.L.E rare	167
Fig. 163; Verifica Tensioni cls SLE rare	167
Fig. 164; Verifica Tensioni acciaio SLE rare	168
Fig. 165 Verifica Tensioni cls SLE q.p.	168
Fig. 166; Vista filo di ferro e vista solida	170
Fig. 167; Peso proprio e spinta dovuta al carico da traffico	170
Fig. 168; Spinta terreno statica e azione da urto 1° montante	171
Fig. 169; Azione da urto 2° e 3° montante	171
Fig. 170; Azione da urto 4° e 5° montante	171
Fig. 171; Azione da urto 6° montante	172
Fig. 172; Sollecitazioni flettente massimo M11– comb. SLU	172
Fig. 173; Sollecitazioni flettente minimo M11– comb. SLU	173
Fig. 174; Sollecitazione flettente massimo M22 – comb. SLU	173
Fig. 175; Sollecitazione flettente minimo M22 – comb. SLU	174
Fig. 176; Sollecitazione flettente massimo M12 – comb. SLU	174
Fig. 177; Sollecitazione flettente minimo M12 – comb. SLU	175
Fig. 178; Sollecitazione di taglio massimo V13 – comb. SLU	175
Fig. 179; Sollecitazione di taglio minimo V13 – comb. SLU	176
Fig. 180; Sollecitazione di taglio massimo e minimo V23 – comb. SLU	176
Fig. 181; Sollecitazione N11– comb. SLU	177
Fig. 182; Sollecitazione N22– comb. SLU	177
Fig. 183; Sollecitazione N12– comb. SLU	178
Fig. 184; Verifica N/M SLU	178
Fig. 185; Verifica N/M SLU (trascurati i picchi puntuali di modellazione)	179
Fig. 186; Armatura principale Af 3+	179

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	10 di 252

Fig. 187; Armatura principale Af 3-	180
Fig. 188; Armatura secondaria Af 3+	180
Fig. 189; Armatura secondaria Af 3+	181
Fig. 190; Armatura taglio principale At	181
Fig. 191; Armatura taglio secondaria At	182
Fig. 192; Verifica Fessurazione SLE freq, SLE q.p. e S.L.E rare	184
Fig. 193 Sezione tipologica Muri d'ala	185

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 11 di 252

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di "Quadruplicamento ferroviario della linea Fortezza – Verona – Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena", la relazione ha per oggetto le opere relative al Lotto 1 Fortezza – Ponte Gardena, relativo all'accesso Sud alla galleria di base del Brennero.

Il suddetto lotto 1, da realizzare negli impianti di Fortezza e Ponte Gardena e costituiti da:

- *nell'impianto di Fortezza:*
 - ✚ adeguamento della radice sud della stazione di Fortezza, limitatamente alle predisposizioni civili all'allaccio dell'interconnessione sud, esclusi gli interventi di competenza di Brenner Basistunnel (BBT SE);
- *nell'impianto di Ponte Gardena:*
 - ✚ nuovo piano regolatore generale (PRG) della stazione di Ponte Gardena da realizzarsi per fasi fino all'assetto definitivo a quattro binari compresi marciapiedi, sottopasso di stazione e impianti sussidiari;
 - ✚ nuovo ACC, comprese le riconfigurazioni per la gestione delle fasi realizzative;
 - ✚ tratto del ramo pari dell'interconnessione, parte all'aperto, parte in trincea e parte in galleria artificiale a semplice binario, sottopassante la linea storica in esercizio, da realizzarsi per fasi al fine di evitare interferenze con l'esercizio stesso, comprensivo di espropri ed eventuali interventi sulla sponda sinistra del fiume Isarco;
 - ✚ adeguamento di opere idrauliche interessanti la stazione di Ponte Gardena, da realizzarsi per fasi contestualmente al PRG.

Oggetto specifico di questa relazione è il calcolo strutturale dello scatolare in c.a. previsto per la risoluzione dell'intersezione tra la viabilità di cantiere in uscita dall'Autostrada A22 e la strada provinciale SP 27.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture.

Si riportano nel seguito le leggi ed i regolamenti cui si è fatto riferimento nella progettazione delle opere trattate in questa relazione:

- Norme tecniche per le Costruzioni 2008 - D.M. 14/01/2008, pubblicato sulla G. U. del 04/02/08;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni ingenerale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici;
- UNI EN 1991-1-2:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-2: Azioni ingenerale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco;
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni ingenerale - Carichi da neve;
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4:

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 12 di 252

- Azioni ingenerale - Azioni del vento;
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni ingenerale - Azioni termiche;
 - UNI EN 1991-1-6:2005 26/09/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-6: Azioni ingenerale - Azioni durante la costruzione;
 - UNI EN 1991-1-7:2006 05/12/2006 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-7: Azioni ingenerale - Azioni eccezionali;
 - UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti;
 - UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1992-2:2006 26/01/2006 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi;
 - UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali;
 - UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1998-2:2006 09/02/2006 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 2: Ponti;
 - UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

Il calcolo e le verifiche degli elementi strutturali sono effettuati secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite, in accordo con le NTC2008 (e relative specificazioni).

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1. DOCUMENTI REFERENZIATI

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

IBOU1BEZZBZNV0430003	Viabilità di accesso all'area di Funes – Pianta profili e sezioni
IBOU1BEZZBZNV0430004	Viabilità di accesso all'area di Funes – Scatolare - Carpenteria
IBOU1BEZZBZNV0430005	Viabilità di accesso all'area di Funes – Muro di sostegno NW - Carpenteria
IBOU1BEZZBZNV0430006	Viabilità di accesso all'area di Funes – Muro di sostegno SW – Carpenteria
IBOU1BEZZBZNV0430008	Viabilità di accesso all'area di Funes - Fondazioni, puntoni e cordoli - Carpenteria

3.2. DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

IBL11BD26CLNV0430003	Relazione di calcolo viabilità di cantiere uscita A22 (progetto definitivo)
----------------------	---

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	13 di 252

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'intervento in questione ricade nel Comune di Funes ed andrà a costituire parte della viabilità di cantiere necessaria al raggiungimento dell'area di stoccaggio materiali in prossimità dell'uscita della "Finestra Funes".

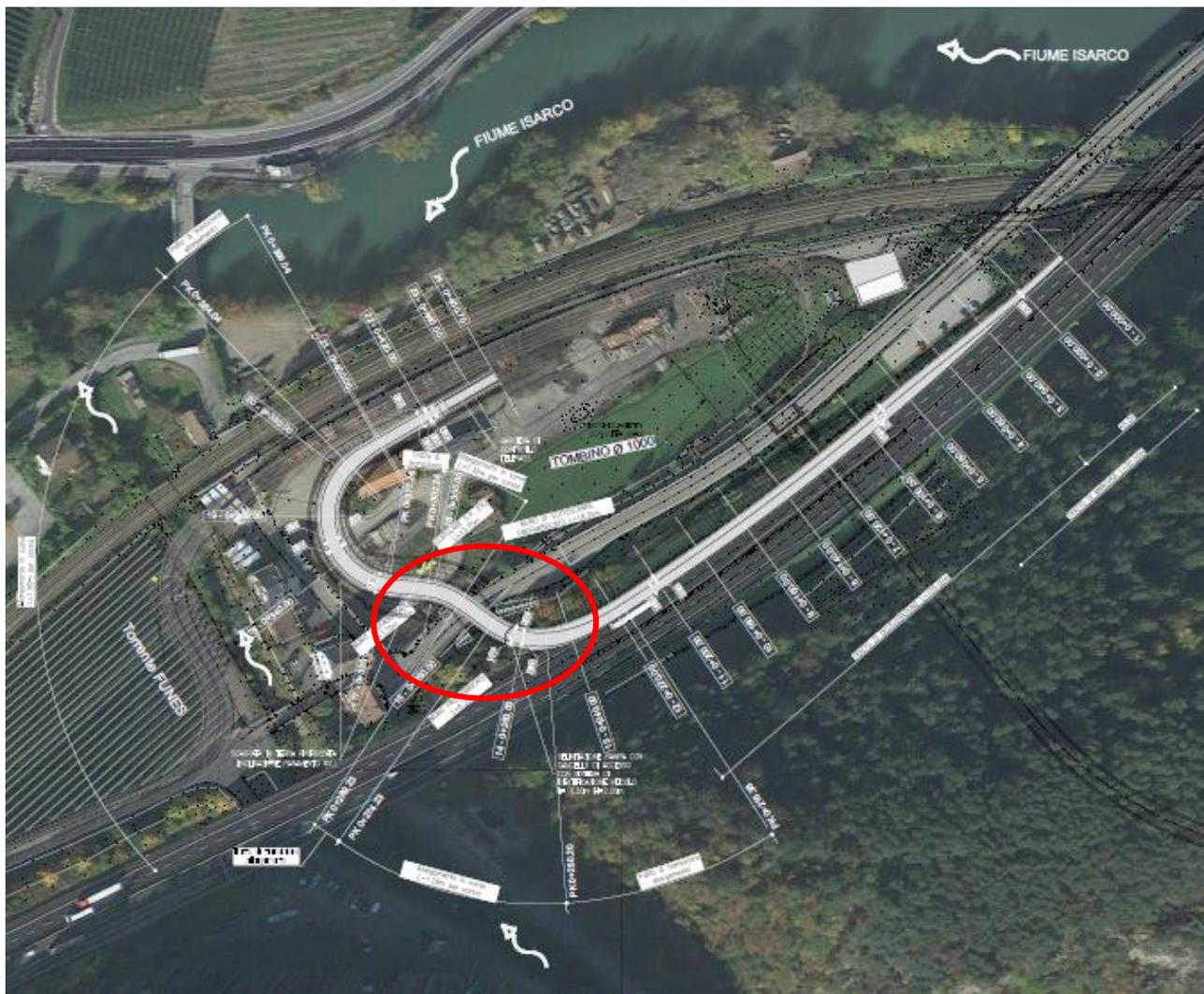


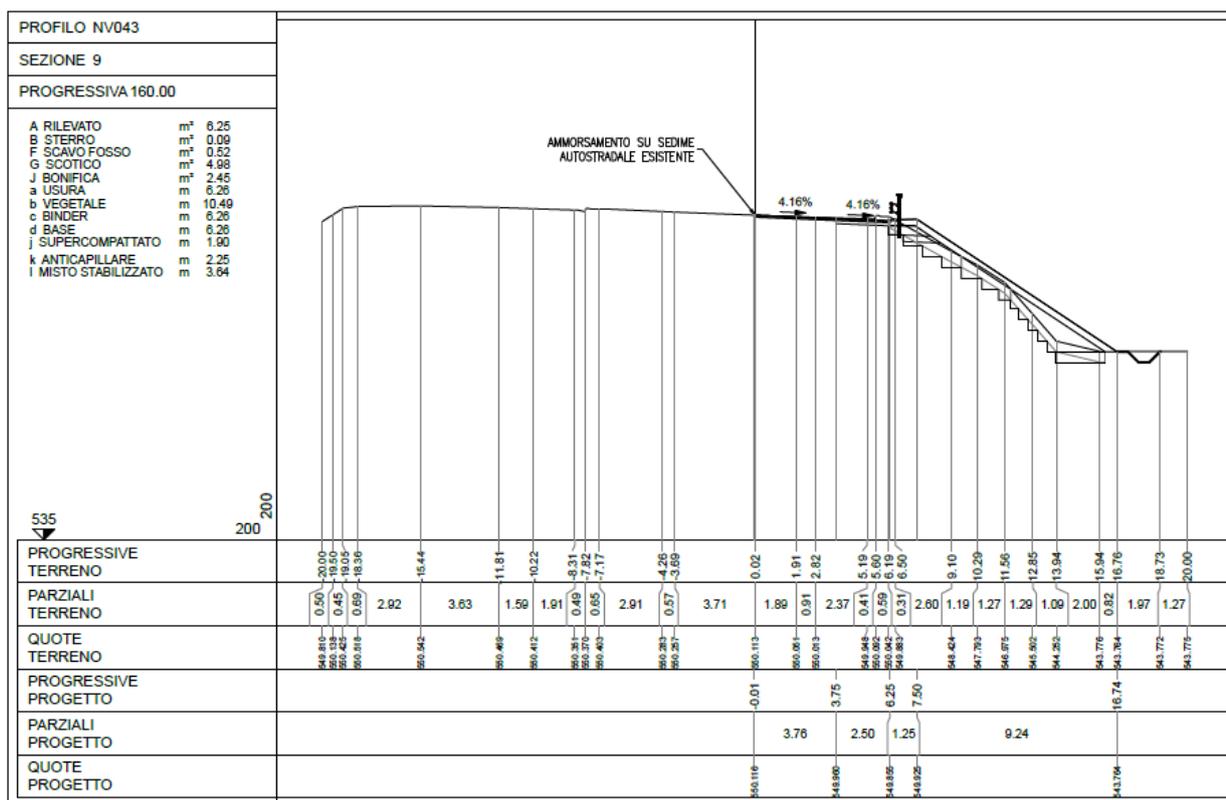
Fig. 1 – Inquadramento geografico della viabilità di uscita da A22 (NV043) e focus sullo scatolare in oggetto

Il tracciato è stato definito tenendo conto dei vincoli presenti nella zona, ovvero la presenza della linea ferroviaria esistente (a Nord del tracciato), dell'autostrada A22 (a Sud) e della linea SNAM (a Sud). Lo scavalco consiste nel manufatto di sovrappasso della SP27 e fa parte delle opere necessarie a realizzare una viabilità di accesso all'area di Funes direttamente dall'autostrada A-22, necessaria per una più efficace logistica di cantiere e per ridurre il numero di mezzi in uscita al casello di Chiusa-Val Gardena durante la realizzazione delle opere e degli interventi relativi all'imbocco della Finestra di accesso alla nuova infrastruttura ferroviaria.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 14 di 252

In fase di progettazione esecutiva si è posta attenzione alle opportunità operative ed allo stato dei luoghi cercando di ottimizzare le soluzioni di progettazione definitiva anche in ragione della faticistica realizzativa e della particolare condizione morfologica approfondita in fase di progettazione esecutiva.

Gli scavi per le fondazioni delle opere previste in PD (in particolare per lo scavalco) non sarebbero compatibili con l'esercizio al traffico della SP (il dislivello fra il piano di scavo [538.71 mslm] e il piano di rotolamento [541.40 mslm] è pari a circa 2.70m); quindi in fase di progettazione esecutiva è stata studiata una differente configurazione dell'opera che evita l'interferenza "esecutiva" con la SP, consentendo di mantenere il tratto in esercizio con continuità, senza necessità di ricorrere a deviazioni del tracciato stradale o a parzializzazioni dei flussi, a meno che per attività puntuali completabili nell'arco di una chiusura temporanea notturna. Parimenti, per realizzare l'allargamento del rilevato autostradale, nel progetto definitivo approvato si prevedevano operazioni consistenti sulle attuali scarpate della A22, siano esse in terra rinforzata (sezione 9) che in normale rilevato (sezione 8).



In particolare, si rendeva necessaria la predisposizione degli elementi di rinforzo già in corrispondenza del ciglio autostradale attuale, rendendo necessaria la demolizione di una porzione consistente di rilevato ed il restringimento della carreggiata Sud della A22 (pur dovendo aggiungere opere di sostegno importanti per evitare la chiusura totale di questa). Dalle sopracitate sezioni, si intuisce che l'allargamento guadagnato in fase di progettazione definitiva da tali opere risulta comunque piuttosto contenuto.

In fase di progettazione esecutiva si è quindi provveduto ad una razionalizzazione delle opere di sostegno che in parte sono state mantenute simili al PD (terre rinforzate) ed in parte sono state riprogettate per poter assolvere alle funzioni di sostegno necessarie alla costruzione della rampa di uscita dalla A22.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	15 di 252

4.1. SCATOLARE SU SP27

A seguire si propone un inquadramento delle aree di interesse recuperato da Google-Earth e una fotografia scattata in corrispondenza della futura opera.

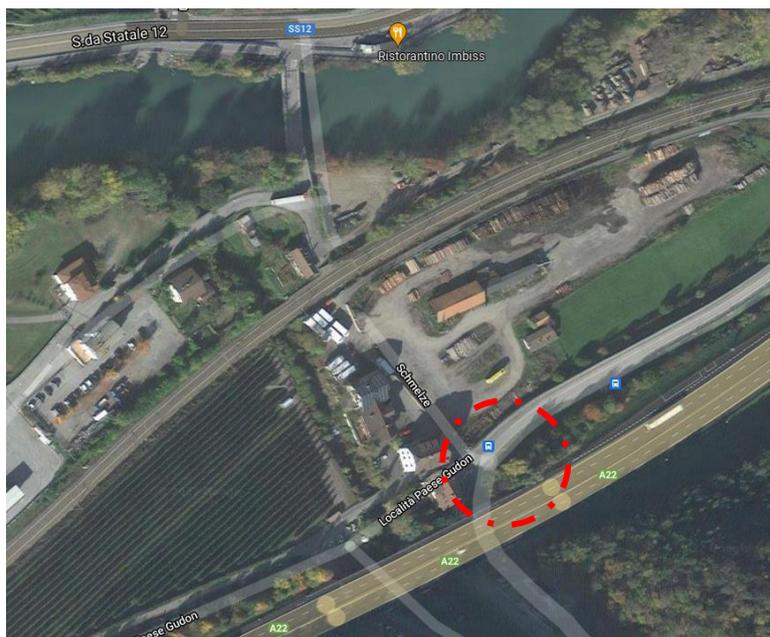


Fig. 2 – Inquadramento geografico di dettaglio dell'area di interesse



Fig. 3 – Fotografia dello stato dei luoghi

Si tratta di una struttura a scatolare a fondazione diretta, la cui soletta superiore presenta dimensioni in pianta pari a 13.75 x 12 m.

La struttura è costituita da una successione di archi prefabbricati in cemento armato uguali fra loro, posati su due cordoli di fondazione anch'essi in cemento armato. Ogni arco è costituito da due elementi prefabbricati identici a forma di Γ , che, a montaggio ultimato, costituiscono ciascuno un ritto, una trave inclinata sull'orizzontale di 45° e una trave orizzontale.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	16 di 252

I vari elementi prefabbricati che costituiscono la struttura sono posati in opera affiancati, quasi a contatto tra loro. L'armatura é in parte inserita all'interno degli elementi prefabbricati, in parte posata in opera negli appositi vani fra un prefabbricato e l'altro e nelle articolazioni. Successivamente i prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di calcestruzzo in opera che congloba le armature aggiunte in opera e rende la struttura monolitica.

I prefabbricati sono costruiti in modo da formare delle cerniere statiche nel collegamento alla fondazione; mentre il collegamento centrale fra i due semiarchi è reso monolitico dai getti in opera e dalle armature integrative. Sulla struttura è situata una soletta collaborante gettata in opera.

La trasmissione degli sforzi tra un arco prefabbricato ed il successivo avviene sia sull'intero sviluppo dell'arco nel suo intero spessore, sia tramite apposite travi trasversali in cemento armato localizzate negli spigoli tra le varie falde.

Le cerniere laterali, situate alla base dei montanti verticali, collegano il piede del prefabbricato, opportunamente profilato, e il getto di sigillatura solidale alla fondazione. Esse sono in realtà delle cerniere doppie, con due centri di rotazione distinti. Nel loro funzionamento possono verificarsi tre casi:

- se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'interno del portale, lavora solo la cerniera interna, cioè quella vicina alla facciata interna a vista della struttura, mentre la cerniera esterna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.
- Se il ritto verticale della struttura tende a ruotare verso l'esterno del portale, lavora solo la cerniera esterna, cioè quella vicina al lato contro terra, mentre la cerniera interna si solleva leggermente, ruotando solidalmente al ritto.
- Se la risultante degli sforzi trasmessi dal ritto alla fondazione passa fra i centri delle due cerniere, lo sforzo normale tiene a contatto entrambe le cerniere e non si ha alcuna rotazione. In tal caso il ritto risulta solidale alla fondazione (comportamento ad incastro).

Il programma di calcolo provvede automaticamente a modificare le coordinate delle cerniere di base a seconda del verso di rotazione.

La carreggiata ha una larghezza complessiva, tolti i cordoli, di circa 7.50 m carrabili (2 corsie da 2.75 m al fine di garantire un agevole movimentazione dei mezzi di cantiere e due banchine da 1.00 m), affiancata da due cordoli, di larghezza 0.75 m, ai quali è fissato il parapetto/sicurvia.

Le fondazioni dello scatolare sono realizzate da due travi in calcestruzzo armato di lunghezza pari a 13.75m, larghezza pari a 2.75m e altezza pari a 0.8m; collegate trasversalmente alle due estremità da due cordoli in c.a. di dimensioni B = 0.40m e H = 0.80m.

Nei capitoli che seguono vengono fornite l'analisi dei carichi, le caratteristiche dei materiali impiegati ed infine le verifiche geotecniche e strutturali agli stati limite delle opere in esame.

Pur trattandosi di un'opera provvisoria, in quanto si prevede la demolizione della stessa al termine dei lavori, in relazione al contesto in cui si inserisce sono stati scelti parametri di progetto compatibili con quelli di un'opera con carattere definitivo.

Nelle seguenti figure sono illustrati i prospetti e la sezione in corrispondenza dell'asse dello scatolare, con indicazione del franco rispetto alla quota della pavimentazione della strada provinciale SP27, che nel punto più basso è pari a 5.56m.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	17 di 252	

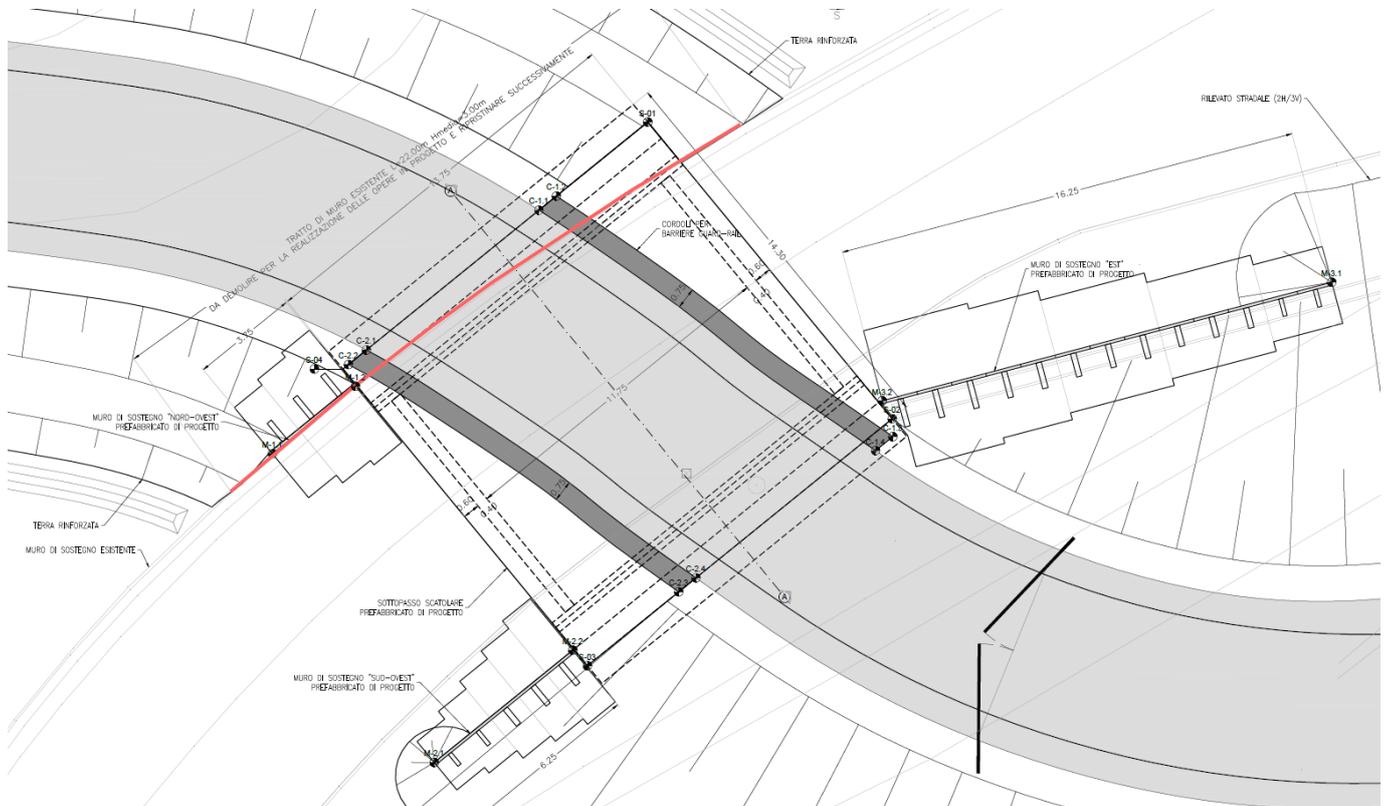


Fig. 4 – Pianta nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

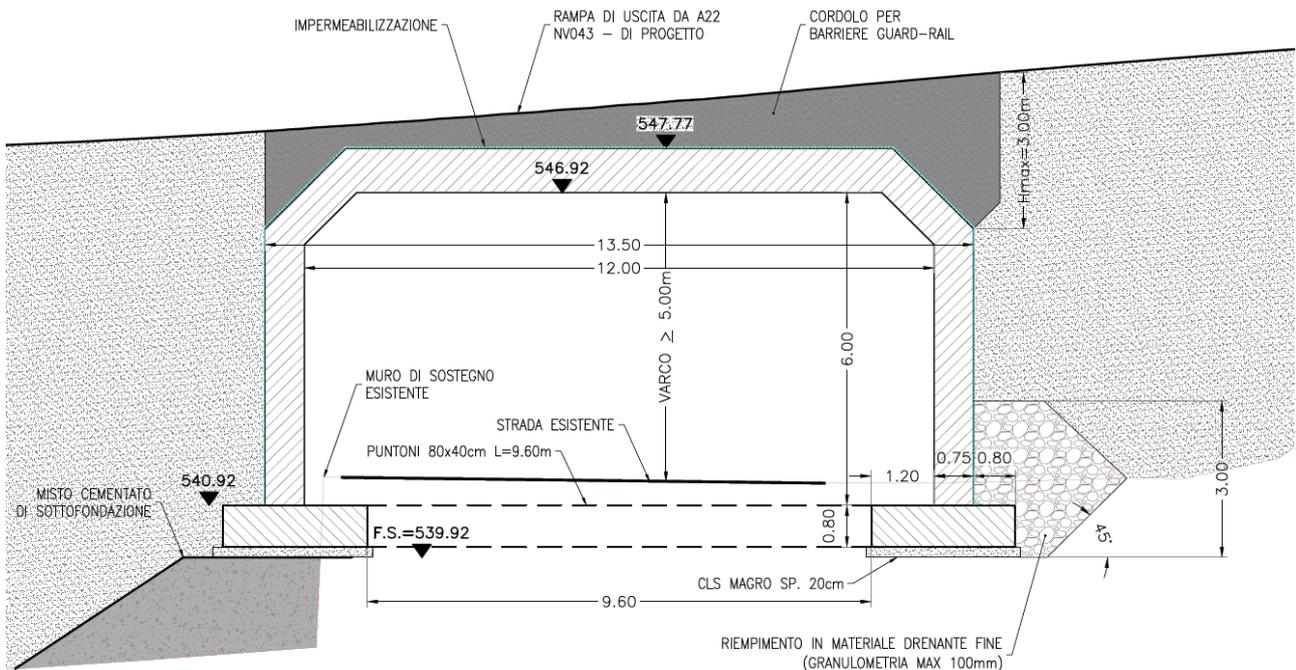


Fig. 5 – Sezione A-A, nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	18 di 252

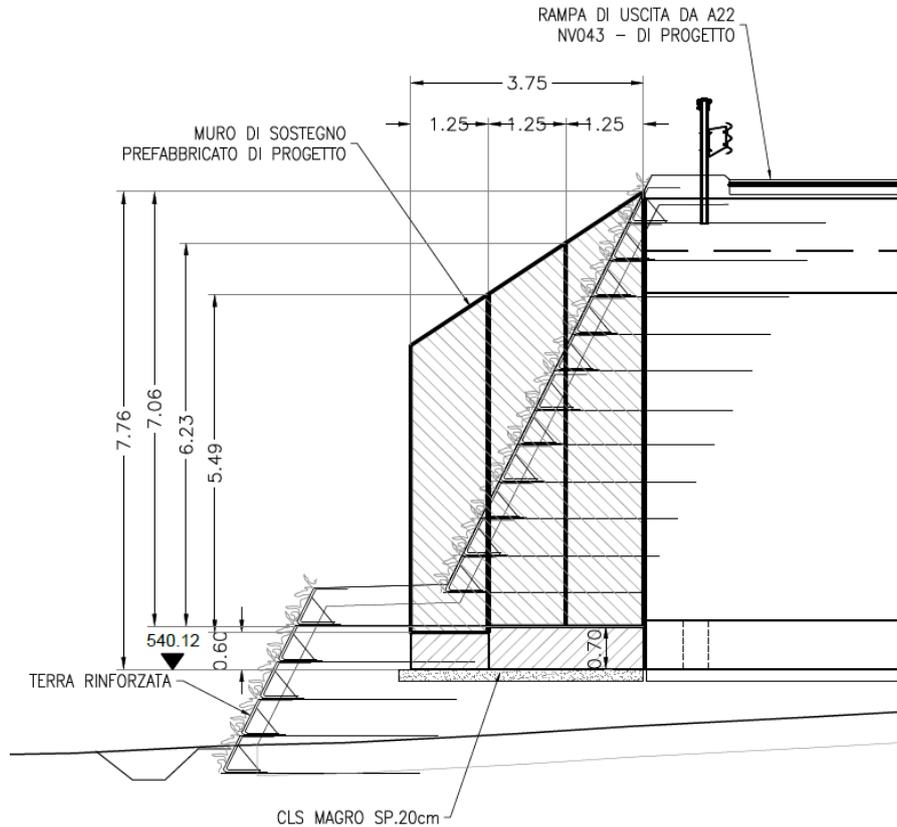


Fig. 6 – Prospetto (Muro Nord – Ovest), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

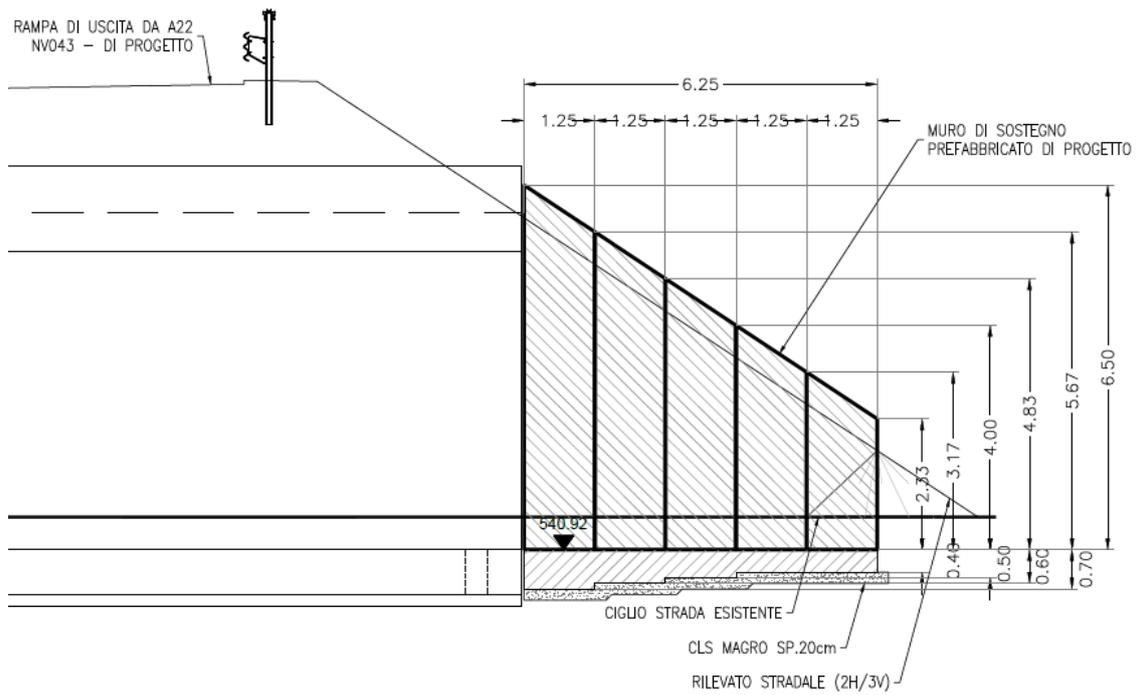


Fig. 7 – Prospetto (Muro Sud – Ovest), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 19 di 252

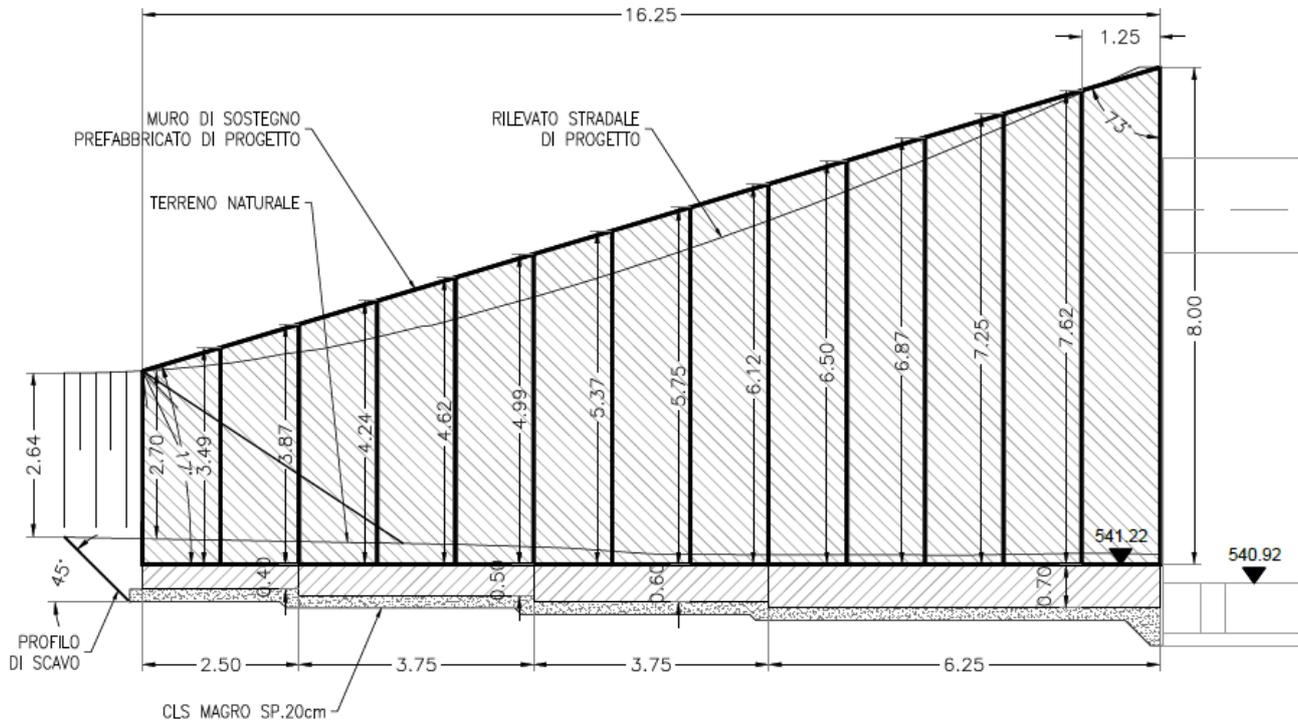


Fig. 8 – Prospetto (Muro Est), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

PROSPETTO CORDOLO 1

SCALA 1:100

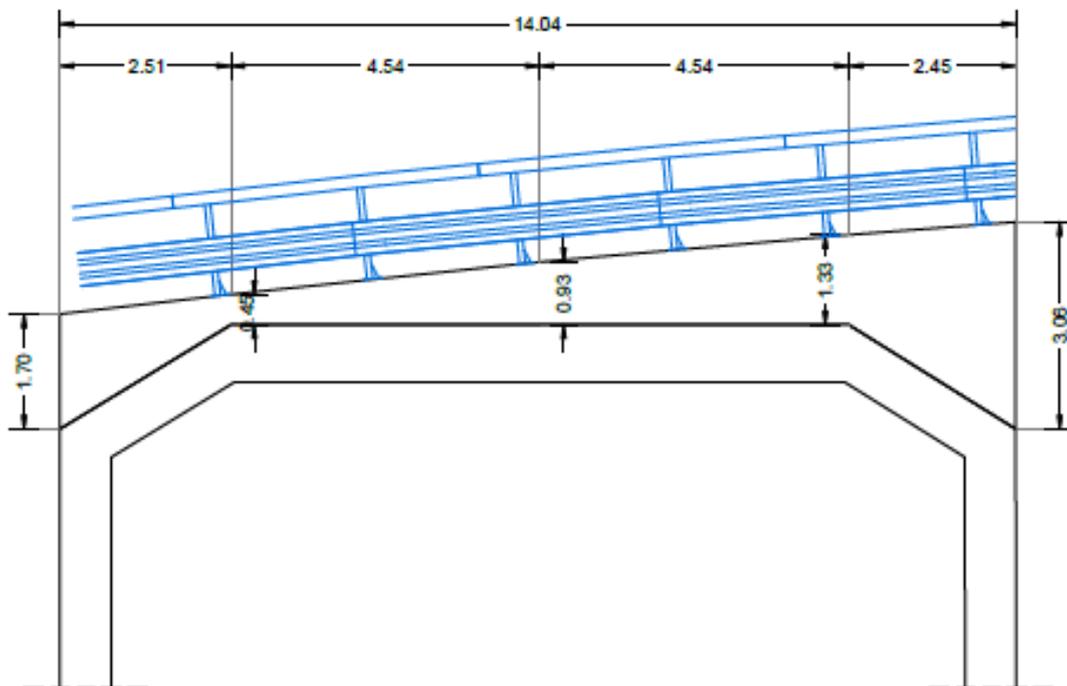


Fig. 9 – Prospetto (Cordolo barriera), nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 20 di 252

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1. MATERIALI UTILIZZATI

Si illustrano le caratteristiche dei materiali previsti per le opere in progetto. Valori di riferimento a 28 giorni

➤ **Conglomerato cementizio per le sottofondazioni**

Classe	C12/15
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 15 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 12 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC0
Classe di consistenza	S3

➤ **Conglomerato cementizio per le platee / travi di fondazione**

Classe	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 16.46 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2.84 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 1.988 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1.32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 17.43 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 13.07 \text{ N/mm}^2$
Massimo rapporto acqua cemento	0.50
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo inerte	25 mm
Copriferro nominale	48mm
Copriferro nominale adottato	50 mm

➤ **Conglomerato cementizio per le strutture prefabbricate**

Classe	C35/45
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 45.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 21.17 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 2.345 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1.56 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 22.41 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 16.81 \text{ N/mm}^2$
Cemento Portland EN 197-1	CEM I 52.5 R

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 21 di 252

Rapporto acqua cemento	0.45
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S3
Diametro massimo inerte	22 mm

➤ **Conglomerato cementizio per i giunti in elevazione**

Classe	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 16.46 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2.84 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 1.988 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1.32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 17.43 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 13.07 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico impiegato nel calcolo	$E = 32600 \text{ N/mm}^2$
Cemento Portland EN 197-1	CEM I 42.5 R o N
Massimo rapporto acqua cemento	0.50
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S3 -S4
Diametro massimo inerte	15 mm

➤ **Conglomerato cementizio per la soletta superiore**

Classe	C28/35
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 16.46 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2.84 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 1.988 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1.32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 17.43 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 13.07 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico impiegato nel calcolo	$E = 32600 \text{ N/mm}^2$
Cemento Portland EN 197-1	CEM I 42.5 R o N
Massimo rapporto acqua cemento	0.50
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S3
Diametro massimo inerte	25 mm

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 22 di 252	

➤ **Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione (Cordoli)**

Classe	C32/40
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 40.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 32.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 18.13 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk,0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 2.12 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1.41 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck} = 19.20 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a compressione (comb. Quasi Perm.)	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck} = 14.40 \text{ N/mm}^2$
Massimo rapporto acqua cemento	0.45
Classe di esposizione	XD3
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo inerte	20 mm
Copriferro nominale	55mm
Copriferro nominale adottato elevazione	55mm

➤ **Acciaio per cemento armato**

Classe	B450C
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1,15 = 391,30 \text{ N/mm}^2$

In accordo a quanto riportato nel par. 4.1.2.2.4 del DM08, i limiti di apertura delle fessure sono:

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Ordinarie per strutture di fondazione e pali. Aggressive per strutture in elevazione.

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$< w_1$	ap. fessure	$< w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$< w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

$$W1 = 0.2 \text{ mm}; \quad W2 = 0.3 \text{ mm}; \quad W3 = 0.4 \text{ mm}$$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	23 di 252

5.2. SISMICITÀ DELL'AREA

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio in esame, trova attuazione la classificazione sismica stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n.3274/2003, la quale ha introdotto una nuova classificazione sismica, suddividendo il territorio nazionale in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità e sottoposte alle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

5.3. COPRIFERRO

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

Le Norme tecniche del 2008_(NT08) nel paragrafo 4.1.6.1.3 prescrivono, a proposito dei dettagli costruttivi degli elementi monodimensionali, che "al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature".

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

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

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

dove:

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

in cui

$$\Delta c_{dev} = 10\text{mm} \text{ e } \Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0_{(N10)}$$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	24 di 252

$c_{min,b}$ è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature.
 Per armature ordinarie $c_{min,b}$ è pari al diametro della barra, nel caso di barre singole e al diametro equivalente, nel caso di barre raggruppate.
 Per armature da precompressione post-tese $c_{min,b}$ è pari al diametro delle guaine a sezione circolare o alla dimensione più piccola o la metà della dimensione più grande, se quest'ultima è superiore, nel caso di guaine a sezione rettangolare.
 Per armature da precompressione pre-tese $c_{min,b}$ è pari a 2 volte il diametro del trefolo o del filo liscio, a 1,5 volte il diametro del trefolo o del filo liscio nei solai, a 3 volte il diametro del filo indentato.^(N10)
 Se la dimensione nominale massima dell'aggregato è maggiore di 32mm, la norma raccomanda di maggiorare $c_{min,b}$ di 5 mm.

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

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

Criterio	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza ⁿ²	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C35/45 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

Prospetto 4.3N estratto dalla UNI EN 1992-1-1_{NL} che permette di variare la classe strutturale in funzione di alcuni criteri costruttivi.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI	Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 25 di 252

FIGURA 3.2

Requisito Ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)

Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

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

FIGURA 3.3

Requisito Ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)

Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	15	20	25	30	35	40
S2	10	15	25	30	35	40	45
S3	10	20	30	35	40	45	50
S4	10	25	35	40	45	50	55
S5	15	30	40	45	50	55	60
S6	20	35	45	50	55	60	65

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

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

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

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

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

- $k_1 = 5 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM1 (abrasione lieve);
- $k_2 = 10 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM2 (abrasione notevole);
- $k_3 = 15 \text{ mm}$ per la classe di abrasione XM3 (abrasione estrema)_(N10)

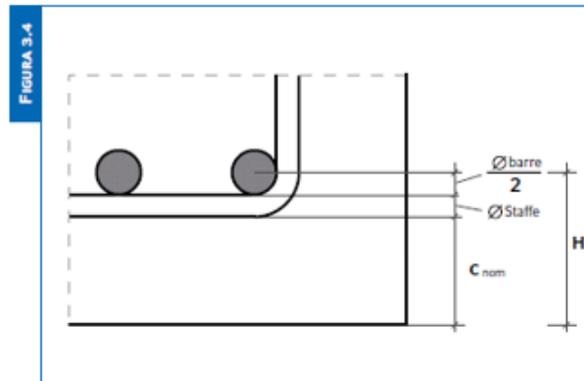
Nel caso di getti di calcestruzzo contro terra occorre utilizzare $c_{nom} > 40 \text{ mm}$ con terreno preparato, altrimenti $c_{nom} > 75 \text{ mm}$.

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

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

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

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 26 di 252



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

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

- Platee /travi di fondazione: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 38+10 = 48\text{mm}$, adottato $c_{nom} = 50\text{mm}$
- Cordoli: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 45+10 = 55\text{mm}$
- Elevazioni Archi prefabbricati intradosso struttura: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \pm 5\text{ mm}$
- Elevazioni Archi prefabbricati estradosso ritto: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35\text{ mm}$
- Elevazioni Archi prefabbricati estradosso obliquo: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35\text{ mm}$
- Soletta superiore: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40 \pm 10\text{ mm}$
- Sigillature: $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35+5\text{ mm}$

5.4. ADERENZA BARRE PER C.A.

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

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

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

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

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

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

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

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

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	27 di 252

5.5. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti del degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

6. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico utilizzato nella presente relazione è stato definito sulla base delle indicazioni riportate sulla relazione di calcolo da Progetto Definitivo:

Peso del terreno: γ = 19.5 KN/m³

Angolo di attrito: \varnothing' = 33°

Coesione: c' = 0 KPa

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	28 di 252

7. MODELLO DI CALCOLO

7.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La struttura è costituita da una successione di archi prefabbricati in cemento armato uguali fra loro, posati su due cordoli di fondazione anch'essi in cemento armato.

Ogni arco è costituito da due elementi prefabbricati: identici a forma di Γ , che, a montaggio ultimato, costituiscono ciascuno un ritto, una trave inclinata sull'orizzontale di 45° e una trave orizzontale.

I vari elementi prefabbricati che costituiscono la struttura sono posati in opera affiancati, quasi a contatto tra loro. L'armatura è in parte inserita all'interno degli elementi prefabbricati, in parte posata in opera negli appositi vani fra un prefabbricato e l'altro e nelle articolazioni. Successivamente i prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di calcestruzzo in opera che congloba le armature aggiunte in opera e rende la struttura monolitica.

I prefabbricati sono costruiti in modo da formare delle cerniere statiche nel collegamento alla fondazione; mentre il collegamento centrale fra i due semiarchi è reso monolitico dai getti in opera e dalle armature integrative. Sulla struttura è situata una soletta collaborante gettata in opera.

Per la descrizione dettagliata dei profili utilizzati per ogni elemento strutturale e per la geometria della struttura si rimanda ai seguenti capitoli e agli elaborati grafici.

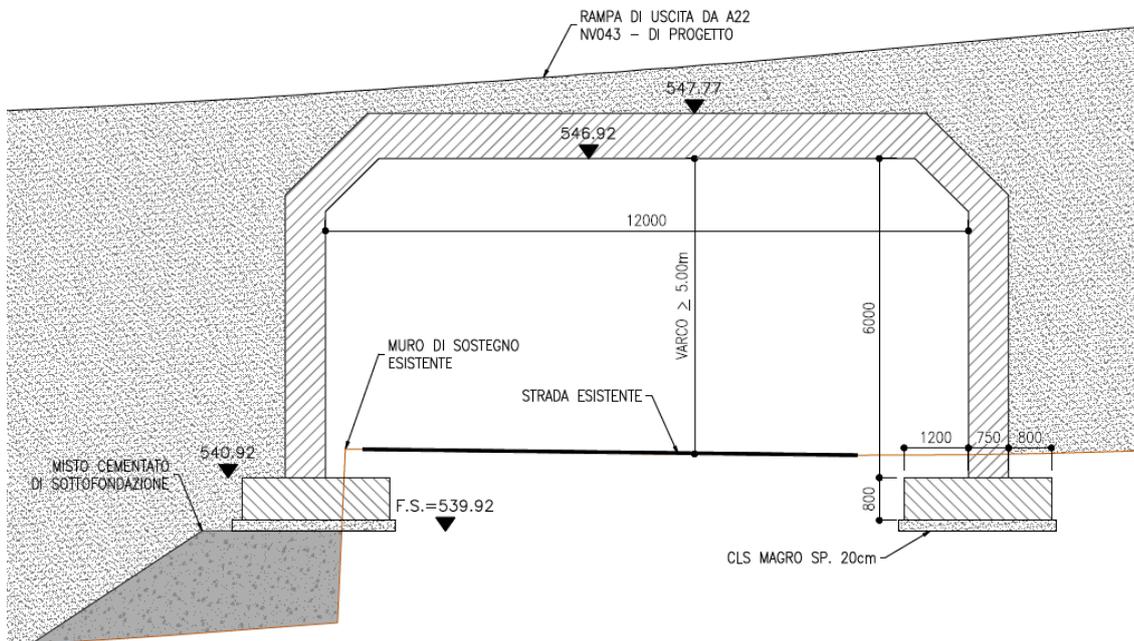


Fig. 10 – Sezione A-A, nuovo scatolare sulla strada provinciale SP27

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 29 di 252

7.2. CODICE DI CALCOLO

7.2.1 Tipo di analisi svolta

Il codice di calcolo deriva dall'evoluzione, sviluppata in molti anni, di un programma di soluzione di telai piani nato originariamente in Basic alla fine degli anni ottanta. L'attuale programma permette la verifica di tutte le tipologie di portali realizzate con i prefabbricati articolati Tensiter.

In base all'input dei dati variabili, inseriti tramite apposite "finestre", il codice di calcolo determina le reazioni vincolari e le sollecitazioni agenti nelle varie sezioni della struttura risolvendo il telaio con un'analisi statica lineare senza ridistribuzioni.

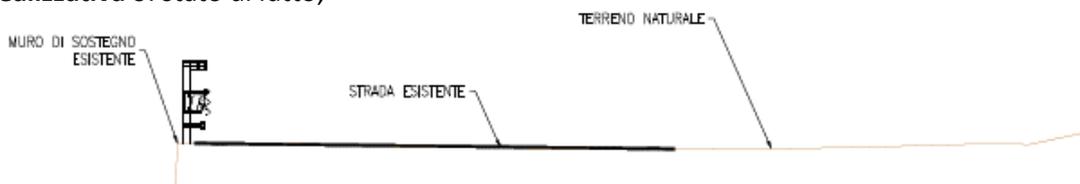
La verifica della resistenza delle sezioni in cemento armato normale è fatta con soluzioni esatte basate su distribuzioni tensionali a parabola-rettangolo per le verifiche a SLU e sismiche, e su distribuzioni tensionali elastico-lineari parzializzate per le verifiche a SLE (tensioni e fessurazione).

Il programma è dotato di un sistema interno di controllo per le principali verifiche richieste dalle norme. In particolare nelle verifiche a SLU il codice di calcolo fa automaticamente il confronto fra sollecitazioni dovute alle azioni e sollecitazioni resistenti. Nelle verifiche a SLE il confronto è fatto fra le tensioni calcolate o l'ampiezza delle fessure e i loro valori massimi ammessi dalle norme. Il codice di calcolo evidenzia nelle tabelle dei risultati gli eventuali valori insufficienti o inadatti scrivendoli in rosso su fondino giallo.

7.3. FASI REALIZZATIVE

7.3.1 Fasi realizzative e costruttive scolare

- **Fase realizzativa 0:** stato di fatto;



- **Fase realizzativa 1:** realizzazione fondazione piedritto di monte (lato A22);

DESCRIZIONE DELLE FASI:

- DELIMITAZIONE DELLA PORZIONE DI STRADA ESISTENTE DA DEDICARE AL TRAFFICO VEICOLARE DURANTE LE LAVORAZIONI
- ESECUZIONE DELLO SCAVO A 45°
- REALIZZAZIONE DELLE FONDAZIONI

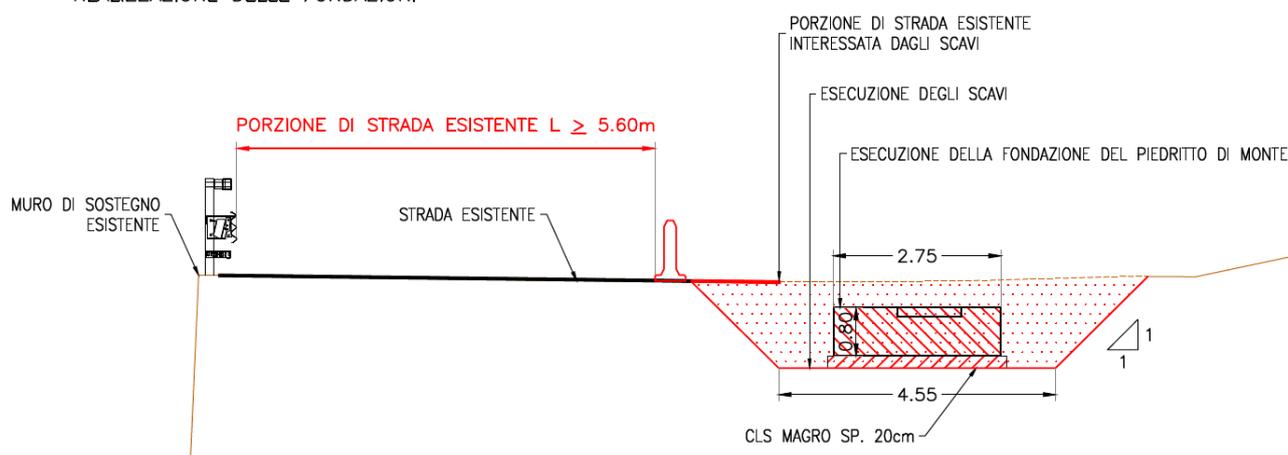


Fig. 11 – Fase 1, esecuzione fondazione lato monte

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	30 di 252

➤ **Fase realizzativa 2:** realizzazione fondazione piedritto di valle (lato ISARCO);

DESCRIZIONE DELLE FASI:

- RIPRISTINO DELLA STRADA ESISTENTE INTERESSATA DALLA SCAVO DI FASE 1 (GARANTENDO LO SPAZIO NECESSARIO AL MONTAGGIO DEI SEMIARCHI PREFABBRICATI)
- DELIMITAZIONE DELLA PORZIONE DI STRADA ESISTENTE DA DEDICARE AL TRAFFICO VEICOLARE DURANTE LE LAVORAZIONI
- CAPITOZZATURA DEL MURO ESISTENTE E SCAVO PER L'ESECUZIONE DELLE FONDAZIONI
- RIEMPIMENTO SOTTOFONDAZIONE CON MISTO CEMENTATO
- ESECUZIONE DELLE FONDAZIONI

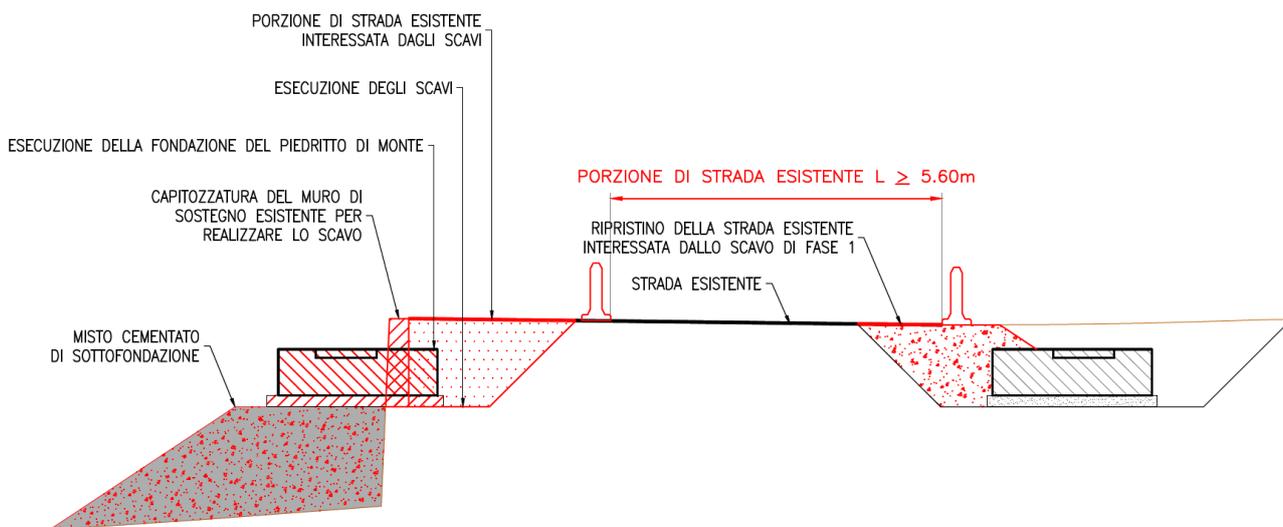


Fig. 12 – Fase 2, esecuzione fondazione lato valle

➤ **Fase realizzativa 3:** realizzazione dei puntoni di fondazione;

DESCRIZIONE DELLE FASI:

- INTERRUZIONE NOTTURNA DEL TRAFFICO
- ESECUZIONE DELLO SCAVO IN TRINCEA
- REALIZZAZIONE DEI PUNTONI
- REINTERRO E PROTEZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO CON ELEMENTO CARRABILE
- RIPRISTINO DELLA STRADA ESISTENTE CON $L \geq 5.60m$

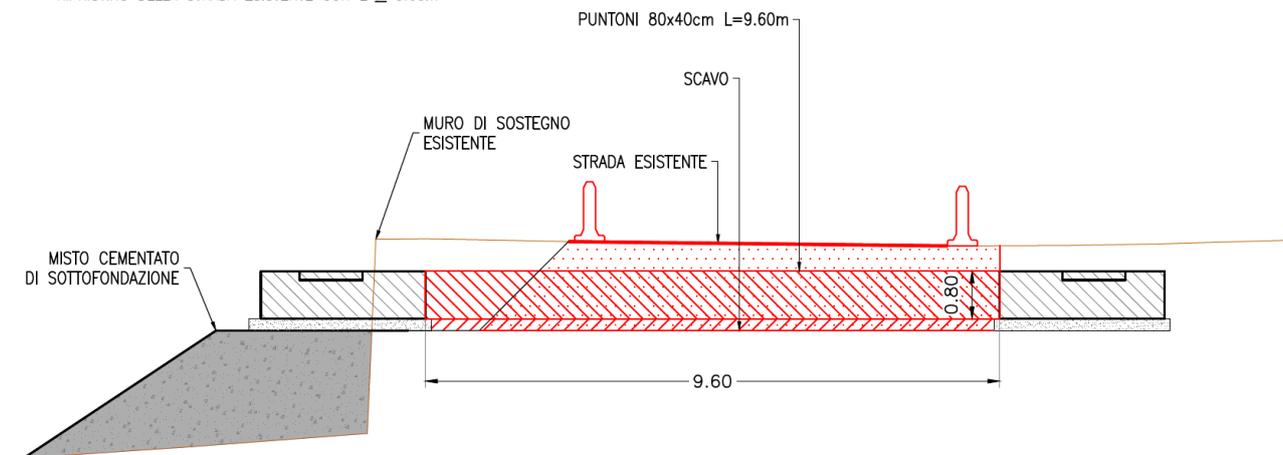


Fig. 13 – Fase 3, realizzazione dei puntoni di fondazione

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 31 di 252

➤ **Fase realizzativa 4:** realizzazione degli archi;

- **Fase costruttiva 4a:** posa in opera del primo semiarco della struttura. L'elemento è sostenuto provvisoriamente dal telaio di montaggio;

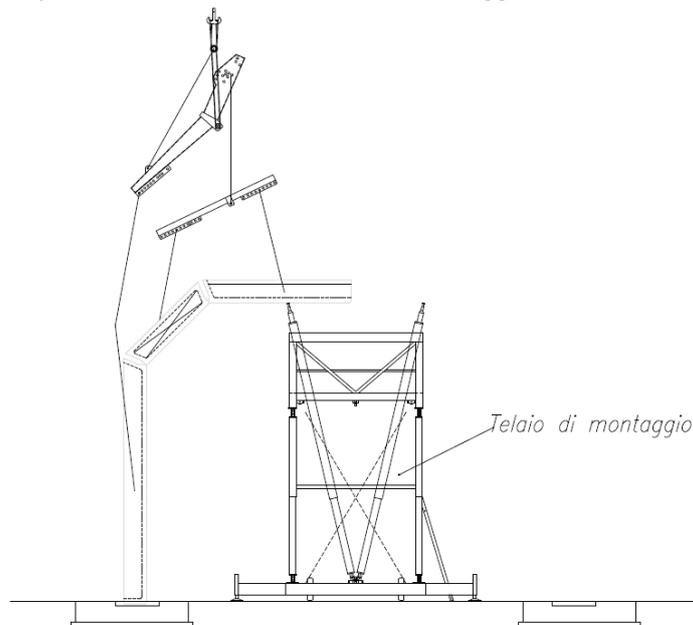


Fig. 14 – Fase 4a, posa in opera primo semiarco, con telaio di montaggio

- **Fase 4b:** posa del secondo semiarco. L'arco completo può reggersi da solo pertanto è possibile rimuovere il telaio;

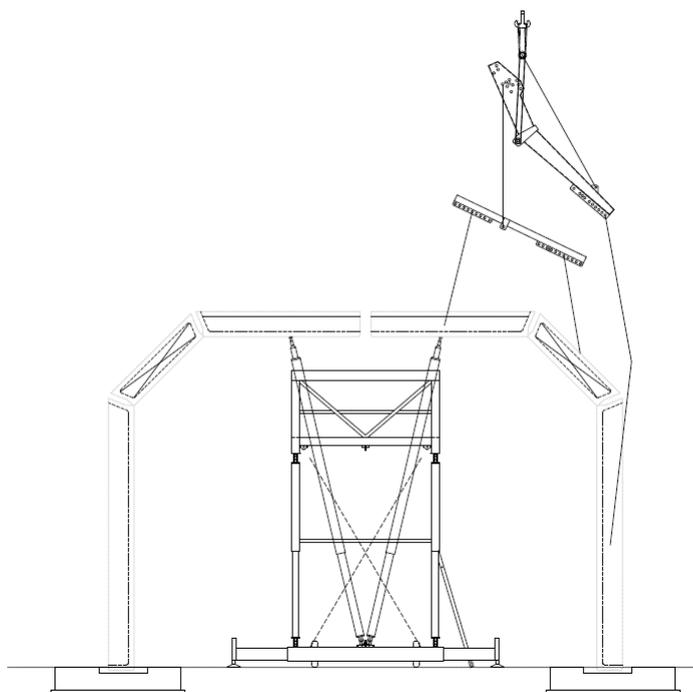


Fig. 15 – Fase 4b, posa del secondo semiarco.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 32 di 252

- **Fase 4c:** esecuzione dei getti di sigillatura;
- **Fase 4d:** Inserimento delle armature aggiuntive nei giunti e nelle articolazioni ed esecuzione dei getti di sigillatura. Procedere simmetricamente dai due lati, rispettando la sequenza prevista;
- **Fase 4e:** armatura e getto della soletta superiore;

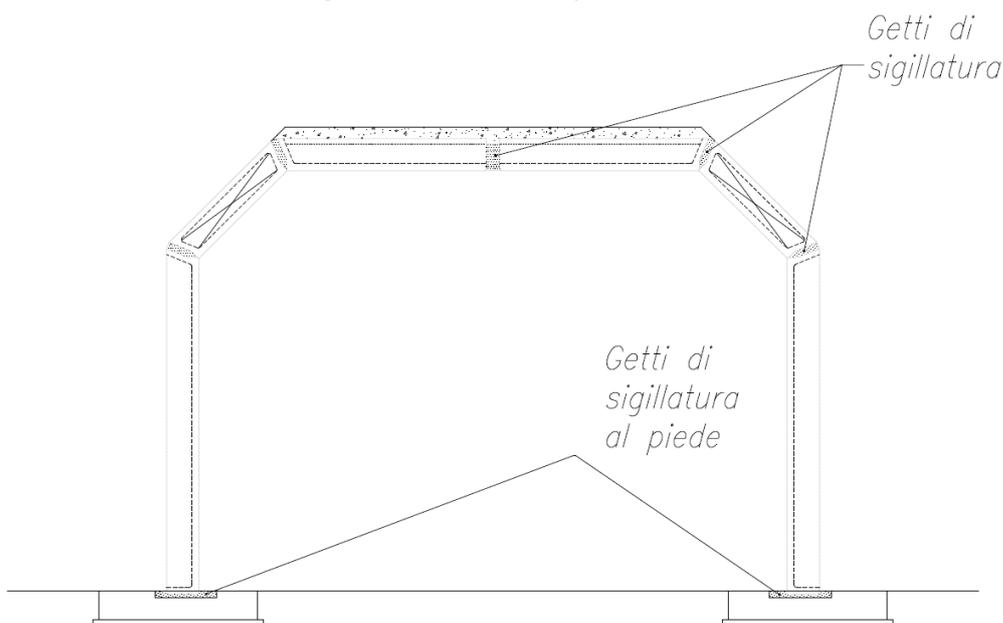


Fig. 16 – Fase 4c/4d/4e, inserimento armature aggiuntive ed esecuzioni getti.

- **Fase 4f:** realizzazione dell'impermeabilizzazione dei ritti;
- **Fase 4g:** riempimento laterale a strati, fino al livello della prima articolazione;
- **Fase 4h:** realizzazione dell'impermeabilizzazione della calotta;

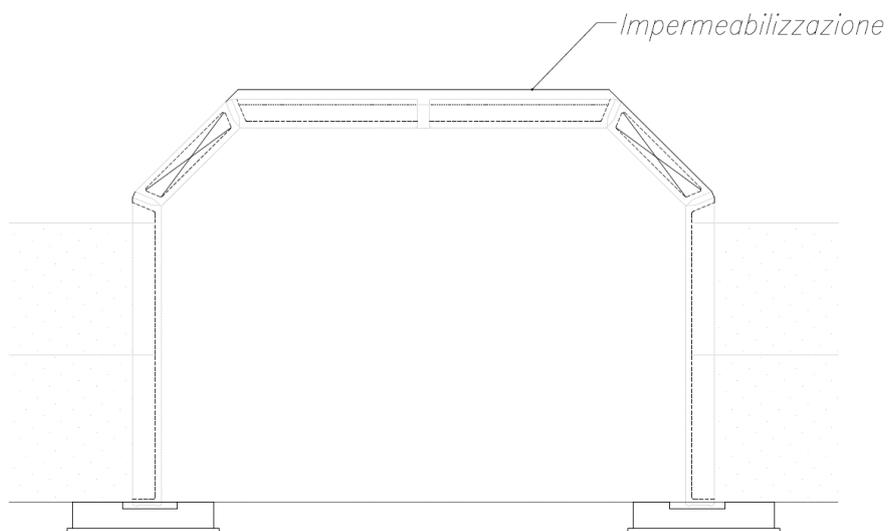


Fig. 17 – Fase 4f/4g/4h, impermeabilizzazione.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 33 di 252

- **Fase 4i:** completamento del riempimento fino al livello di progetto.

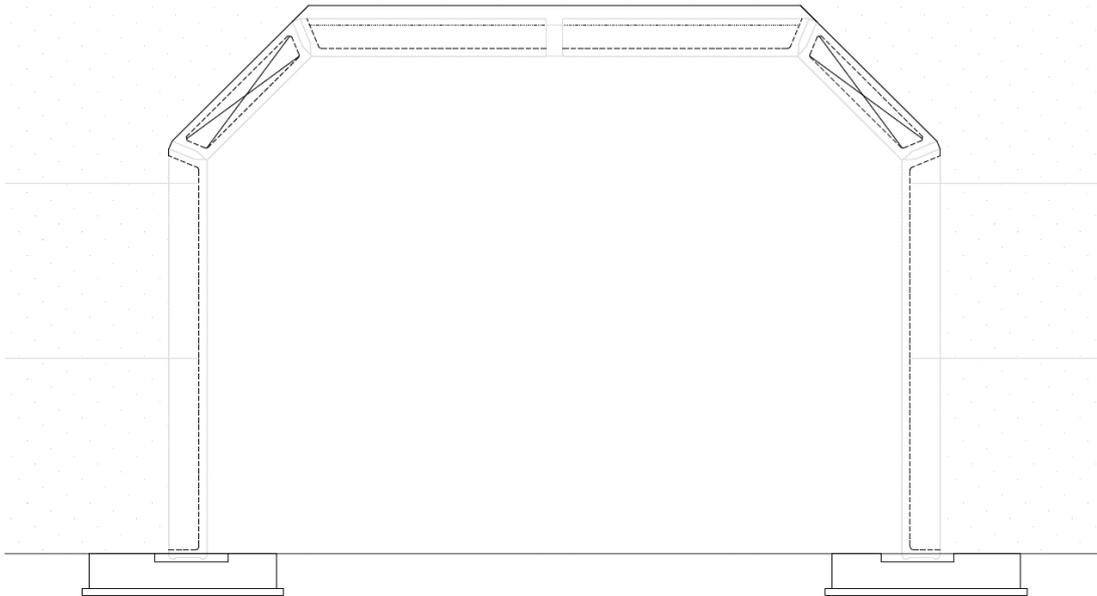


Fig. 18 – Fase 4i, riempimento.

➤ **Fase realizzativa 5:** Realizzazione cordoli e finitura;

DESCRIZIONE DELLE FASI:

- RIPRISTINO DELLA STRADA ESISTENTE (PER ARREDI, SEGNALETICA, BARRIERE, SI RIMANDA AGLI ELABORATI SPECIFICI)
- REALIZZAZIONE DEI CORDOLI CIGLI STRADA PER BARRIERE GUARD-RAIL RAMPA A22 SOPRA OPERA SCATOLARE
- REALIZZAZIONE DEL RIEMPIMENTO DRENANTE (LATO MONTE A22)
- REALIZZAZIONE DELLE ALTRE OPERE NECESSARIE ALLA RAMPA DI USCITA A22
- COMPLETAMENTO DELLA RAMPA DI USCITA A22

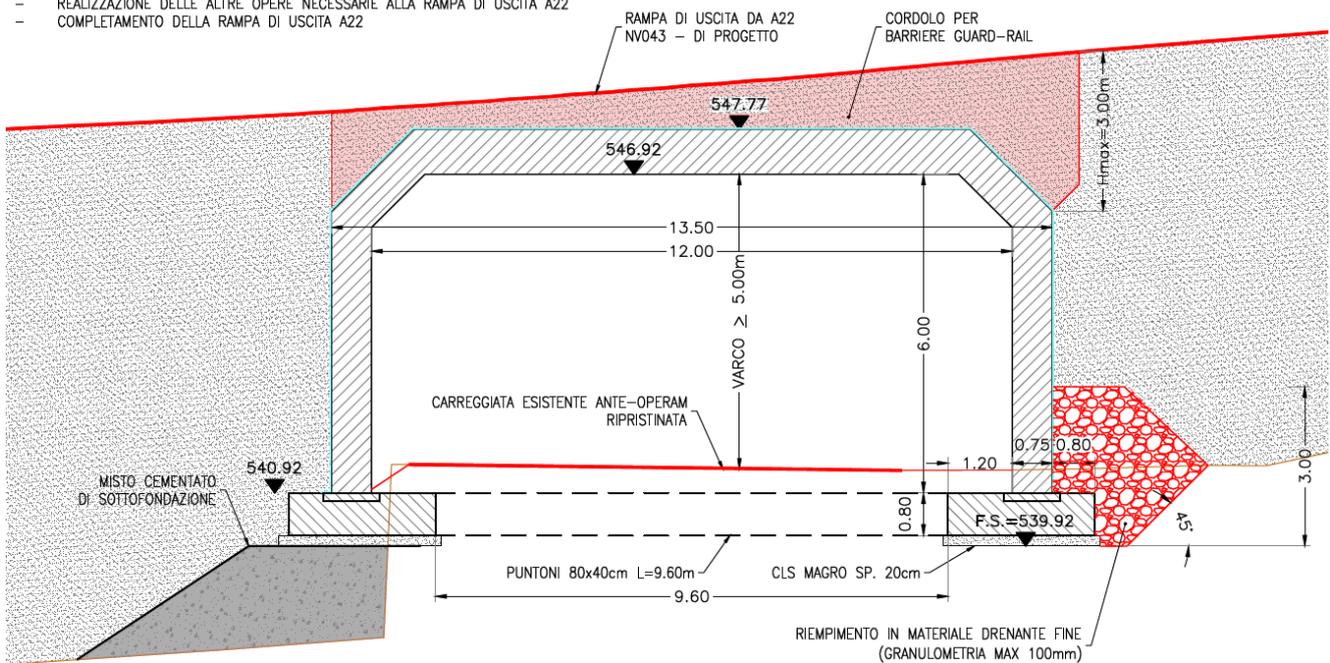


Fig. 19 – Fase 5, ritombamento e finitura

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	34 di 252

7.3.2 Scatolare

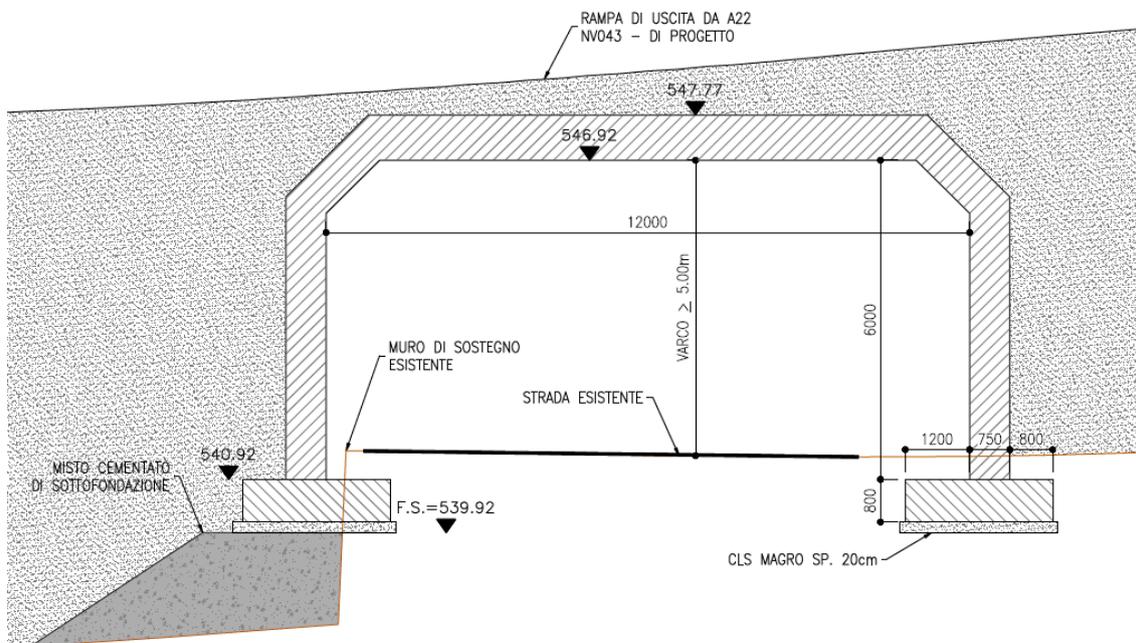


Fig. 20 – Sezione scatolare

- Luce netta della struttura: $L = 12.00 \text{ m}$
- Altezza nominale interna della struttura: $H_n = 6.00 \text{ m}$
- Numeri di archi prefabbricati: $N^\circ \text{ archi} = 11$
- Interasse tra gli archi della struttura: $i = 1.25 \text{ m}$
- Larghezza teorica totale: $L\text{-teorica} = 13.75 \text{ m}$
- Larghezza orizzontale dell'obliquo (aa) : $L\text{-orizzontale, obliquo} = 1.00 \text{ m}$

7.4. DESCRIZIONE DEL TELAIO

Nel modello di calcolo sono state considerate le seguenti sezioni, relativamente ai diversi elementi strutturali:

DESCRIZIONE DEL TELAIO

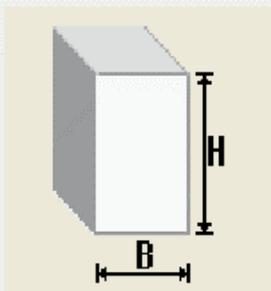
n° trave	Lunghezza		Area cm ²	Momento d'inerzia cm ⁴	Orientamento		H sez. cm.	Posizione baricentro cm.	Mod. elastico terreno	
	facciata	trave			facciata	trave			esterno	interno
	cm.	cm.			gradi	gradi			N/cm ²	N/cm ²
1	0.00	33.49	1	10	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0
2	0.00	0.01	1000000	1000000000	90.00°	90.00°	0.00	0.00	0	0
3	500.00	522.09	4020	2173785	90.00°	90.00°	75.00	29.51	6081	0
4	141.42	174.44	4658	3280866	45.00°	45.00°	75.00	36.49	4515	0
5	500.00	506.16	6120	5217451	0.00°	0.00°	85.00	45.44	4115	0
6	500.00	506.16	6120	5217451	0.00°	0.00°	85.00	45.44	3872	0
7	141.42	174.44	4658	3280866	-45.00°	-45.00°	75.00	36.49	4213	0
8	500.00	522.09	4020	2173785	-90.00°	-90.00°	75.00	29.51	5779	0
9	0.00	0.01	0	0	-90.00°	-90.00°	0.00	0.00	0	0
10	0.00	33.49	1000000	1000000000	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	35 di 252

➤ Descrizione delle singole sezioni del telaio

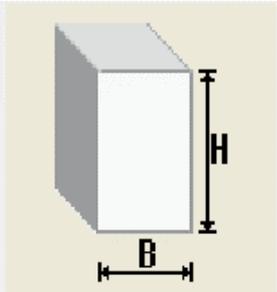
TRAVE	Sez	H1	Y1	Y2	B1	B2	S2	V2	B3	S3	V3	A1	A2	A3	A4	I0	G
3	1	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	9.05	6.84	0	29.5
3	2	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
3	3	75.0	69.0	5.8	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
3	4	75.0	69.0	6.6	42	125	12	0	42	0	0	16.93	9.05	6.02	6.84	0	29.5
3	5	75.0	69.0	6.6	49	125	12	0	49	0	0	24.76	7.09	4.47	6.84	0	29.5
4	1	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.89	1.39	9.40	0	36.5
4	2	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	3	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	4	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	5	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	18.47	11.33	1.39	9.40	0	36.5
5	1	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	18.47	11.99	4.29	13.82	0.00	45.4
5	2	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	15.66	23.54	4.94	13.82	0.00	45.4
5	3	85.0	79.0	9.0	40	125	12	0	125	20	0	11.09	31.73	2.81	13.82	0.00	45.4
5	4	85.0	79.0	8.5	40	125	12	0	125	20	0	8.55	37.37	0.00	13.82	0.00	45.4
5	5	85.0	79.0	8.0	40	125	12	0	125	20	0	4.52	34.72	0.00	13.82	0.00	45.4
6	1	85.0	79.0	8.0	40	125	12	0	125	20	0	4.52	34.72	0.00	13.82	0.00	45.4
6	2	85.0	79.0	8.5	40	125	12	0	125	20	0	8.55	37.37	0.00	13.82	0.00	45.4
6	3	85.0	79.0	9.0	40	125	12	0	125	20	0	11.09	31.73	2.81	13.82	0.00	45.4
6	4	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	15.66	23.54	4.94	13.82	0.00	45.4
6	5	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	18.47	11.99	4.29	13.82	0.00	45.4
7	1	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	18.47	11.33	1.39	9.40	0	36.5
7	2	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	3	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	4	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	5	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.89	1.39	9.40	0	36.5
8	1	75.0	69.0	6.6	49	125	12	0	49	0	0	24.76	7.09	4.47	6.84	0	29.5
8	2	75.0	69.0	6.6	42	125	12	0	42	0	0	16.93	9.05	6.02	6.84	0	29.5
8	3	75.0	69.0	5.8	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
8	4	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
8	5	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	9.05	6.84	0	29.5

➤ Plate di fondazione lato sx (autostrada) e lato dx (piazzale)

Stringa identificativa	Fondazione	
<input type="checkbox"/> Generalità		
Utilizzo previsto	per elementi in c.a.	
<input type="checkbox"/> Dimensioni		
base B	275.0 [cm]	
altezza H	80.0 [cm]	
Stringa identificativa		
		OK Annulla

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	36 di 252

➤ Cordolo di collegamento

Stringa identificativa	Cordolo di collegamento
<input type="checkbox"/> Generalità	
Utilizzo previsto	per elementi in c.a.
<input type="checkbox"/> Dimensioni	
base B	40.0 [cm]
altezza H	80.0 [cm]
	
Stringa identificativa	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Annulla"/>	

➤ Muro contenimento laterale sopra allo scatolare

<input type="checkbox"/> Generalità	
Elemento tipo	 Shell
Spessore	75.0 [cm]
Materiale	[5] Concrete Class C32/40

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 37 di 252

7.5. CARICHI AGENTI SULLA STRUTTURA

Vengono di seguito riportate le azioni che vengono considerate nella verifica e dimensionamento delle strutture dell'opera in oggetto.

7.5.1 Analisi dei carichi

Nel modello di calcolo si sono applicati alla struttura i seguenti carichi

- ✚ Peso proprio elementi strutturali è stato calcolato assumendo il peso specifico del cemento armato pari a $\gamma_{cls} = 25.00 \text{ kN/m}^3$ ed è considerato distribuito lungo l'asse della struttura.
- ✚ Peso e spinta delle terre (Struttura scatolare: archi prefabbricati)

Il profilo del terreno di riempimento ed i suoi parametri geotecnici sono indicati, per ogni condizione di carico, nella tabella intitolata "Verifica delle sezioni" (nella prima parte della tabella, denominata "Dati del calcolo"); i dati sono inoltre ricapitolati nella tabella generale "Dati del terreno" nella seconda pagina degli allegati.

Nel caso più generale il terreno è descritto attraverso un profilo trasversale bi-lineare, con pendenza diversa a sinistra e a destra. Lo spigolo P dove si incontrano i due tratti con pendenza diversa è individuato attraverso le sue coordinate XP e YP, riferite rispettivamente alla mezzeria della struttura ed al suo estradosso superiore.

Nel caso di terreno di riempimento orizzontale le due pendenze a sinistra e a destra sono ovviamente uguali e in tal caso la quota YP rappresenta lo spessore di terra sulla sommità della struttura.

DATI DEL TERRENO

PROFILO del terreno sopra la struttura:		
Coordinate del punto P rispetto alla mezzeria dell'estradosso:		
Xp	m	0
Yp	m	1.25
Yp solo terra	m	1.25
Pendenza del profilo (pos. se il profilo pende a destra):		
pendenza a sinistra di P	%	8.0
pendenza a destra di P	%	8.0
PESO SPECIFICO del terreno:		
γ	kN/m ³	19.5
SPINTE:		
angolo d'attrito della terra	°	33
coefficiente di spinta di quiete a sinistra	-	0.46
coefficiente di spinta di quiete a destra	-	0.45
Modulo elastico del terreno:		
in superficie a sinistra	N/mm ²	35
in superficie a destra	N/mm ²	35
incremento con la profondità	N/mm ² /m	3

Fig. 21 – Dati del terreno per struttura scatolare

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 38 di 252

Il diagramma della pressione esercitata dal terreno contro la struttura è calcolato in base all'interazione elastica tra struttura e terreno. In altre parole, la pressione laterale della terra è calcolata in funzione della deformazione della struttura e della rigidità del terrapieno.

Il calcolo dell'interazione della struttura con il terreno è effettuato mediante un programma per travi costituenti un telaio piano.

Nel caso più generale, la spinta della terra sulla struttura è modellizzata attraverso due termini separati:

- il primo è un carico distribuito indipendente dagli spostamenti e variabile linearmente lungo ogni trave;
- il secondo è una reazione elastica distribuita, funzione degli spostamenti nodali e variabile anch'essa linearmente lungo ogni trave.

In merito al termine elastico il programma agisce in modo che la pressione della terra sulla struttura assuma il valore esatto nei nodi alle estremità di ogni trave (in base alla deformazione della struttura, al modulo elastico del terreno e alla lunghezza dello spessore di terra interessato alla deformazione), mentre all'interno della trave il programma impone che la pressione vari linearmente fra i due valori nodali.

Il termine di pressione della terra indipendente dagli spostamenti (e corrispondente pertanto alla pressione su una struttura indeformata, infinitamente rigida) agente sul paramento contro terra è assunto pari alla spinta di quiete, valutata con un coefficiente di spinta pari a $1 - \sin^2 \alpha$ per terreno orizzontale, dove α è l'angolo d'attrito del terreno. La pressione di quiete ha un diagramma triangolare che parte da zero alla quota del suolo.

La variazione di spinta rispetto a quella di quiete, dovuta all'interazione tra terreno e struttura, è calcolata nel secondo termine. Essa dipende dalla deformazione della struttura e dalla rigidità del terreno alle deformazioni orizzontali, e quindi dal suo modulo elastico e dalla lunghezza del tratto interessato dalla deformazione.

Per i moduli elastici del terreno abbiamo assunto un diagramma lineare crescente con la profondità dalla superficie del suolo. La tabella "Dati del calcolo" riporta il valore del modulo elastico ed il valore di incremento adottato per ogni m di profondità.

La lunghezza del terreno L_p interessata alla deformazione è data dalla formula seguente:

$$L_p = 1/3 * H_{scavo} * \tan(45^\circ + \alpha/2).$$

Dove H_{scavo} è il dislivello fra la superficie del terreno e l'estradosso della fondazione misurato sulla verticale del ritto della struttura.

Dal punto di vista della costruzione del rilevato contro la struttura, il calcolo conferma che è sempre opportuno un buon costipamento della terra di riporto sui lati della struttura, per incrementare il modulo elastico del terreno e garantirne l'uniformità. Inoltre occorre che il riempimento di terra avvenga in modo non troppo asimmetrico.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	39 di 252

Per le costruzioni in cui la risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori, è possibile utilizzare il metodo delle forze laterali o "analisi statica lineare". In essa l'equilibrio è trattato staticamente, l'analisi della struttura è lineare e l'azione sismica è modellata attraverso lo spettro di progetto.

Per i cordoli di contenimento (realizzati sullo scatolare), viene dunque eseguita un'analisi pseudostatica in condizione di equilibrio limite in riferimento al punto 7.11.6.2.1 delle NTC2008.

L'analisi lineare statica pertanto consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze d'inerzia indotte dall'azione sismica.

Anche per l'analisi statica lineare, la risposta è calcolata unitariamente per le tre componenti, applicando l'espressione:

$$1.00E_x + 0.30E_y + 0.30E_z$$

Gli effetti più gravosi si ricavano dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando circolarmente i coefficienti moltiplicativi.

Si riportano di seguito le spinte del terreno:

- ✚ Spinta laterale del terreno (Struttura: cordolo di contenimento su scatolare) – Condizione statica

La spinta laterale in condizioni statiche è stata determinata in accordo con la teoria di Coulomb (1776).

La pressione orizzontale del suolo è in funzione della pressione verticale secondo la seguente formulazione:

$$P_a = K_a P_v$$

Dove:

P_a è la pressione effettiva orizzontale.

P_v è la pressione effettiva verticale.

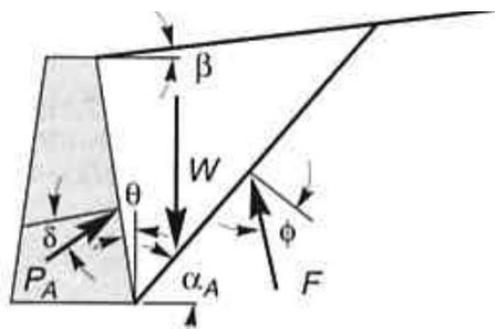


Fig. 22 – Coulomb – Spinta laterale

Per il calcolo del coefficiente di spinta attivo Coulomb propone la seguente formulazione:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	40 di 252

dove

δ – Angolo di attrito terreno muro – assunto come $+2/3 \phi$.

La seguente formula esprime un carico concentrato, per metro lineare di sviluppo muro, applicato a un'altezza di $H/3$.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

La spinta è stata calcolata adottando l'ipotesi che i pali non rappresentino un ritegno sufficientemente rigido nei confronti delle rotazioni della spalla che possono verificarsi ai piedi della ciabatta determinando così uno spostamento orizzontale della sommità. Questo determina l'instaurarsi di un regime di spinta attiva.

Per ciò che riguarda gli effetti sulla spinta della compattazione del rilevato si osserva che nel caso specifico è previsto a tergo della spalla la messa in opera di misto cementato che non richiede, per assumere valori di resistenza e rigidità adeguati, di essere compattato con le procedure da applicare per gli ordinari materiali da rilevato.

Si esclude quindi che debbano essere considerati incrementi di spinta da applicare alla spalla per effetto della compattazione.

- ✚ Spinta laterale (Struttura: cordolo di contenimento su scatolare) – Condizioni dinamiche $S=1.500$;
 $ag/g=0.069$; $\gamma t = 19.50 \text{ kN/m}^3$

In condizioni sismiche la spinta laterale viene aumentata con Δs_{sis} , dove Δs_{sis} è uguale alla differenza tra la spinta laterale dinamica (P_{ae}) calcolata secondo la teoria di Mononobe-Okabe e la spinta statica calcolata con la teoria di Coulomb (P_a).

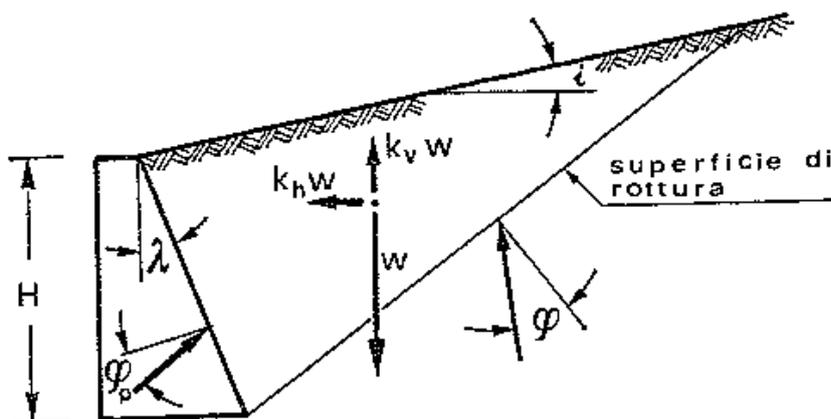


Fig. 23 – Azioni dinamiche che agiscono sul muro

Per il calcolo del coefficiente di spinta attiva in condizioni dinamiche si usa la formulazione secondo Mononobe-Okabe:

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 41 di 252

$$K_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi - \psi - \alpha)}{\cos\psi \cos^2\alpha \cos(\psi + \alpha + \delta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \psi - \beta)}{\cos(\delta + \psi + \alpha) \cos(-\beta + \alpha)}} \right)^2}$$

dove: δ – angolo di attrito terreno-struttura, pari a $+2/3 \phi$.

Il valore di ΔS_{sis} è definito come:

$$\Delta S_{sis} = P_{ae} - P_a$$

dove:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) K_{ae}$$

✚ Sovrappinta del terreno da sovraccarico $k_a = 0.317$; $\gamma_t = 19.50 \text{ kN/m}^3$

Cautelativamente, per il calcolo dei carichi in fondazione è stato considerato un sovraccarico di 20 kN/m^2 distribuito sul rilevato a tergo dei muri di contenimento.

✚ Ricoprimento terreno sulle platee

Per il terreno di riempimento si sono assunti i seguenti parametri caratteristici per il calcolo delle spinte:

- Peso specifico: $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito: $\phi' = 33^\circ$
- Coesione: $c' = 0 \text{ kPa}$

✚ Carichi da traffico NTC 2008 par. 5.1.3.3

Per quanto riguarda i carichi da traffico si è fatto riferimento ai carichi dati dal D.M. 14.01.2008 per i ponti, secondo quanto previsto dalle NTC 2008 par. 5.1.3.3, di cui seguono gli estratti.

Le larghezze w_l delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nelle figure sottostanti tratte dalle Norme Tecniche. Se non diversamente specificato, qualora la carreggiata di un impalcato da ponte sia divisa in due parti separate da una zona spartitraffico centrale, si distinguono i casi seguenti:

- se le parti sono separate da barriere di sicurezza mobili o da altro dispositivo di ritenuta, l'intera carreggiata, inclusa la zona spartitraffico centrale, è divisa in corsie convenzionali.
- se le parti sono separate da barriere di sicurezza mobili o da altro dispositivo di ritenuta, l'intera carreggiata, inclusa la zona spartitraffico centrale, è divisa in corsie convenzionali.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 42 di 252

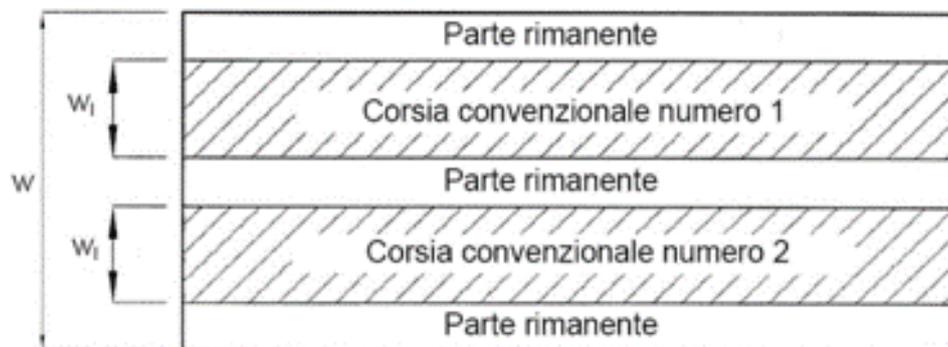


Tabella 5.1.I - Numero e Larghezza delle corsie

Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_1 = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_1)$

La disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc. Per ciascuna singola verifica e per ciascuna corsia convenzionale, si applicano gli Schemi di Carico definiti nel seguito per una lunghezza e per una disposizione longitudinale, tali da ottenere l'effetto più sfavorevole.

Si riportano di seguito gli schemi di carico, essi definiscono le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici:

- ❖ **SC1 - Schema di Carico 1:** è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.
- ❖ **SC2 - Schema di Carico 2:** è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.
- ❖ **SC4 - Schema di Carico 4:** è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10 m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 43 di 252

- ❖ **SC5 - Schema di Carico 5:** costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

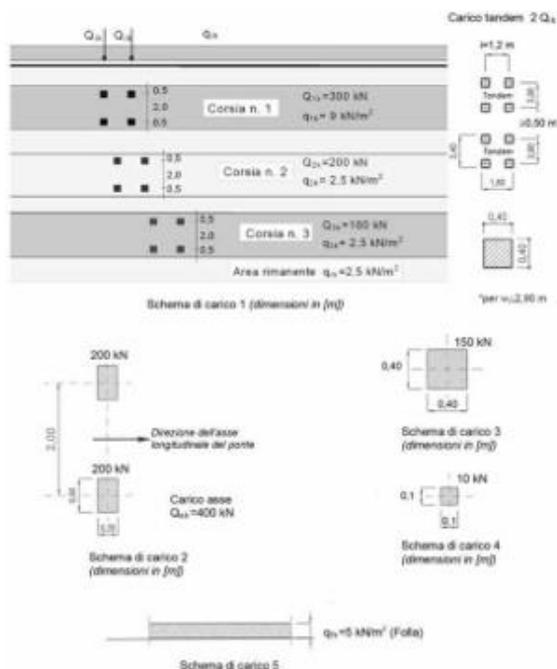


Fig. 24 – Schema di carico

Si riportano di seguito gli schemi di carico considerati. Essi definiscono le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici:

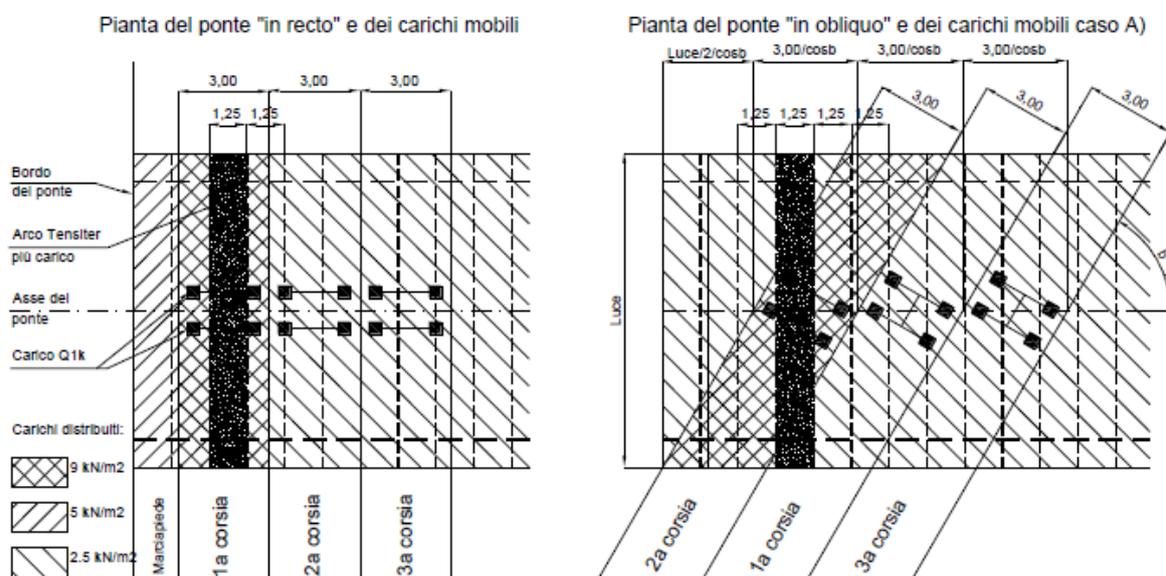


Fig. 25 – Pianta dello scatolare con applicazione dei carichi: a sx in "recto" a dx in "obliquo caso A"

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	44 di 252

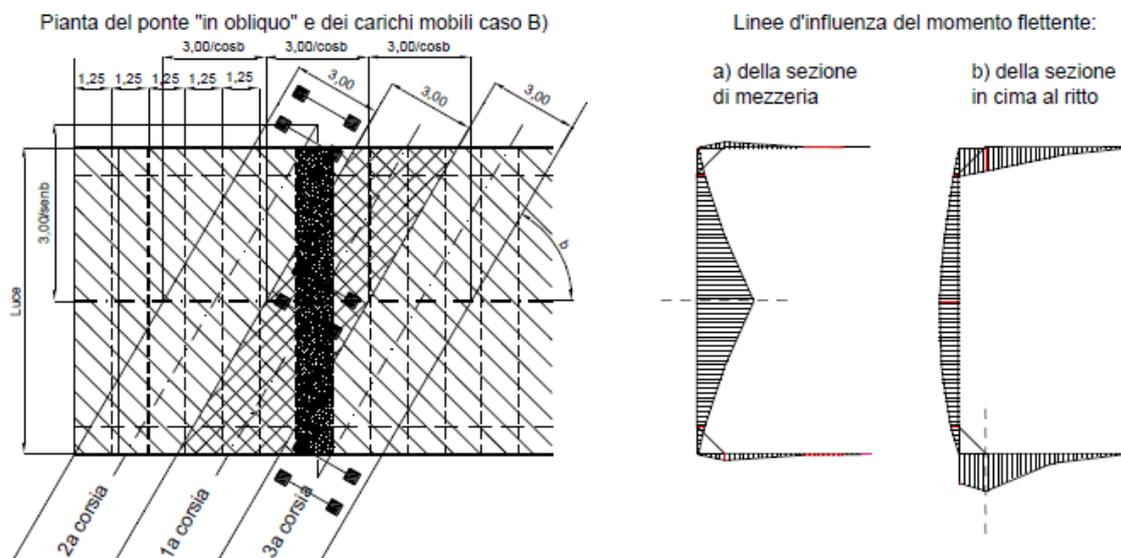


Fig. 26 – Pianta dello scatolare con applicazione dei carichi: a sx in “obliquo caso B” a dx linee d’influenza

L’opera che progettiamo è idonea a portare le corsie e i relativi carichi mobili in qualunque posizione. Le corsie possono essere disposte in recto o in obliquo rispetto all’asse dello scatolare e alternate in modo qualunque. L’unico limite posto è che, se le corsie sono in recto rispetto all’asse dello scatolare, la distanza fra il bordo dello scatolare e la corsia più vicina sia almeno pari alla larghezza indicata fra i dati della tabella” Calcolo della ripartizione trasversale dei carichi mobili”. La striscia tra il bordo dello scatolare e la corsia più vicina è considerata nel calcolo come marciapiede (5 kN/m²) nei ponti in recto e come eventuale corsia (2,5 kN/m²) nei ponti in obliquo.

Se il marciapiede non è troppo largo (in pratica, se è inferiore a m 2,50), la disposizione in assoluto più gravosa per la struttura è quella con lo scatolare in recto, con la corsia n. 1 della figura 5.1.2 del DM 14/1/08 corrente lungo al marciapiede, la n. 2 a fianco della 1 e la n. 3 a fianco della n. 2, come rappresentato nella pianta in alto a sinistra della figura della pagina precedente.

Con questa ipotesi l’arco più carico sotto la corsia n. 1 è soggetto a una parte delle due forze concentrate di 300 kN per il carico Q1k e a un carico distribuito pari a 9 kN/m² per il carico q1k, quest’ultimo considerato solo ove è sfavorevole.

Il ponte/scatolare è schematizzato con un telaio piano, i carichi mobili vengono diffusi dal piano di rotolamento al baricentro della soletta superiore mediante opportuni coefficienti di ripartizione che vengono indicati nei relativi fogli allegati e determinati secondo il **metodo di Massonnet - Bares**. Il calcolo è svolto nella citata tabella “**Calcolo della ripartizione trasversale dei carichi mobili**”. Il valore del coefficiente di ripartizione trasversale Y9 è riportato tra i risultati nelle tabelle.

La trave su cui si calcola il coefficiente di ripartizione è una trave a T che viene realizzata in opera trasversalmente agli archi. La piattabanda è costituita dalla soletta e l’anima è costituita dalla trave in opera nella mezzeria degli archi.

La metodologia seguita è spiegata nel dettaglio nel capitolo 7.7 “Metodo di calcolo” e nel paragrafo 7.7.1 “Coefficiente trasversale”

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 45 di 252

Le azioni dei carichi da traffico sono quindi quelle che derivano dai carichi da normativa moltiplicate per il coefficiente di ripartizione.

 Carico da neve

CALCOLO CARICO NEVE (rif. p.to 3.4 NTC2008)			
Fortezza (BZ)			
Elevazione	a_s	775	m SLM
coeff. di forma per $\alpha = 0$	μ	0.8	
Zona I	q_{sk}	2.97	kN/m ²
Coeff. di esposizione	c_E	1.1	
Coeff. termico	c_t	1	
Carico neve	q_s	2.61	kN/m ²

Il carico da neve sopra indicato è inferiore al carico ripartito $q_{ik} = 9.00 \text{ kN/m}^2$ del traffico ed è stato pertanto trascurato nel dimensionamento del sovrappasso.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 46 di 252

 Azione sismica Analisi dinamica non lineare

Come anticipato al paragrafo 8.1, per la valutazione degli effetti dell'azione sismica sulla struttura è stata condotta un'analisi modale dinamica lineare con utilizzo di spettri di risposta, in accordo con quanto prescritto dalle NTC08, partendo da due spettri di risposta elastici di riferimento, uno per le due componenti orizzontali e uno per quella verticale, per la cui definizione si sono considerati i seguenti parametri:

Sito di riferimento: Comune di Funes (a favore di sicurezza)

- LONG: 11.686544°E
- LAT: 46.640395°N
- VN = 75 anni
- Cu = 1.5 (classe d'uso III)
- Stato limite: SLV
- Categoria topografica: T1
- Categoria del sottosuolo: C
- q = 1.0

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

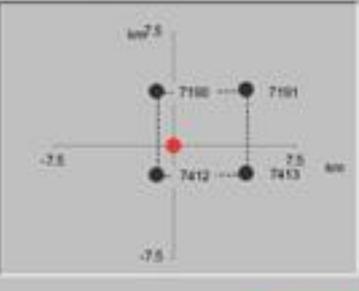
Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

Elaborazioni numeriche

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

superficie rigata ▼

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 47 di 252

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_{nk} info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_d info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_{rk} info

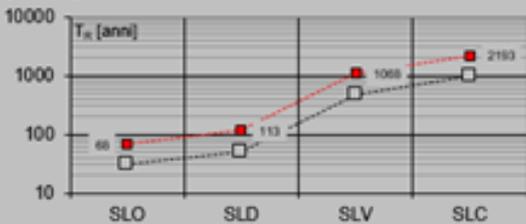
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{vsk} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{vsk} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{vsk} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{vsk} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_d = 1.500$ $C_c = 1.428$ info

$h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info

(Risposta sito: (altezza rilievo topografico))

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Spettro di progetto inelastico (SLU)

Smorzamento ζ (%) $\eta_1 = 1.000$ info

Fattore q Regol. in altezza info

Compon. verticale

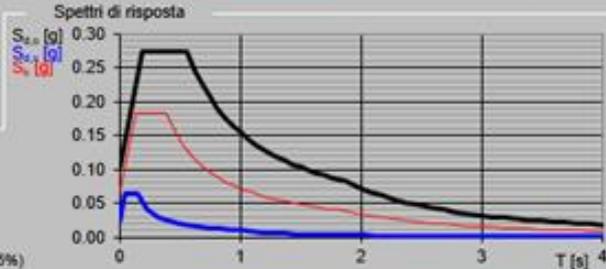
Spettro di progetto

Fattore q $\eta_1 = 1.000$ 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, $\zeta = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	48 di 252

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

STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.069 g
F_A	2.644
T_C	0.394 s
S_z	1.500
C_C	1428
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti	
S	1.500
η	1.000
T_B	0.188 s
T_C	0.563 s
T_D	1.875 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_z \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0.55$, $\eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
 $T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_C \cdot T_C$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4 \cdot 0 \cdot a_{av} / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

$0 \leq T < T_B$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$
 $T_C \leq T < T_D$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
 $T_D \leq T$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

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)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.103
0.188	0.273
0.563	0.273
0.625	0.246
0.688	0.223
0.750	0.205
0.813	0.189
0.875	0.175
0.938	0.164
1.000	0.154
1.063	0.144
1.125	0.136
1.188	0.129
1.250	0.123
1.313	0.117
1.375	0.112
1.438	0.107
1.500	0.102
1.563	0.098
1.625	0.094
1.688	0.091
1.750	0.088
1.813	0.085
1.875	0.082
1.938	0.079
2.000	0.076
2.063	0.073
2.125	0.070
2.188	0.067
2.250	0.064
2.313	0.061
2.375	0.058
2.438	0.055
2.500	0.052
2.563	0.049
2.625	0.046
2.688	0.043
2.750	0.040
2.813	0.037
2.875	0.034
2.938	0.031
3.000	0.028
3.063	0.025
3.125	0.022
3.188	0.019
3.250	0.016
3.313	0.013
3.375	0.010
3.438	0.007
3.500	0.004
3.563	0.001
3.625	0.001
3.688	0.001
3.750	0.001
3.813	0.001
3.875	0.001
3.938	0.001
4.000	0.001

STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.024 g
S_z	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti	
F_v	0.936
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_z \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)
 $F_v = 1,35 \cdot F_v \cdot \left(\frac{a_{av}}{g} \right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

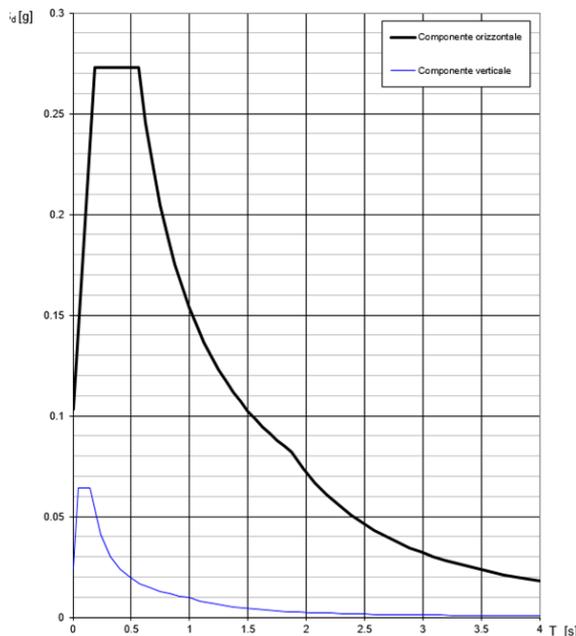
Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$
 $T_C \leq T < T_D$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
 $T_D \leq T$ $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.024
0.050	0.064
0.150	0.064
0.205	0.041
0.320	0.030
0.405	0.024
0.490	0.020
0.575	0.017
0.660	0.015
0.745	0.013
0.830	0.012
0.915	0.011
1.000	0.010
1.094	0.008
1.188	0.007
1.281	0.006
1.375	0.005
1.469	0.004
1.563	0.004
1.656	0.004
1.750	0.003
1.844	0.003
1.938	0.003
2.031	0.002
2.125	0.002
2.219	0.002
2.313	0.002
2.406	0.002
2.500	0.002
2.594	0.001
2.688	0.001
2.781	0.001
2.875	0.001
2.969	0.001
3.063	0.001
3.156	0.001
3.250	0.001
3.344	0.001
3.438	0.001
3.531	0.001
3.625	0.001
3.719	0.001
3.813	0.001
3.906	0.001
4.000	0.001

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 49 di 252

7.6. COMBINAZIONI DI CARICO E ASSEGNAZIONE DEI CARICHI

Secondo il DM 14/01/2008 "Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti", i valori caratteristici delle azioni, i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni e i coefficienti per le azioni variabili per i diversi tipi di combinazione sono definiti rispettivamente dalle tabelle 5.1.IV, 5.1.V, 5.1.VI.

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schema di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 ^(*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 ^(**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 ^(***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

Fig. 27 – Valori caratteristici delle azioni da traffico

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli	γ_{G1}	1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_{G2}	1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_Q	1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli	γ_{Qi}	1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli	γ_{e1}	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	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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

Fig. 28 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 50 di 252

In particolare, come definito dal paragrafo 2.6.1, nel seguito si è fatto riferimento allo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione STR: per le azioni si sono impiegati quindi i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

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
Vento q_s	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
Neve q_s	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Temperatura	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	T_1	0,6	0,6	0,5

Fig. 29 – Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Inoltre, in base al paragrafo 2.5.3, si sono considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):*

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove:

G_1 valore caratt. delle azioni da peso proprio;

G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;

Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;

Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;

P valore caratt. delle deformazioni impresse;

$\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$ coefficienti parziali per le azioni;

Ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

- *Combinazioni S.L.E.:*

Combinazione caratteristica (rara; per verifica delle tensioni di esercizio dell'acciaio e del calcestruzzo):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente (per verifica sulla fessurazione):

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 51 di 252

Combinazione quasi permanente (per verifica delle tensioni di esercizio del calcestruzzo e per verifica sulla fessurazione):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica (per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

In particolare si considerano 3 direzioni principali secondo cui si effettuano le combinazioni sismiche (Ex, Ey, Ez):

$$A_{Ex} + 0,30A_{Ey} + 0,30A_{Ez}$$

- Combinazione eccezionale (per gli stati limite ultimi connessi all'azione eccezionale di progetto Ad):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Le combinazioni dei carichi agli SLU e SLE sono effettuate in base alle disposizioni del D.M. 14/01/2008 secondo le seguenti tabelle.

Per quanto riguarda l'azione da frenamento si è considerato, come prescritto dalla Norma:

5.1.3.5 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: q_3

La forza di frenamento o di accelerazione q_3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.4)$$

per i ponti di 1ª categoria ed a

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN} \quad (5.1.5)$$

per i ponti di 2ª categoria, essendo w_1 la larghezza della corsia e L la lunghezza della zona caricata. La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

da cui:

$$q_3 = H_{fren} = 0,6 \times 2 \times 300 + 0,1 \times 9 \times 3 \times 12,00 = 392,4 \text{ kN}$$

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 52 di 252

COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI DELLE AZIONI

Le azioni utilizzate nel calcolo sono moltiplicate per i coefficienti delle azioni indicate nel D.M. 14/1/2008.

TABELLA I - COEFFICIENTI MOLTIPLICATIVI DELLE AZIONI impiegati nelle verifiche.

AZIONI		Verifiche S.L.U. (combinaz. fondamentale)	Verifiche S.L.E. (fessurazione)	Verifiche S.L.U. (combinaz. sismica)
Peso proprio strutture	g1	1,35	1	1
Peso della terra portata	g2	1,35	1	1
Spinta della terra	g3	1,35 (1 se favorevole)	1	1
Carichi mobili	q1	1,35	0,00 (c.c. quasi perm.) 0,75 (c.c. frequente)	0
Frenamento	q4	1,5	0	0

Le disposizioni più sfavorevoli dei carichi mobili sulla struttura sono state scelte con il criterio di generare le massime sollecitazioni nelle principali sezioni. Le disposizioni dei carichi sono individuate in base all'esame delle linee di influenza.

Le condizioni di carico sono descritte negli schemi grafici che seguono.

L'analisi comprende le verifiche allo stato limite ultimo, le verifiche allo stato limite di esercizio per la fessurazione e le verifiche sismiche allo stato limite ultimo. Le condizioni di carico analizzate sono conseguentemente così suddivise:

TABELLA II – ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Condiz di carico	Tipo di verifica
10	S.L.U.: solo carichi permanenti: terra max
20	S.L.U.: solo carichi permanenti: terra min
21 ÷ 23	S.L.U.: con carichi accidentali
41	S.L.E.: combinazione quasi permanente
51, 55, 56	S.L.E.: combinazione frequente
91, 92, 93, 94	S.L.U.: combinazione sismica

Per quanto riguarda le combinazioni di carico, sono stati analizzati i solo i carichi permanenti e quelli da traffico senza coefficienti di combinazione delle azioni perché considerati come azioni principali. Gli unici coefficienti di combinazione per i carichi da traffico sono quelli a SLE indicati nella tabella I con le relative combinazioni indicate nella tabella II.

Per semplicità si riportano i coefficienti moltiplicativi delle azioni per le diverse condizioni di carico impiegate per le diverse sezioni di verifica, per maggiori dettagli si rimanda all'allegato di calcolo 1.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 53 di 252

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00							
Sovrappasso Fortezza (BZ)							
Coefficienti moltiplicativi delle azioni per le diverse condizioni di carico impiegate							
cond. carico	qi1	qi2	qi3	qi4	q1	q3	dinamico
10, 20	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
21, 22, 23	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1
41	1	1	1	1	0	0	0
51, 52, 53	1	1	1	1	0.75	0	1
61, 62, 63	1	1	1	1	1	0	1
91, 92, 93, 94	1	1	1	1	0	0	0

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 – OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	54 di 252

CONDIZIONI DI CARICO

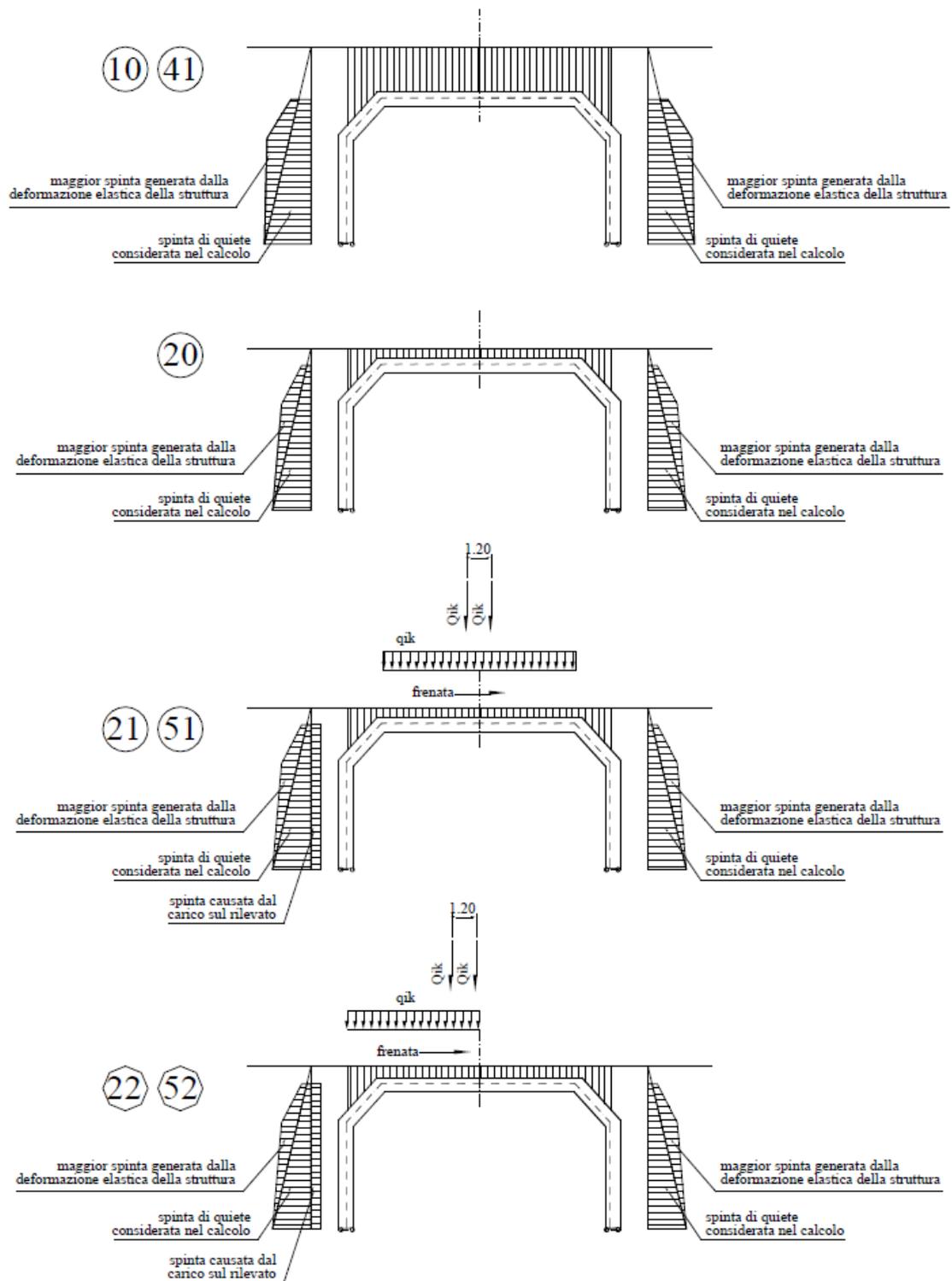


Fig. 30 – Condizioni di carico

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	55 di 252

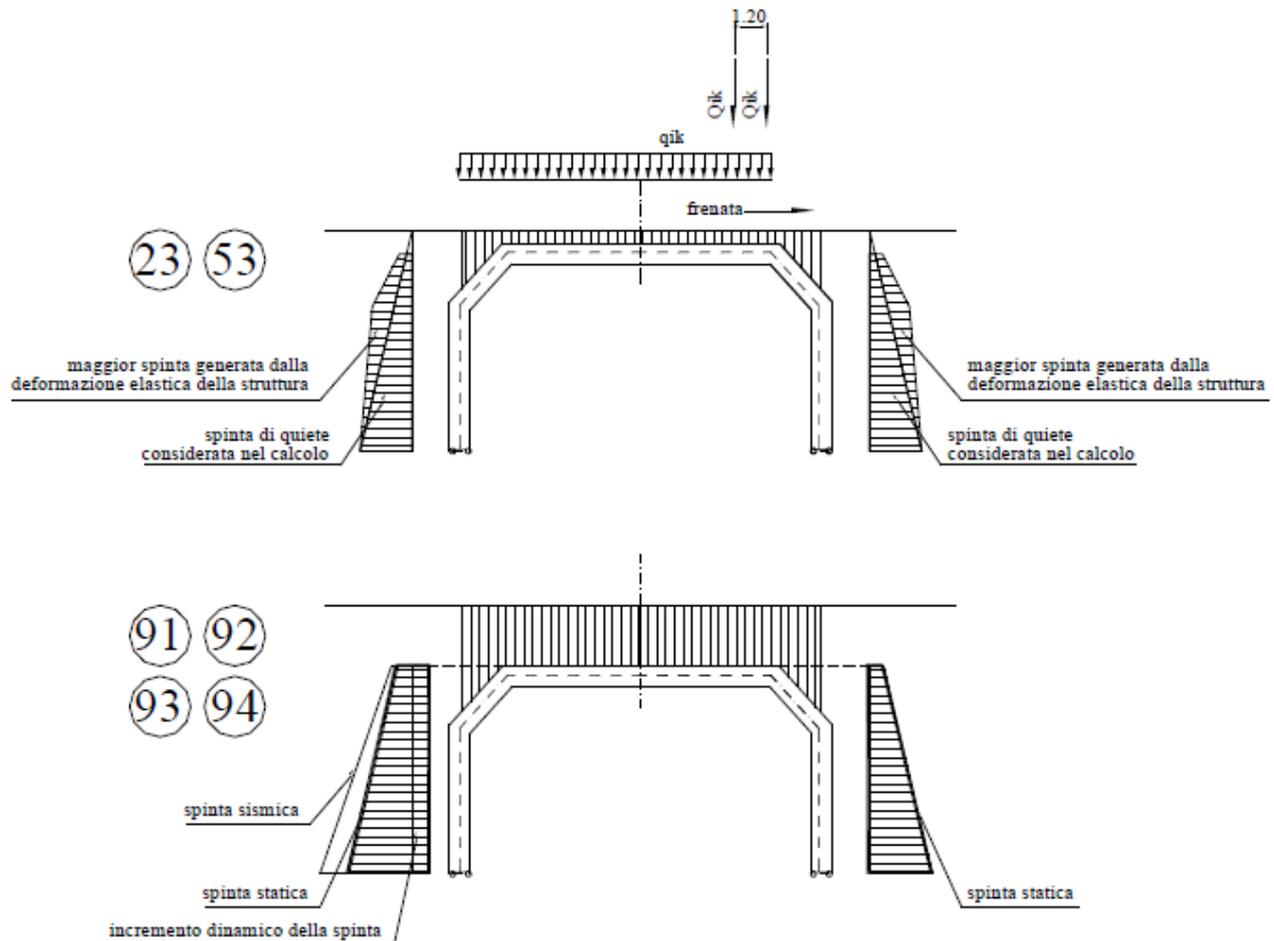


Fig. 31 – Condizioni di carico

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 56 di 252

7.7. MODELLO DI CALCOLO

Nel calcolo dei ponti è oggi molto diffuso l'uso di programmi che assumono come modello della struttura un telaio tridimensionale, dalla cui soluzione svolta dal computer risultano direttamente le deformazioni e le sollecitazioni delle membrature.

Si è preferito assumere come modello della struttura un telaio piano, corrispondente agli elementi di un singolo arco. Poi considerare separatamente l'effetto dei collegamenti fra gli archi seguendo la metodologia del Massonet, secondo la quale le travi trasversali contribuiscono a sostenere gli archi più carichi trasferendo parte del peso sugli archi meno deformati, con un unico coefficiente di ripartizione risultante dal confronto fra le rigidezze degli archi e quelle dei collegamenti trasversali.

L'opera in oggetto è idonea a portare le corsie e i relativi carichi mobili in qualunque posizione. Le corsie possono essere disposte in recto o in obliquo rispetto all'asse dello scatolare e alternate in modo qualunque. L'unico limite posto è che, se le corsie sono in recto rispetto all'asse dello scatolare, la distanza fra il bordo dello scatolare e la corsia più vicina sia almeno pari alla larghezza indicata fra i dati della tabella "Calcolo della ripartizione trasversale dei carichi mobili". La striscia tra il bordo dello scatolare e la corsia più vicina è considerata nel calcolo come marciapiede (5 kN/m²) nei ponti in recto e come eventuale corsia (2,5 kN/m²) nei ponti in obliquo.

Se il marciapiede non è troppo largo (in pratica, se è inferiore a m 2,50), la disposizione in assoluto più gravosa per la struttura è quella con lo scatolare in recto, con la corsia n. 1 della figura 5.1.2 del DM 14/1/08 corrente lungo al marciapiede, la n. 2 a fianco della 1 e la n. 3 a fianco della n. 2, come rappresentato nella pianta in alto a sinistra della figura della pagina precedente.

Con questa ipotesi l'arco più carico sotto la corsia n. 1 è soggetto a una parte delle due forze concentrate di 300 kN per il carico Q1k e a un carico distribuito pari a 9 kN/m² per il carico q1k, quest'ultimo considerato solo ove è sfavorevole.

7.7.1 Coefficiente di ripartizione trasversale

Indichiamo con **Y9** il "**Coefficiente di ripartizione**", ovvero la quota del carico mobile direttamente agente sul singolo arco.

Se non si considerasse la collaborazione degli archi vicini, esso sarebbe pari al rapporto tra la larghezza di un arco e la larghezza della corsia di carico e assumerebbe pertanto il valore:

$$Y9 = 1,25 / 3,00 = 0,4167$$

Nella struttura in esame sono situati tre travi trasversali (due nelle articolazioni superiori e una nel giunto di mezzeria) dotate di una rigidezza finita e una soletta collaborante di larghezza circa pari alla luce dello scatolare. Esse contribuiscono a ridurre il coefficiente Y9.

Il coefficiente di ripartizione trasversale è calcolato in via semplificata con uno schema di trave continua su appoggi elastici, dove la rigidezza della trave continua raccoglie le rigidezze dei trasversi e della soletta e gli appoggi elastici rappresentano le rigidezze in mezzeria dei singoli archi della struttura.

Il calcolo è svolto nella citata tabella "Calcolo della ripartizione trasversale dei carichi mobili". Il valore del coefficiente di ripartizione trasversale Y9 è riportato tra i risultati nelle tabelle.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	57 di 252

Il programma di calcolo utilizzato ammette un numero massimo di 30 archi ai fini del calcolo della ripartizione trasversale. Nel caso di strutture con un maggior numero di archi viene comunque adottato tale valore. Questa limitazione non influenza in maniera significativa il coefficiente di ripartizione calcolato, perché gli archi più lontani sono soggetti a spostamenti modestissimi e partecipano alla ripartizione trasversale in misura trascurabile.

I carichi nominali citati includono gli effetti dinamici per pavimentazioni di media rugosità.

Il coefficiente di ripartizione trasversale è un ottimo indicatore dell'efficacia del collegamento trasversale fra gli archi. Esso è sempre inferiore a 0,4167 corrispondente all'assoluta mancanza di collaborazione degli archi contigui; vale nei casi normali 0,27 - 0,33 ma può scendere a valori intorno a 0,20 se i carichi mobili non possono avvicinarsi ai bordi dello scatolare e/o se i trasversi sono molto rigidi.

Accertiamo ora che la disposizione dei carichi assunta nel calcolo sia la più gravosa.

➤ A) PONTI IN RECTO

La figura riporta anche le due principali linee d'influenza delle sezioni più sollecitate, quella del momento flettente in mezzeria e quella in cima al ritto. Ovviamente la condizione più gravosa si ha quando tutti i carichi mobili sulle corsie risultano allineati in corrispondenza dei massimi delle linee di influenza (ad es. per il momento flettente in mezzeria la posizione più sfavorevole è quella con tutti i carichi mobili allineati sulla mezzeria degli archi).

In direzione trasversale agli archi, la disposizione delle corsie più gravosa, ai fini delle sollecitazioni dell'arco più carico, è quella con la corsia più carica vicina al bordo dello scatolare, perché risulta ridotto al minimo il numero di archi che collabora a sostenere il trasverso vicino alla corsia più carica. Questa considerazione è confermata dal calcolo: con qualunque altra disposizione delle corsie si ottengono sempre coefficienti di ripartizione più piccoli, quindi più favorevoli.

➤ B) PONTI IN OBLIQUO dell'angolo β

Se le corsie di carico portate dallo scatolare sono in obliquo rispetto all'asse dello stesso, dobbiamo esaminare due disposizioni dei carichi:

- B1) I carichi Q1k, Q2k, Q3k si trovano allineati all'asse dello scatolare in corrispondenza del massimo della linea di influenza della sezione in esame (pianta in alto a destra). Questo caso è simile a quello dei ponti in recto, ma i carichi sono più distanziati tra loro nel rapporto $1/\cos(\beta)$. Dunque il coefficiente di ripartizione risulta più piccolo.
- B2) I carichi Q1k, Q2k, Q3k si trovano allineati tutti sullo stesso arco. Come è evidente dalla figura (pianta in basso a sinistra), solo il carico Q1k potrà essere disposto in corrispondenza del valore massimo delle linee di influenza; gli altri due carichi tandem cadono ove le linee di influenza indicano contributi molto più piccoli (nulli nel caso della figura). Solo se l'obliquità è molto forte e la luce dello scatolare è elevata i carichi Q2k e Q3k contribuiscono in modo significativo alle sollecitazioni massime indotte da Q1k sull'arco più carico. Ma nel caso B2) tutti i carichi tandem sono allineati sugli stessi 2-3 archi, mentre gli archi a fianco, coinvolti a collaborare perché privi di carichi tandem, sono sostanzialmente nello stesso numero del caso in recto perché il loro numero dipende principalmente dal rapporto tra la rigidezza del trasverso e quella dell'arco. Dunque, sullo stesso numero di archi agirà il solo carico Q1k e non la somma di Q1k + Q2k + Q3k. Inoltre gli archi più carichi non possono essere mai vicini al bordo dello scatolare.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IB0U	1BEZZ	CL	NV043003	C	58 di 252

Queste considerazioni sono confermate dal calcolo del coefficiente di ripartizione: nei ponti obliqui risulta sempre alquanto inferiore a quello corrispondente ai tre carichi tandem disposti nelle posizioni più sfavorevoli per lo scatolare in recto.

Pertanto in tutte le verifiche dei ponti stradali, in recto e in obliquo, assumeremo sempre come disposizione più gravosa delle corsie quella descritta per i ponti in recto, cioè quella con la corsia più carica disposta il più vicino possibile al bordo dello scatolare. Solo per questa disposizione esporremo il calcolo del coefficiente di ripartizione Y_9 .

7.7.2 Valore del carico mobile agente sull'arco più carico

In definitiva il carico mobile che agisce sull'arco più sollecitato è costituito da due forze concentrate distanti 1,20 m una dall'altra, ciascuna di intensità

$$Y_9 * 300 \text{ kN}$$

E inoltre, quando sfavorevole per la struttura, da un carico linearmente distribuito di intensità pari a

$$Y_9 * 9 \text{ kN/m}^2 * 3,00 \text{ m} = Y_9 * 27,0 \text{ kN/m}.$$

Il sovraccarico, se agisce sul rilevato fuori dall'impalcato oltre il ritto dell'arco, determina una pressione orizzontale uniforme sulla parete esterna della struttura assunta pari al coefficiente di spinta di quiete moltiplicato per il carico distribuito $Y_9 * 27,0 \text{ kN/m}$.

La forza di frenamento stabilita dalla normativa risulta agente nella direzione dell'asse della strada con un'intensità pari al 60% dei due assi Q1k oltre al 10 % del carico distribuito q1k. Data la grande rigidità trasversale dell'impalcato, la forza di frenamento si ripartisce su diversi archi contigui. Il numero di archi sui quali è ripartita la forza di frenamento è indicato, per ogni condizione di carico, nella tabella "Verifica delle sezioni".

Il verso applicato alla forza di frenamento è ovviamente quello più sfavorevole alla stabilità.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 59 di 252

7.8. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI E DEGLI SPOSTAMENTI NODALI

Le caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni della struttura e gli spostamenti nodali sono calcolati con un modello elastico lineare, senza ridistribuzioni, mediante un programma per travi costituenti un telaio piano, interattivo con la spinta della terra sulle pareti esterne della struttura. La struttura è schematizzata considerando gli assi baricentrici delle travi.

Il programma risolve anche il particolare vincolo a doppia cerniera esistente alla base di ogni ritto.

In particolare la base di ogni ritto è sagomata in modo da formare due cerniere: una con asse di rotazione in prossimità della facciata interna del manufatto e l'altra in prossimità della facciata contro terra. Le diverse disposizioni dei carichi applicati possono attivare nelle cerniere tre situazioni:

- quando la rotazione della base del ritto avviene verso il terreno si attiva la cerniera in prossimità del lato esterno;
- quando la rotazione della base del ritto è verso l'interno della struttura si attiva la cerniera in prossimità del lato interno;
- quando la risultante delle forze passa tra le due cerniere poste alla base del ritto non si ha alcuna rotazione e lo schema statico diventa di incastro anziché di cerniera.

Nelle prime due situazioni, il modello di calcolo considera due travi fittizie aggiuntive (travi 1 e 10) per tenere conto dell'eccentricità della cerniera rispetto all'asse baricentrico della trave. Le due travi fittizie hanno una lunghezza pari alla distanza tra l'asse baricentrico ed il centro della cerniera e sono orientate verso la cerniera che è attiva (a seconda dei casi, 0° o 180°). Per simulare una rigidità infinita, queste travi sono dotate di un'area e di un momento d'inerzia molto maggiori di quelli delle altre travi.

La tabella "Sollecitazioni nelle travi" espone anche le caratteristiche di sollecitazione delle travi fittizie e indica con le espressioni "cerniera esterna", "cerniera interna" o "incastro" l'effettiva condizione di vincolo alla base di ciascun ritto per ogni condizione di carico.

Gli schemi che seguono mostrano la numerazione delle travi, la numerazione delle sezioni in cui sono calcolate le caratteristiche di sollecitazione e la numerazione degli spostamenti nodali considerati.

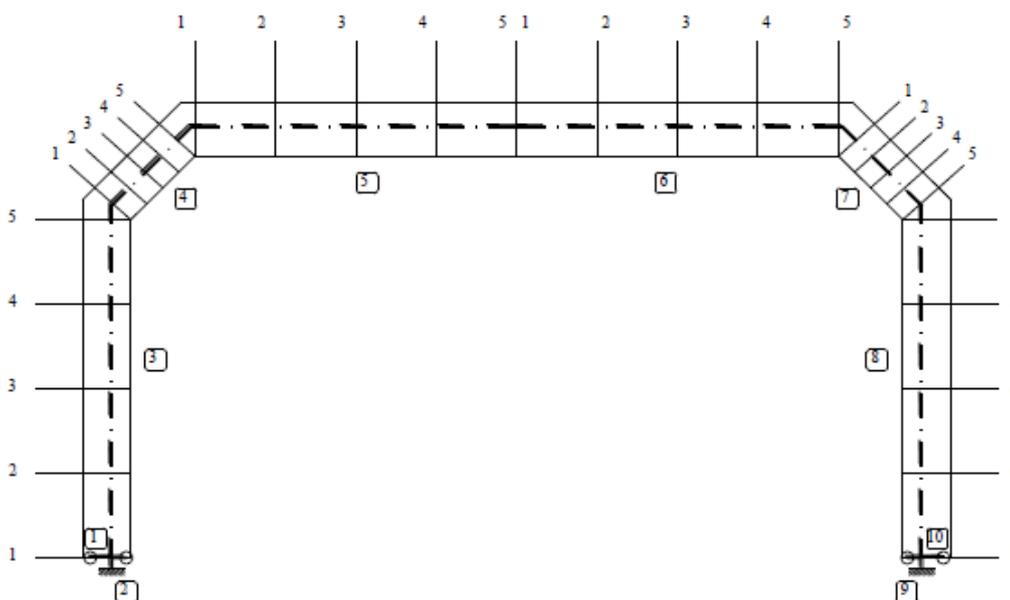


Fig. 32 – Numerazione delle travi e delle sezioni resistenti

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	60 di 252

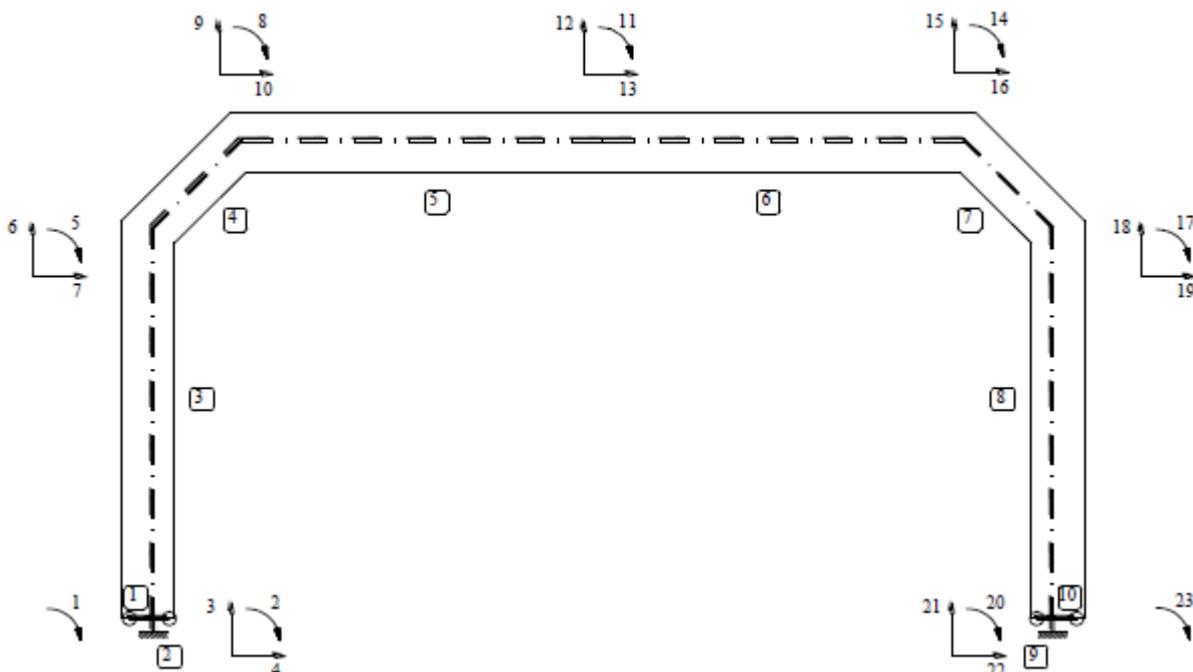


Fig. 33 – Numerazione degli spostamenti nodali

7.9. VERIFICA DELLE SEZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO (ALLEGATO 1)

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo espresse al punto 4.1.2 del D.M.14/1/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Le tabelle espongono i dati e i risultati del calcolo per ciascuna delle cinque sezioni di ogni trave. Il calcolo è svolto in base ai criteri illustrati nei paragrafi che seguono.

Il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è quello di tipo parabola-rettangolo (fig. 4.1.1.(a) della norma) in cui assumiamo ovunque $\epsilon_{c2} = 0,20\%$ e $\epsilon_{cu} = 0,35\%$, avendo ovunque il calcestruzzo resistenza inferiore a C50/60.

Il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è quello elastico perfettamente plastico, con deformazione massima assunta nel calcolo $\epsilon_{ud} = 1\%$.

Tutte le travi sono dotate di armatura resistente al taglio. Per i puntoni di calcestruzzo nell'ideale traliccio è stata assunta un'inclinazione θ tale che $\text{ctg } \theta = 1,5$

Il calcolo della resistenza al "taglio trazione" ed al "taglio compressione" è fatto applicando rispettivamente le formule [4.1.18] e [4.1.19].

L'armatura a taglio è in generale costituita da staffe perpendicolari all'asse della trave, cioè con $\alpha = 90^\circ$ e ferri piegati con $\alpha = 45^\circ$ circa. La loro quantità è indicata nelle tabelle; il calcolo tiene conto di entrambe. Dal momento che l'inclinazione reale dei ferri piegati può variare fra 40° e 50° , nel calcolo è stato assunto, come inclinazione dei ferri piegati, $\alpha = 40^\circ$ che è il valore che rende minimo il taglio trazione; pertanto al

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 61 di 252

coefficiente $(ctg \alpha + ctg \theta) * \sin \alpha$ della formula [4.1.18] per la parte relativa ai ferri piegati assume un valore fisso = 1,73.

Il codice di calcolo accerta che il contributo dovuto ai ferri piegati non superi il 50% del totale; altrimenti espone come taglio resistente il doppio di quello dovuto alle sole staffe.

Per assolvere le prescrizioni dell'ultimo capoverso del paragrafo 4.1.1.2.1.3.2. il codice calcola la quantità a_1 (déalage) con la formula [4.1.22]. Conseguentemente calcola ed espone il momento flettente massimo, agente nel tronco di trave lungo $2 * a_1$ preso a cavallo della sezione in esame.

7.9.1 Sollecitazioni esterne

Le sollecitazioni esterne agenti nella sezione, calcolate con i coefficienti η delle azioni, sono rappresentate come segue:

MEd Momento flettente baricentrico

e_1 Eccentricità della risultante rispetto alla facciata interna o intradosso delle travi

MEd + décalage Momento flettente baricentrico massimo agente sulla trave in una zona larga

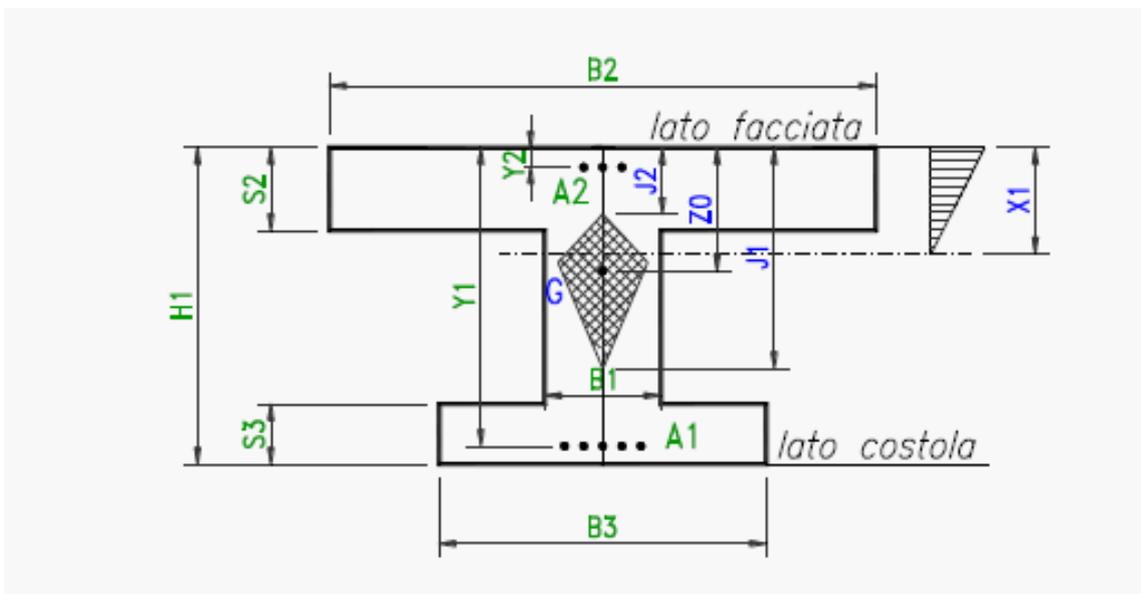
$0,9 * Y / 2$ estesa da ciascun lato della sezione analizzata (con Y = altezza utile)

NEd Sforzo normale

VEd Sforzo di taglio

7.9.2 Descrizione delle sezioni e aree dei ferri

La descrizione geometrica della sezione segue lo schema della figura seguente:



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	62 di 252

Nelle tabelle di verifica sono indicate le seguenti grandezze:

- H = altezza della sezione
- Y = altezza utile = distanza del lembo compresso dal baricentro delle armature tese
- B5=larghezza lato compresso; dipende dal segno del momento baricentrico MEd e dalla larghezza di compartecipazione della soletta compressa
- B1 = larghezza della sezione al fine della tensione tangenziale
- X1 = distanza dell'asse neutro dal lembo compresso
- A1 = area delle armature esterne, cioè dal lato della terra o dell'estradosso dell'arco
- A2 = area delle armature interne, cioè dal lato della facciata interna della galleria o dello scatolare
- A3 = sezione dei ferri piegati che competono ad un concio di trave di lunghezza pari $0,9 * Y$.
- A4 = sezione complessiva delle staffe che competono ad un concio di trave di lunghezza pari ad 1m

7.9.3 Sollecitazioni resistenti

Mrd Momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale NEd

VRsd Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

VRcd Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

La sezione è verificata se $MEd + d\epsilon_{alage} < Mrd$

$abs(VEd) < VRd = \min(VRsd, VRcd)$

7.10. VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (ALLEGATO 1)

La normativa prescrive di prendere in conto le seguenti combinazioni delle azioni (punto 4.1.2.2.4.2):

- • Combinazione quasi permanente: considera le azioni dei soli carichi permanenti.
- • Combinazione frequente: considera le azioni dei carichi permanenti computati interamente e dei carichi mobili ridotti con un fattore di combinazione 0,75.

Nei tabulati di verifica le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate con i metodi del calcolo elastico lineare, senza ridistribuzioni. Le disposizioni dei carichi mobili sono le stesse impiegate per determinare le sollecitazioni massime nelle verifiche allo S.L.U..

I momenti flettenti M0 sono calcolati rispetto all'asse baricentrico della trave. I momenti flettenti M1 e le eccentricità e1 sono calcolati rispetto alla facciata interna (=intradosso) delle travi. Hanno segno positivo se tendono la facciata interna e comprimono l'estradosso.

Lo sforzo normale e lo sforzo di taglio sono indicati rispettivamente con N1 e T1.

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema già esposto nella verifica allo stato limite ultimo.

7.10.1 Verifica a fessurazione (4.1.2.2.4)

Le aperture delle fessure wd, calcolate in conformità al paragrafo 4.1.2.2.4.6, sono esposte nell'ultima colonna della tabella.

Lo stato limite di fessurazione è commisurato alle condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione. Per armature poco sensibili, tra le quali rientra l'acciaio da cemento armato ordinario, in condizioni ambientali "ordinarie" a sensi della tabella 4.1.III, lo stato limite di fessurazione risulta:

- • w2 = 0,3 mm per la combinazione quasi permanente
- • w3 = 0,4 mm per la combinazione frequente

I risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 63 di 252

7.10.2 Calcolo delle tensioni di esercizio (4.1.2.2.5)

Sono inoltre espresse le tensioni di trazione nell'acciaio e di compressione nel calcestruzzo per confrontarne i valori con i massimi stabiliti per lo stato limite di tensione di esercizio.

Per la combinazione caratteristica rara, in base alle resistenze caratteristiche dei materiali impiegati, risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45): $\sigma_c < 0,83 * 45 * 0,60 = 22,41 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo nei giunti (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo della soletta (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,60 = 17,43 \text{ N/mm}^2$

Per la combinazione di carico quasi permanente in ambiente moderatamente aggressivo risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati (C35/45): $\sigma_c < 0,83 * 45 * 0,45 = 16,81 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo nei giunti (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Calcestruzzo della soletta (C28/35): $\sigma_c < 0,83 * 35 * 0,45 = 13,07 \text{ N/mm}^2$

Acciaio: nella combinazione caratteristica: $\sigma_s < 0,80 * 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$

Tutti i risultati dimostrano la conformità del progetto alle norme richiamate.

7.11. VERIFICA SISMICA DELLA STRUTTURA SCATOLARE

7.11.1 Dati di progetto dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto sono definite in base alla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione attraverso i seguenti tre parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il loro valore è espresso negli allegati in base alla zona geografica in cui è inserita l'opera, in relazione alla vita di riferimento VR ed alla probabilità di superamento del 10% per la stato ultimo di vita (SLV). Sono inoltre esposti la categoria del suolo di fondazione, la categoria topografica, i coefficienti sismici verticali e verticali ottenuti, i coefficienti di spinta e l'incremento dinamico utilizzati.

I dati sismici sono riepilogati nella tabella "Dati del sisma" (seconda pagina degli allegati) e richiamati nei tabulati delle verifiche sismiche (condizioni 91-94).

La normativa sui ponti, capitolo 7.9 DM 08, si riferisce a strutture fuori terra tipo viadotti e simili. Per strutture immerse nel terreno per oltre l'80 % (come sono i ponti costituiti da un arco rinfiancato dal terreno), utilizziamo il metodo pseudo-statico equivalente.

In conformità al paragrafo 7.3.5 gli effetti massimi del sisma sono ottenuti combinando l'azione sismica verticale con quella orizzontale, assumendo alternativamente il 100 % di una con il 30% dell'altra. Considerando inoltre che l'oscillazione verticale può causare un incremento o un decremento dei pesi, si ottengono le seguenti quattro combinazioni delle azioni:

- condizione di carico 91: 100% dell'azione verticale verso il basso + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 64 di 252

- condizione di carico 92: 100% dell'azione verticale verso l'alto + 30% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 93: 30% dell'azione verticale verso il basso + 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra
- condizione di carico 94: 30% dell'azione verticale verso l'alto+ 100% dell'azione orizzontale da sinistra verso destra

7.11.2 Forze inerziali

Alle masse della struttura e della terra da essa portata sono state applicate le forze d'inerzia indotte dal sisma utilizzando i seguenti coefficienti sismici:

- coefficiente sismico orizzontale: $k_h = \beta * S * a_g/g$ (7.11.6)
- coefficiente sismico verticale: $k_v = 0.5 k_h$ (7.11.7)

dove:

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$S = S_s * S_T$

S_s = coefficiente dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente dell'amplificazione topografica

Le masse soggette all'inerzia sismica sono:

- le masse costituenti l'impalcato (travi 3, 4, 5, 6, 7 e 8). Le loro forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sull'asse baricentrico di ciascuna trave;
- le masse di terra portate dall'impalcato. Le relative forze d'inerzia sono distribuite con legge lineare sulle varie travi costituenti l'impalcato, in proporzione al peso della terra portata.

7.11.3 Incremento dinamico della spinta

L'incremento dinamico della spinta di quiete che si esercita contro la struttura dal lato di monte (= lato di arrivo delle onde sismiche, nel calcolo sempre lato sinistro delle nostre figure) in condizioni sismiche è calcolato con la formula di Wood, citata nell'Eurocodice8-parte5 appendice E.9:

$$\Delta P_d = a_g/g * S * \gamma * H^2$$

dove:

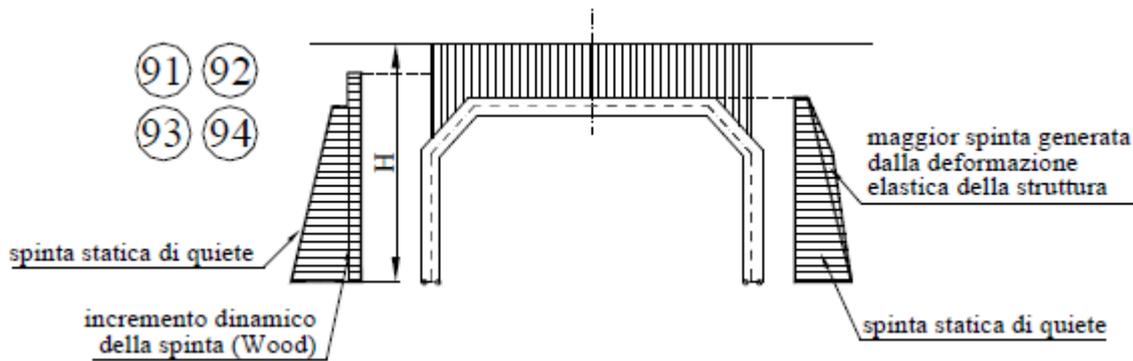
γ = peso specifico del terreno di riempimento

H = altezza spingente = altezza dallo spiccato di fondazione al piano campagna

La quota della spinta agente al di sopra della struttura si suppone essere contrastata dal corrispondente terreno di valle.

L'incremento dinamico della spinta è ripartito uniformemente sul ritto e sull'obliquo di monte considerando la pressione che agisce su un'altezza pari a quella della struttura più lo spessore di terra al di sopra, ma limitato ad un massimo di 1m quando il ricoprimento è maggiore. Pertanto consideriamo che il primo strato di terra al di sopra della struttura (fino ad 1m) rimanga in aderenza, mentre l'eventuale eccedenza venga equilibrato dalla contropinta del lato opposto.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 65 di 252



7.12. VERIFICA DELLE SEZIONI ALLO S.L.U.

Il calcolo numerico delle caratteristiche di sollecitazione è effettuato con un calcolo elastico lineare, impiegando lo stesso programma per il calcolo di telai piani già impiegato per il calcolo della struttura in condizioni normali. Esso tiene conto in modo completo dell'interazione con il terreno in corrispondenza delle spalle.

Le verifiche delle sezioni allo stato limite ultimo sono sviluppate con lo stesso procedimento seguito per le verifiche ai carichi di progetto. I dati e i risultati del calcolo sono esposti in tabelle del tutto analoghe. I coefficienti di sicurezza sui materiali sono gli stessi utilizzati per le verifiche non sismiche.

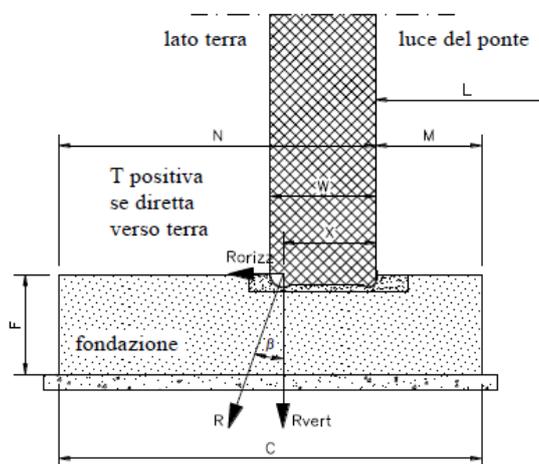
Dall'esame dei risultati numerici si conclude che la struttura è idonea a resistere al sisma di progetto con un adeguato margine. Risulta infatti verificato che in tutte le sezioni sia il massimo momento flettente che il massimo sforzo di taglio sotto l'effetto del sisma sono inferiori alle rispettive resistenze delle sezioni. Questa verifica è soddisfatta senza prendere in considerazione non solo la formazione di cerniere plastiche, ma neppure una redistribuzione di momenti flettenti rispetto al calcolo elastico.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	66 di 252

7.13. FONDAZIONE SCATOLARE

Le due componenti della risultante **Rvert** e **Rorizz** e la distanza dalla facciata del punto d'applicazione della risultante sono indicati nella tabella "Calcolo delle fondazioni".

La risultante verticale sul terreno di fondazione è calcolata tenendo conto della risultante trasmessa dalla struttura, del peso proprio della fondazione e del peso del volume di terra direttamente gravante sulla fondazione all'esterno dei ritti dello scatolare.



Si riportano le sollecitazioni trasmesse dalla struttura alla fondazione:

SOLLECITAZIONI TRASMESSE DALLA STRUTTURA ALLA FONDAZIONE

Forze e momenti si riferiscono ad una striscia larga quanto l'arco ($i = 1.25m$)

Le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti gamma delle azioni esposte nelle tabelle precedenti.

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto sinistro			Sollecitazioni alla base del ritto destro		
	Rvert=N	Rorizz=V	Distanza da facciata m	Rvert=N	Rorizz=V	Distanza da facciata m
	kN	kN (1)		kN	kN (1)	
S.L.U.						
20	553	-224	0.070	418	-158	0.319
21	730	-174	0.247	613	-73	0.630
22	745	-180	0.221	554	-87	0.630
23	830	-164	0.244	527	-101	0.610
S.L.E.						
- Quasi perm.						
41	410	-166	0.070	310	-117	0.319
- Frequente						
51	512	-134	0.246	413	-71	0.560
52	520	-138	0.224	381	-80	0.544
53	568	-129	0.242	366	-90	0.499
- Rara						
61	547	-123	0.299	448	-55	0.617
62	557	-128	0.270	405	-67	0.602
63	621	-116	0.287	384	-80	0.549
SLU sisma						
91	419	-189	0.070	330	-104	0.518
92	386	-194	0.070	303	-111	0.507
93	392	-248	0.070	336	-99	0.630
94	382	-249	0.070	328	-101	0.630

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
11 – OPERE CIVILI		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo						FOGLIO:
						67 di 252

Le fondazioni dello scatolare sono realizzate da due travi in calcestruzzo armato di lunghezza pari a 13.75m, larghezza pari a 2.75m e altezza pari a 0.8m; collegate trasversalmente alle due estremità da due cordoli in c.a. di dimensioni B = 0.40m e H = 0.80m.

Di seguito si riporta la pianta e la sezione delle fondazioni dello scatolare.

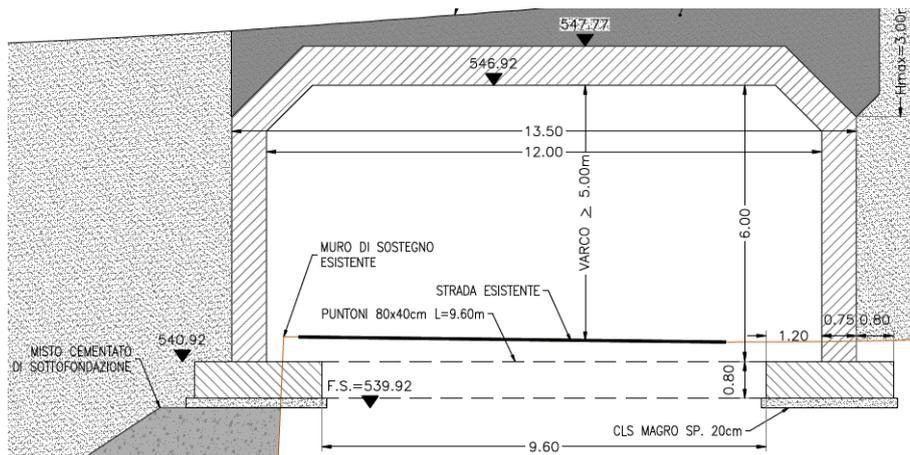


Fig. 34 – Sezione A-A, fondazioni dello scatolare

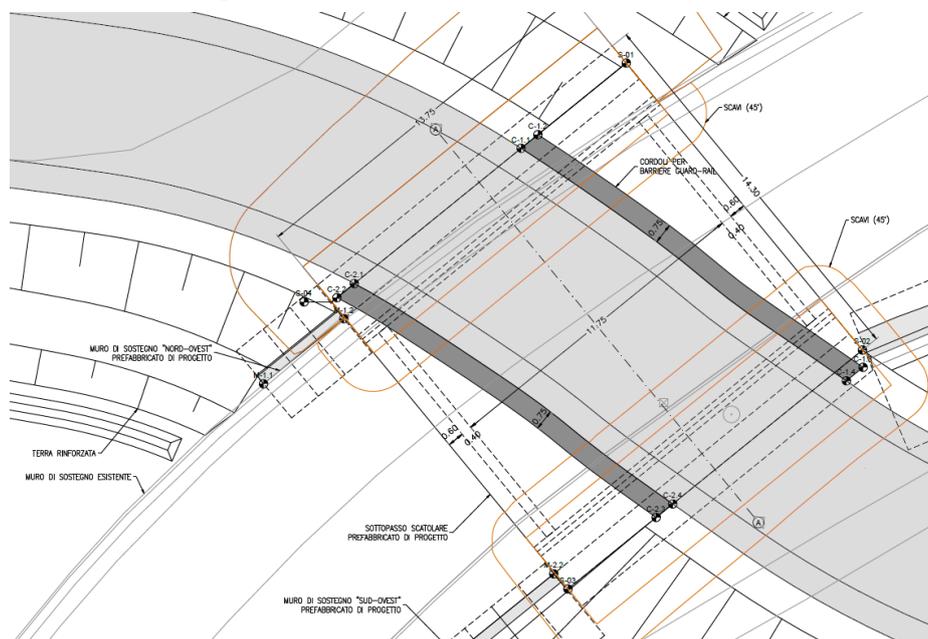


Fig. 35 – Pianta delle fondazioni dello scatolare

Sono stati analizzati due modelli di calcolo, il primo in cui la fondazione è stata modellata mediante elementi a plate per valutarne la capacità portante ed il secondo mediante elementi beam per le verifiche strutturali. I vincoli del modello sono costituiti dalle molle alla Winkler (in funzione dei moduli elastici dei diversi strati del terreno).

A favore di sicurezza sono state assunte le seguenti caratteristiche:

- costante alla Winkler orizzontale $kh = 1\text{Kg/cm}^3$
- costante alla Winkler verticale $kv = 1\text{Kg/cm}^3$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	68 di 252

7.13.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle fondazioni sono le seguenti:

- **azioni permanenti strutturali:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno, Q1M, atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 8.4.

In corrispondenza di un evento sismico è necessario tener conto dell'amplificazione/deamplificazione delle spinte del terreno a monte e a valle dell'opera.

Sulla base della definizione dei carichi di cui sopra, in accordo a quanto prescritto dal DM 14/01/2008, sono state individuate le combinazioni di carico per le verifiche di stati limite ultimi e di esercizio in condizioni statiche e in condizioni sismiche.

- combinazione fondamentale (SLU)
- combinazione sismica (SLV)

7.13.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Per le fondazioni dirette dello scatolare devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

a) SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- Scorrimento sul piano di posa;
- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

b) SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che, per ogni stato limite considerato, sia soddisfatta la condizione: $Ed \leq Rd$ con :

Ed valore di progetto dell'azione

Rd valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Sono stati analizzati due modelli di calcolo, il primo in cui la fondazione è stata modellata mediante elementi a plate per valutarne la capacità portante ed il secondo mediante elementi beam per le verifiche strutturali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

approccio 1:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- Combinazione 2 (A2+M2+R2)

approccio 2: (A1+M1+R3)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del D.M. 14/01/2008.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 69 di 252

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_f	1,0	1,0

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento è soddisfatta se risulta verificata la seguente disuguaglianza fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s : $F_s \geq F_r$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

Con riferimento all'Approccio 2: (A1 + M1 + R3), per il coefficiente γ_R decurtativo della resistenza globale del terreno si assume il valore di 1.1.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	70 di 252

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

La verifica è soddisfatta se risulta verificata la disuguaglianza: $Q_u \geq P$, dove:

Q_u è il carico limite, P la risultante verticale dei carichi in fondazione.

La verifica viene effettuata con riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3), utilizzando per il coefficiente γ_R decurtativo della resistenza globale del terreno il valore di 1.4.

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di HANSEN.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

c coesione del terreno in fondazione;

ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ peso di volume del terreno in fondazione;

B larghezza della fondazione;

D profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e \pi \operatorname{tg} \phi$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 D/B \sqrt{K_p}$$

$$d_\gamma = d_q = 1 \text{ per } \phi = 0$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 71 di 252

$$dq = d\gamma = 1 + 0.1 D/B \sqrt{Kp} \text{ per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$ic = iq = (1 - \theta^\circ/90)2$$

$$i\gamma = (1 - \theta^\circ/\phi^\circ)2 \text{ per } \phi > 0$$

$$i\gamma = 0 \text{ per } \phi = 0$$

7.13.3 Verifica fondazione

Nel seguito si riportano i modelli di calcolo con le azioni applicate (per le azioni si veda la tabella allegata al paragrafo 7.13 della presente relazione).

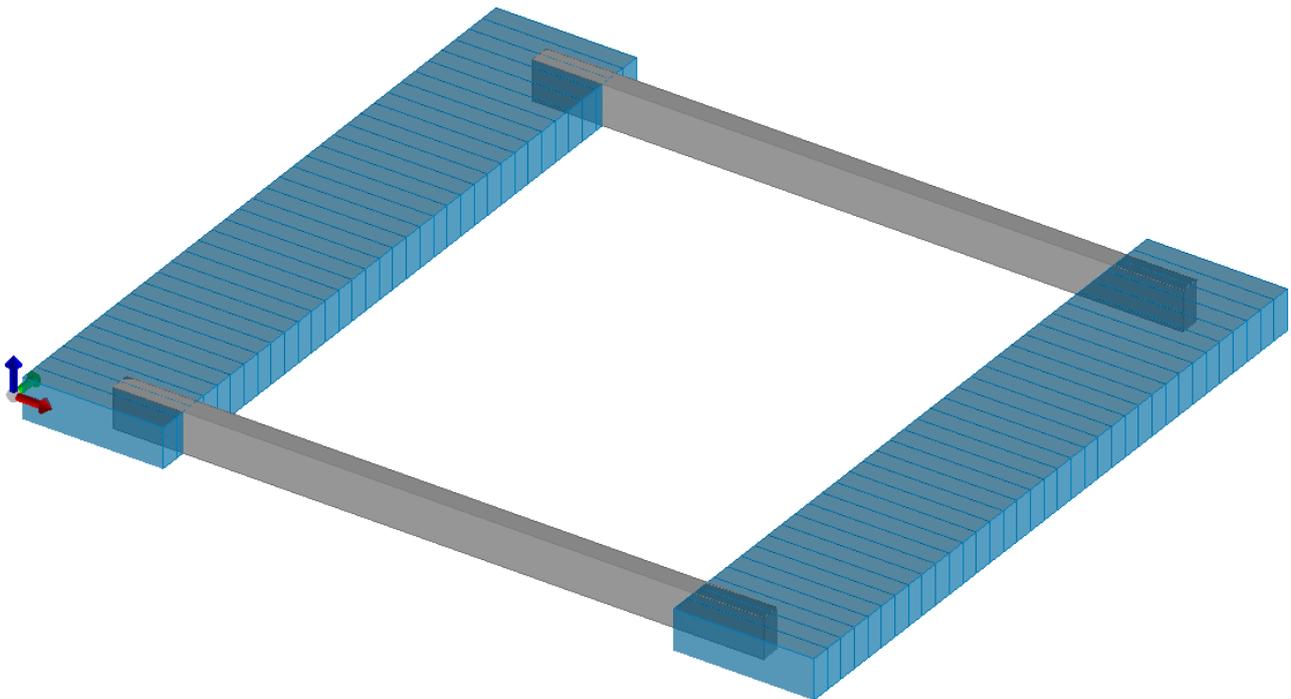


Fig. 36 – Rendering della struttura di fondazione dello scatolare

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 72 di 252

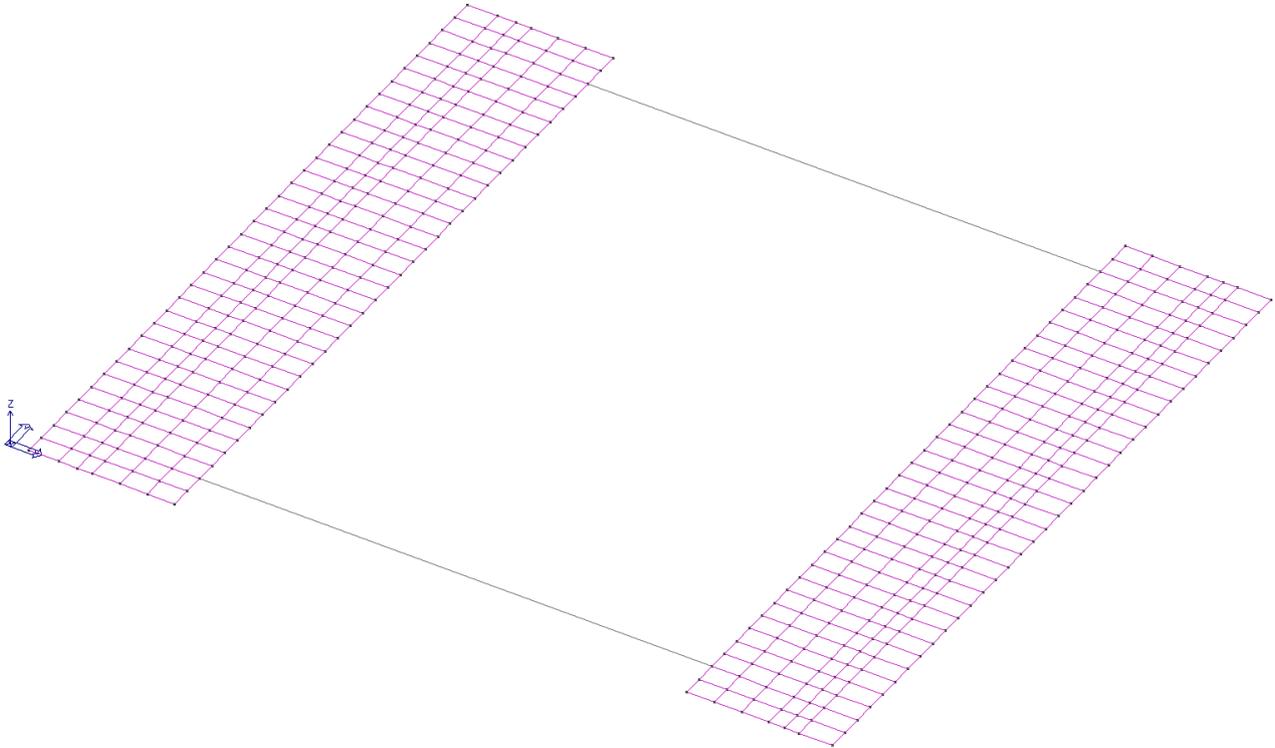


Fig. 37 – Schema unifilare della fondazione (Verifiche Geotecniche)

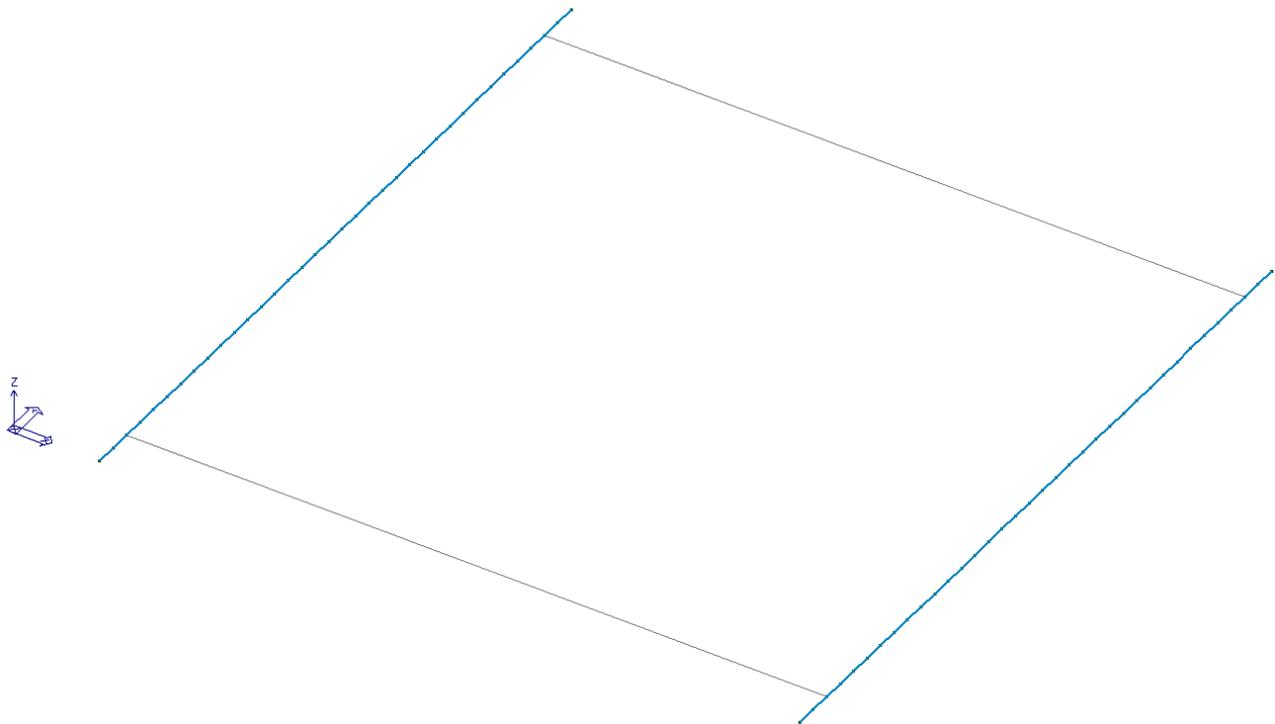


Fig. 38 – Schema unifilare della fondazione (Verifiche strutturali)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 73 di 252

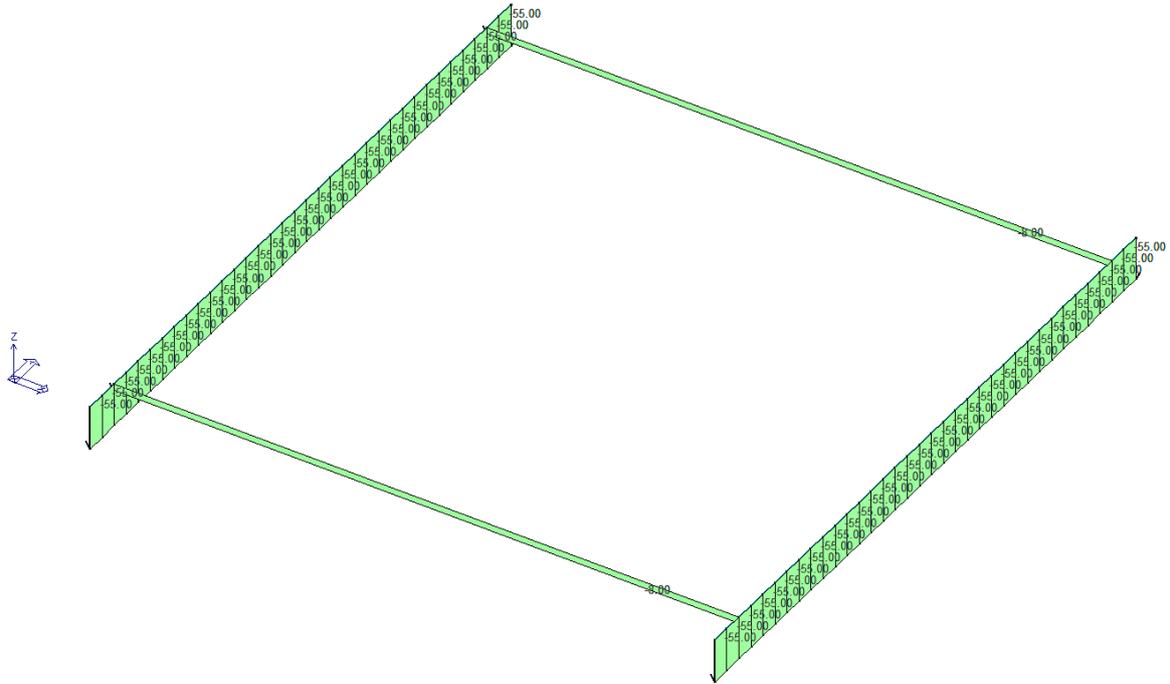


Fig. 39 – Peso proprio

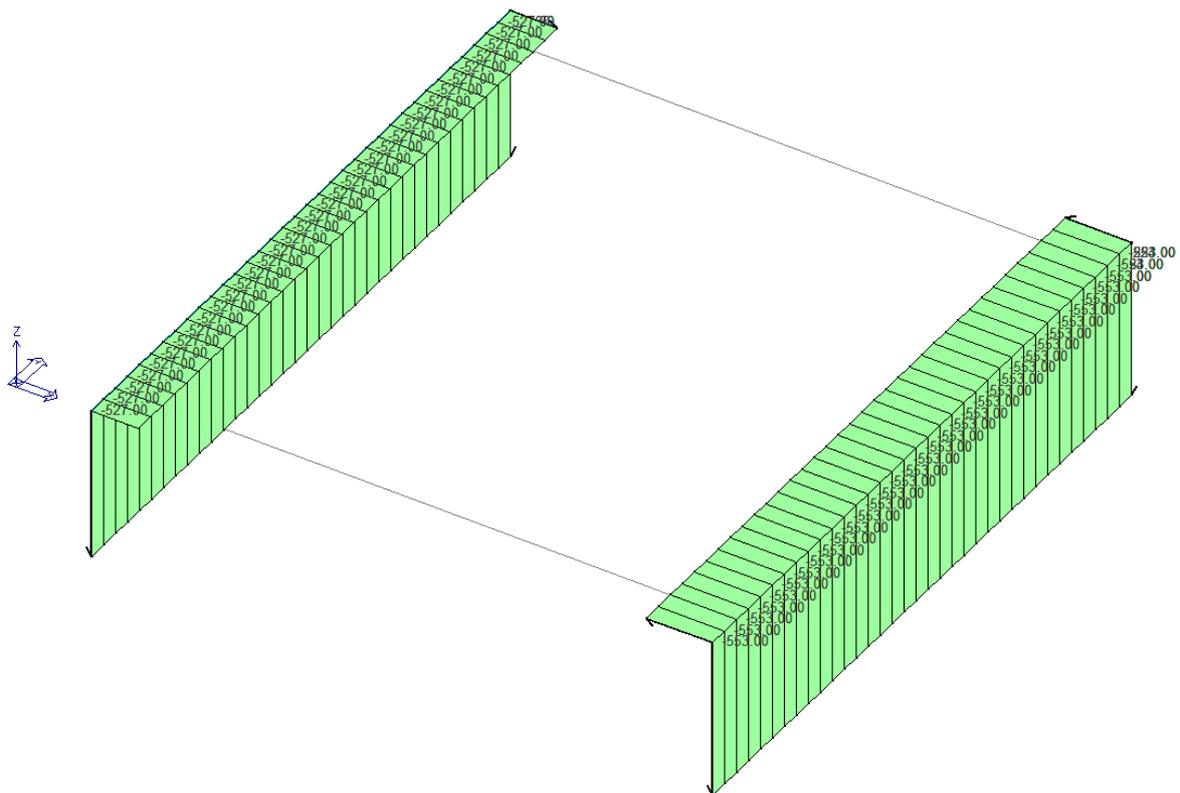


Fig. 40 – Azioni Combinazione S.L.U. 20

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV043003</td> <td>C</td> <td>74 di 252</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	74 di 252
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	74 di 252								

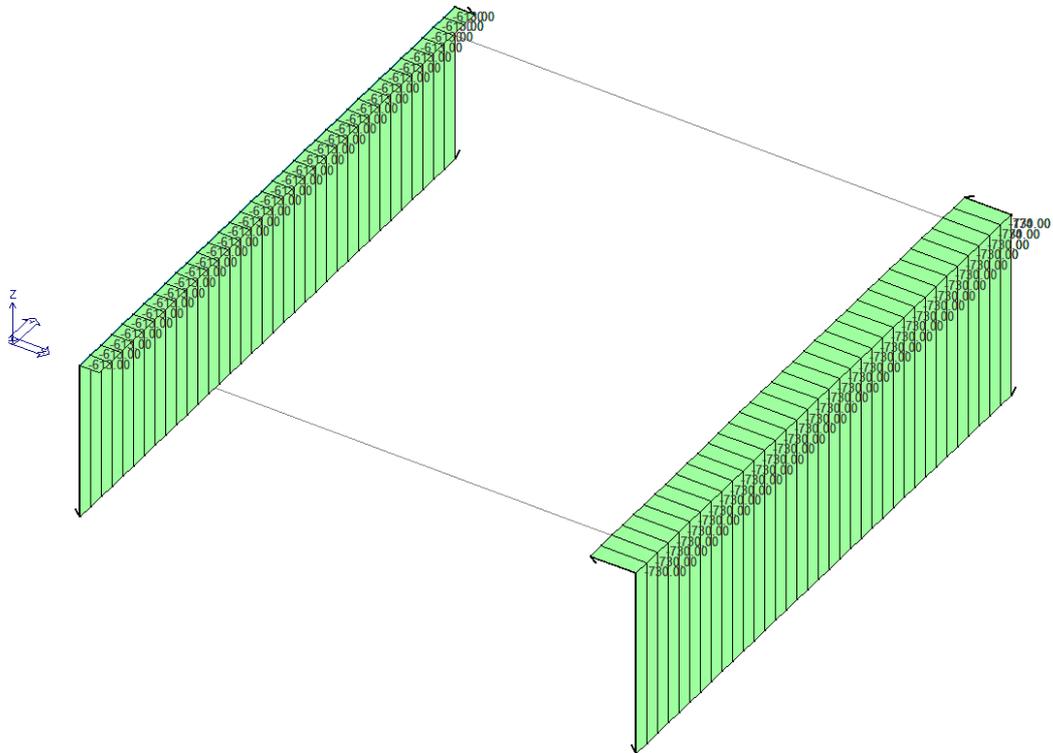


Fig. 41 – Azioni Combinazione S.L.U. 21

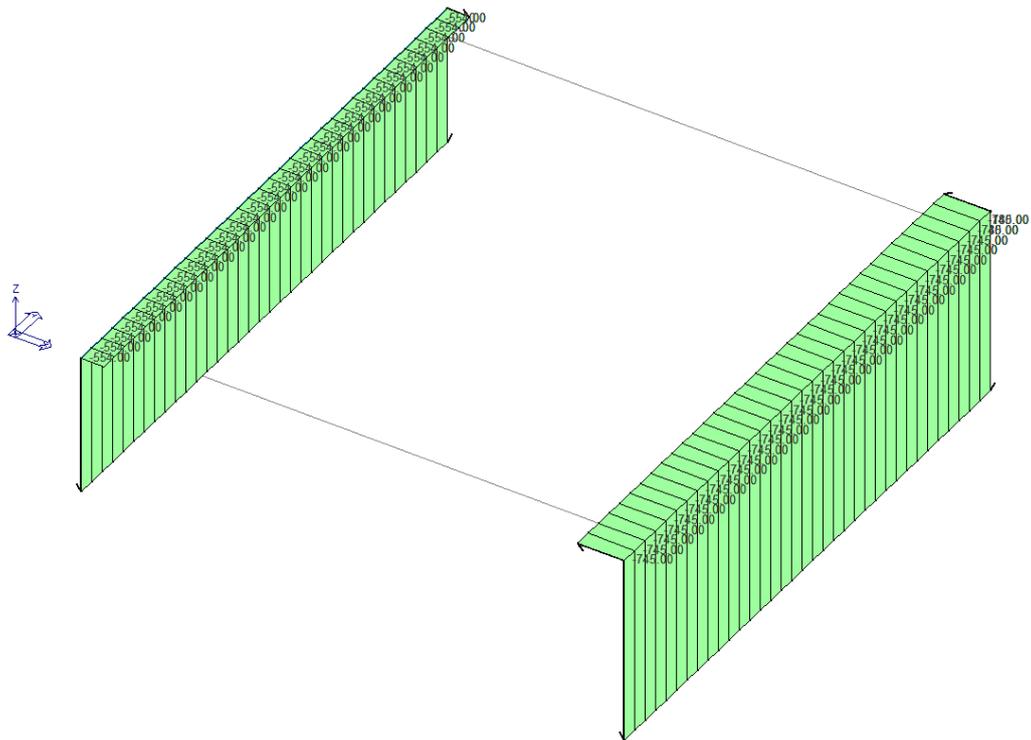


Fig. 42 – Azioni Combinazione S.L.U. 22

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 75 di 252

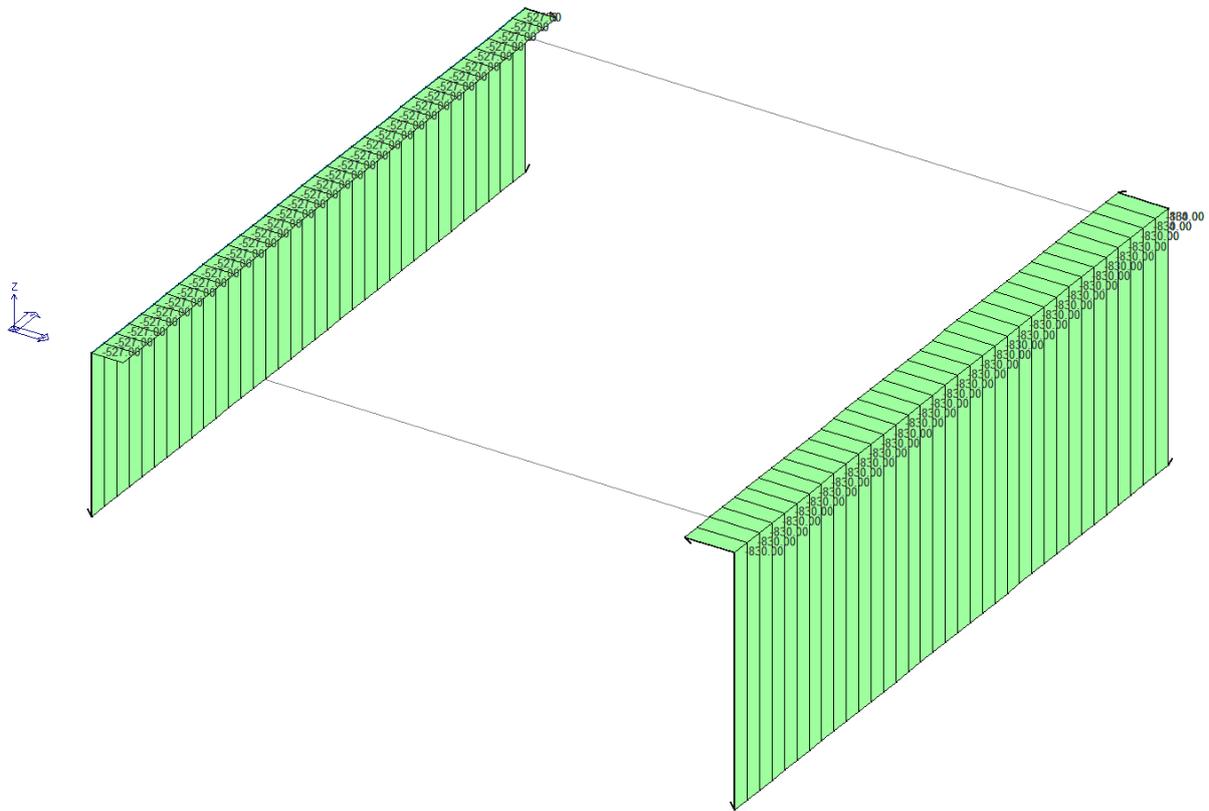


Fig. 43 – Azioni Combinazione S.L.U. 23

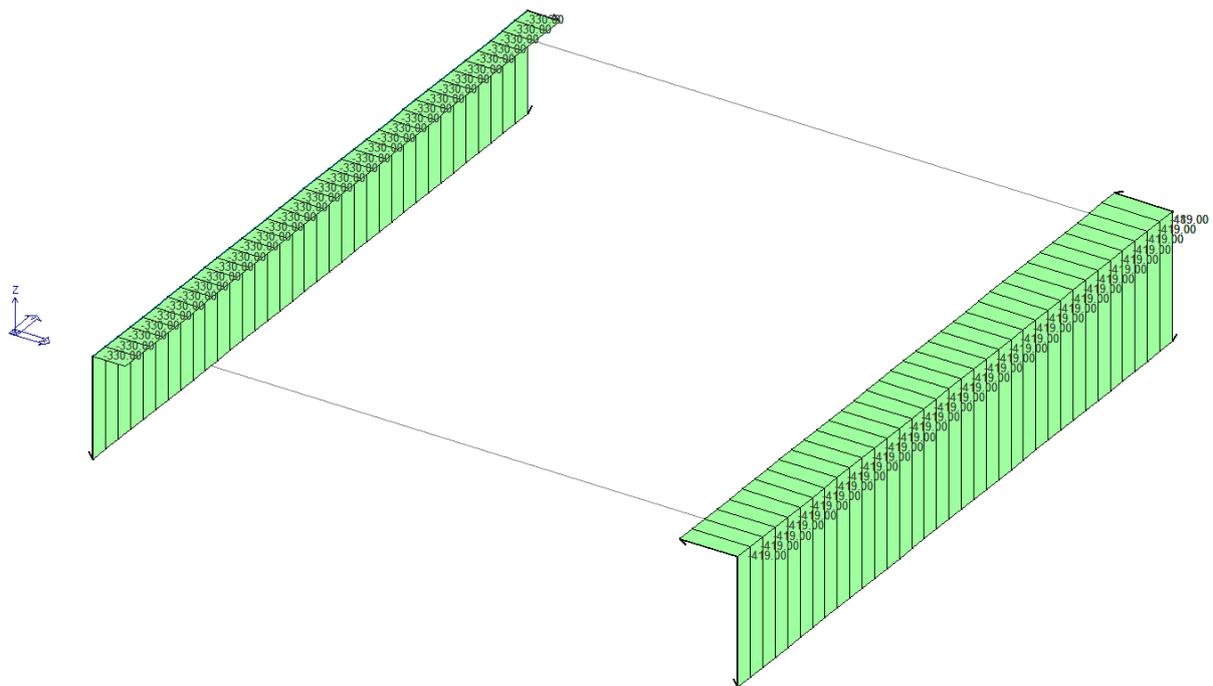


Fig. 44 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 91

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 76 di 252

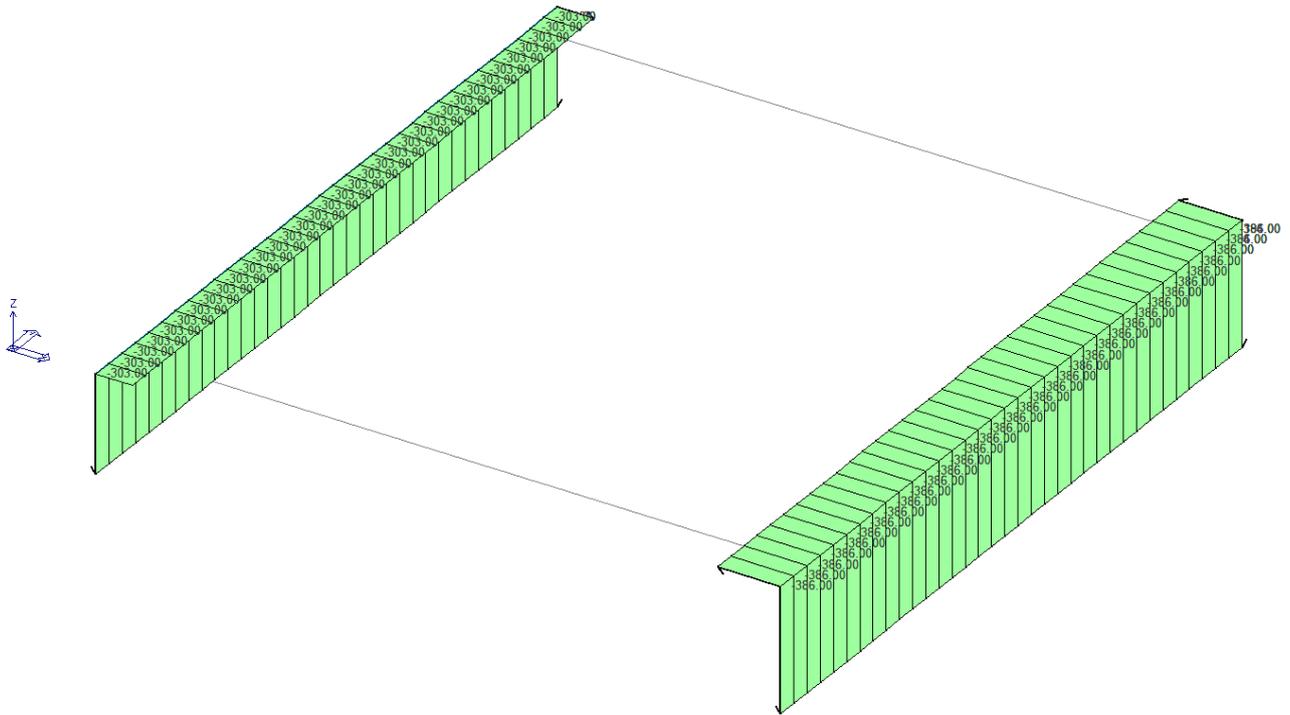


Fig. 45 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 92

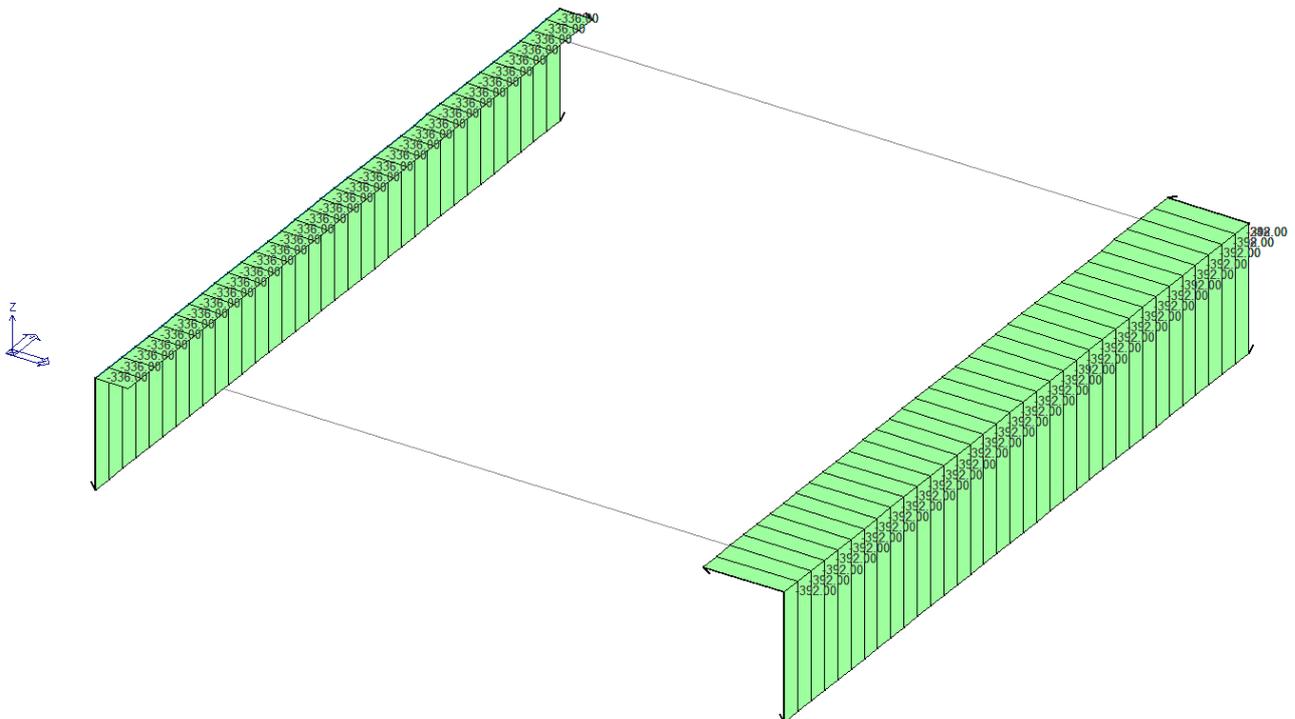


Fig. 46 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 93

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 77 di 252

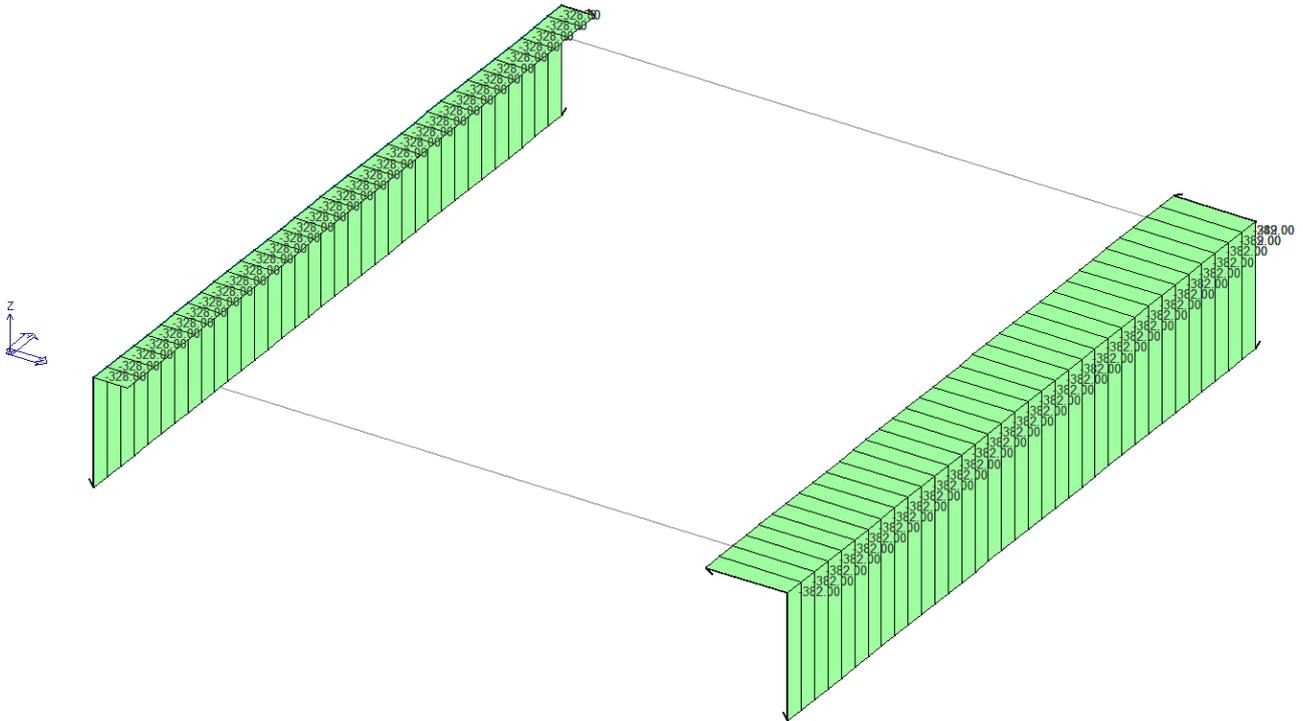


Fig. 47 – Azioni Combinazione S.L.U. sisma 94

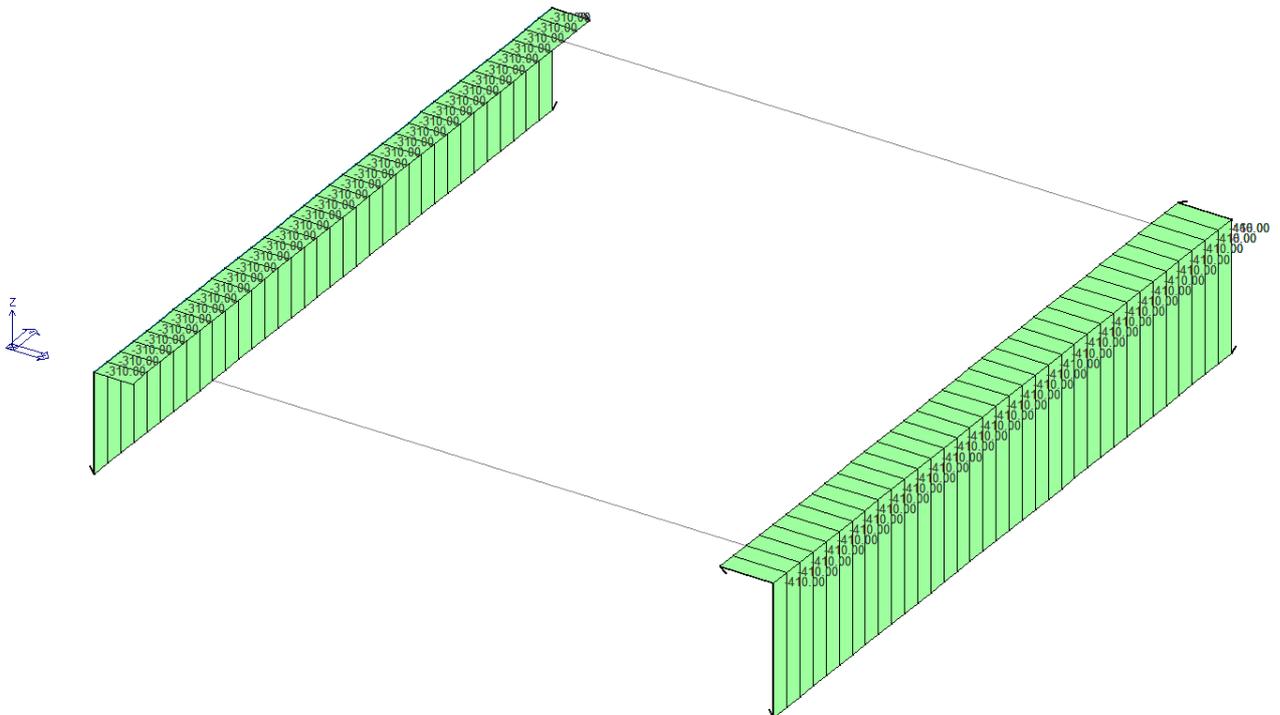


Fig. 48 – Azioni Combinazione S.L.E. (Quasi permanente) 41

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 78 di 252

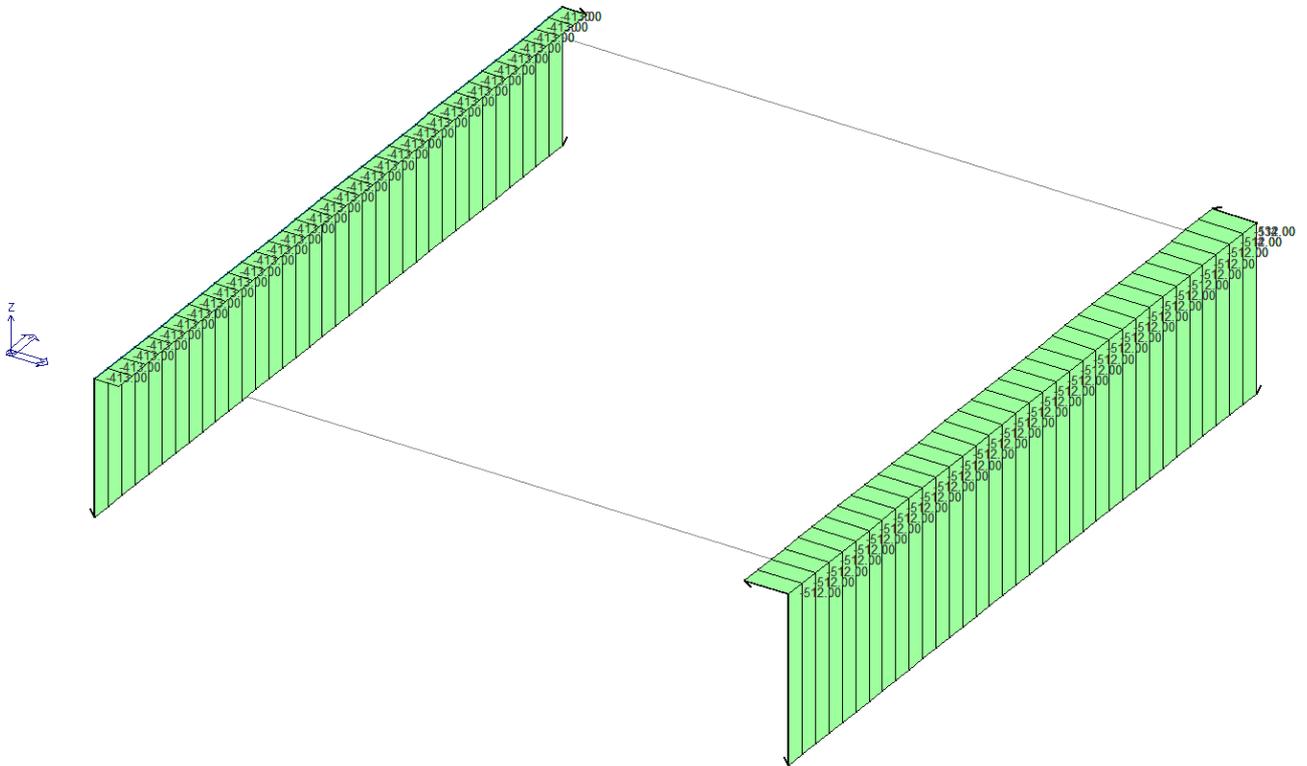


Fig. 49 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 51

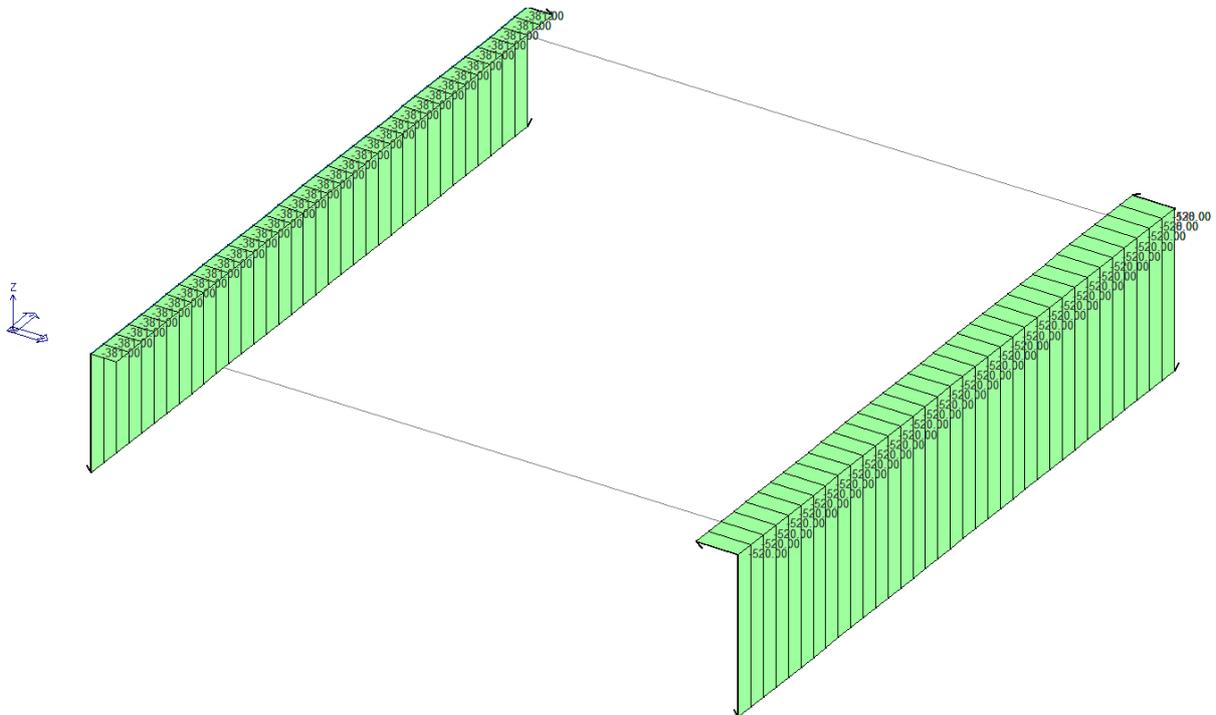


Fig. 50 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 52

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 79 di 252

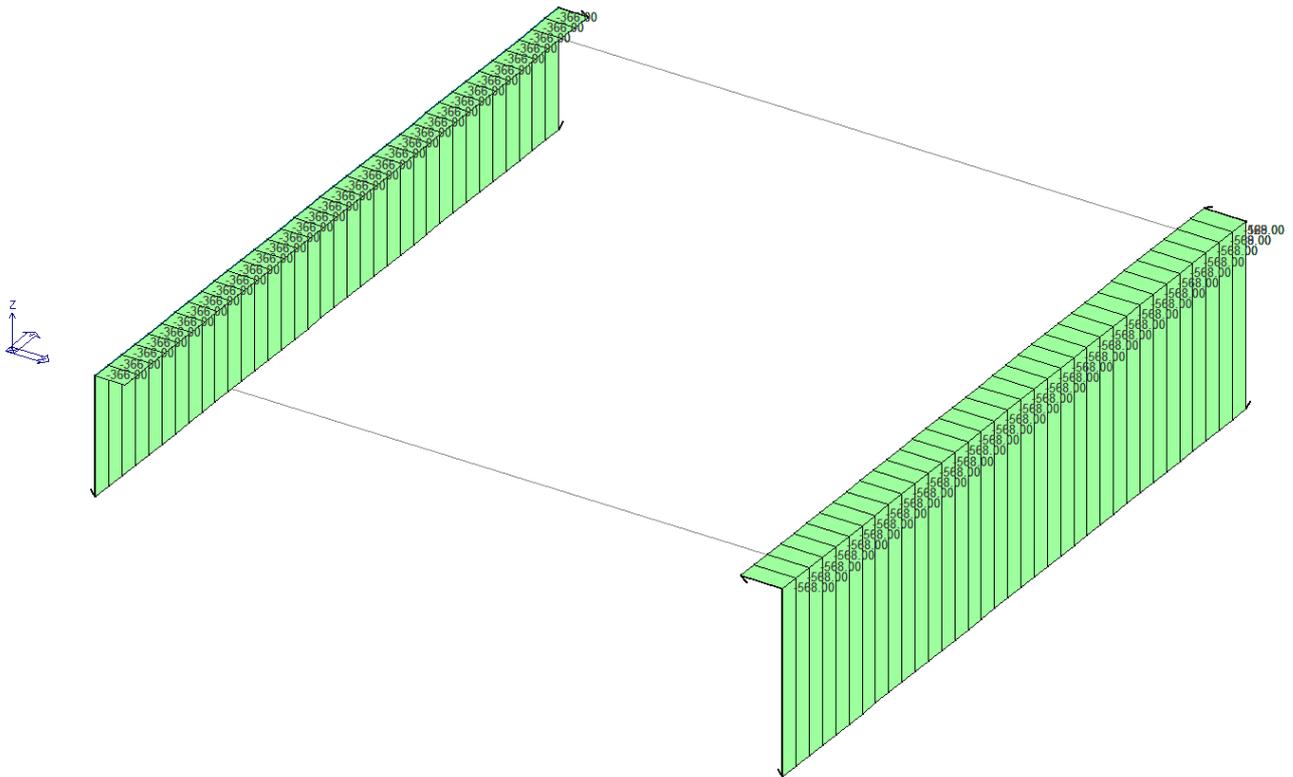


Fig. 51 – Azioni Combinazione S.L.E. (Frequente) 53

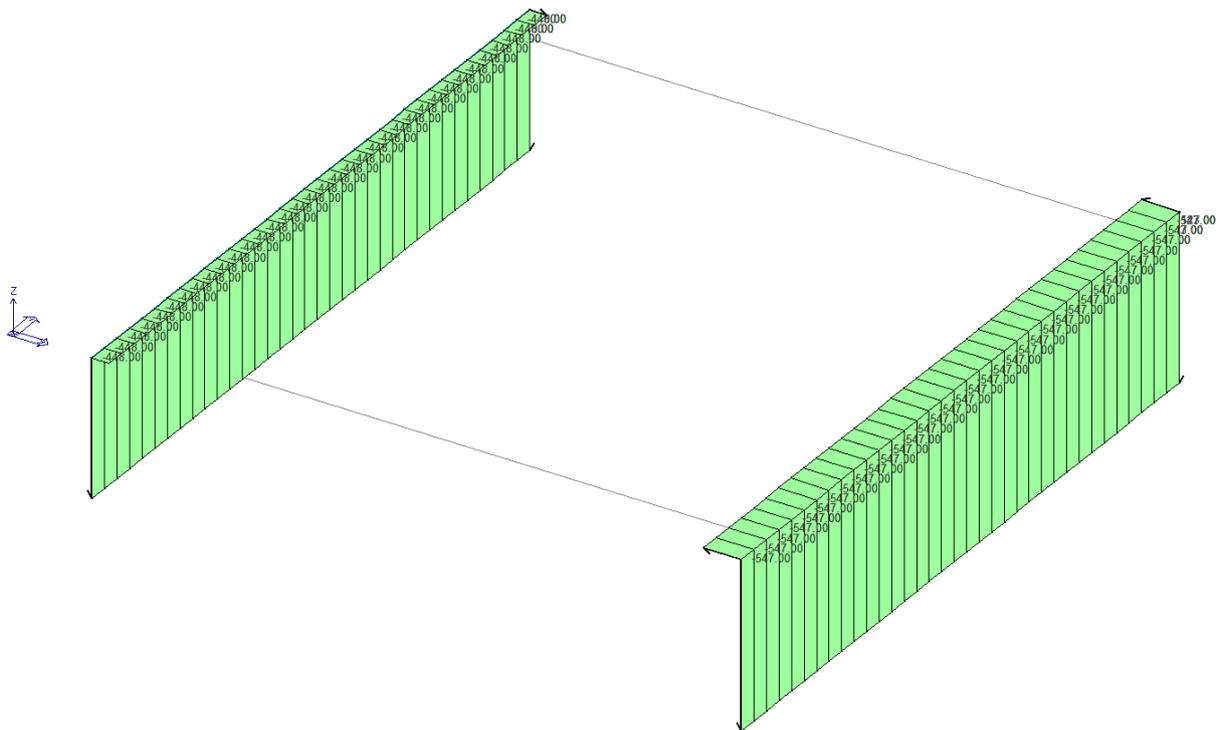


Fig. 52 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 61

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 80 di 252

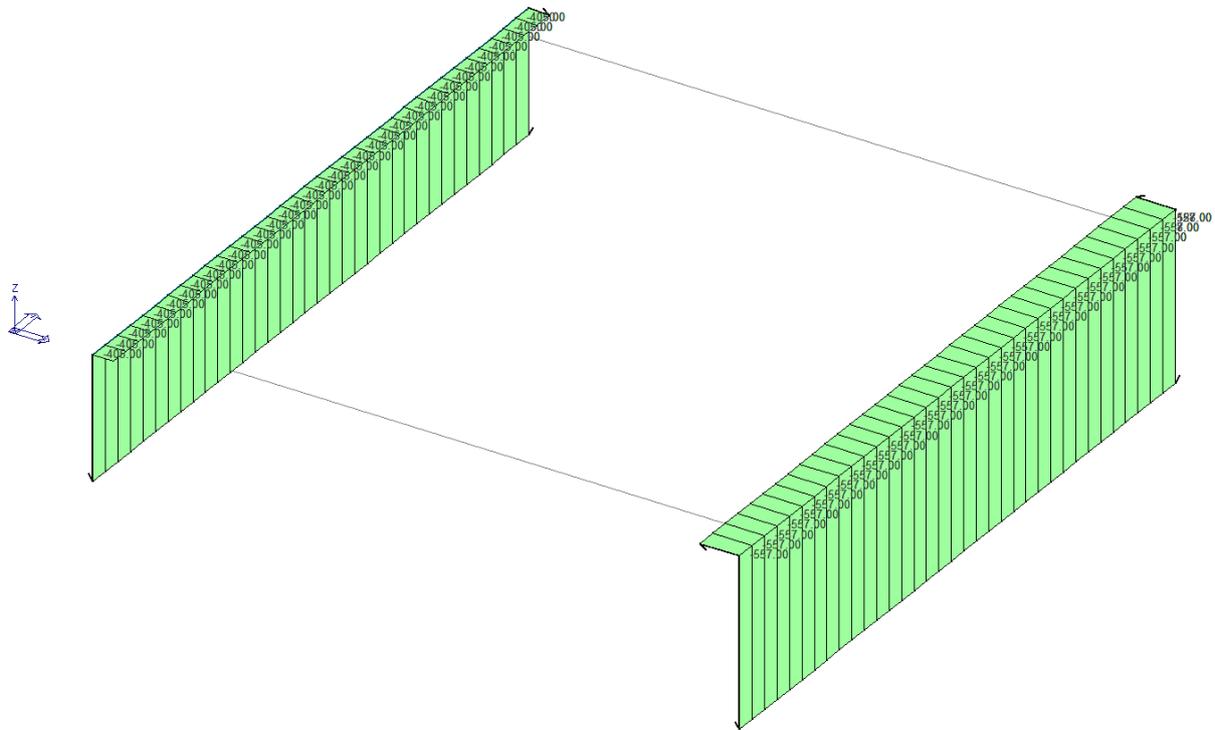


Fig. 53 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 62

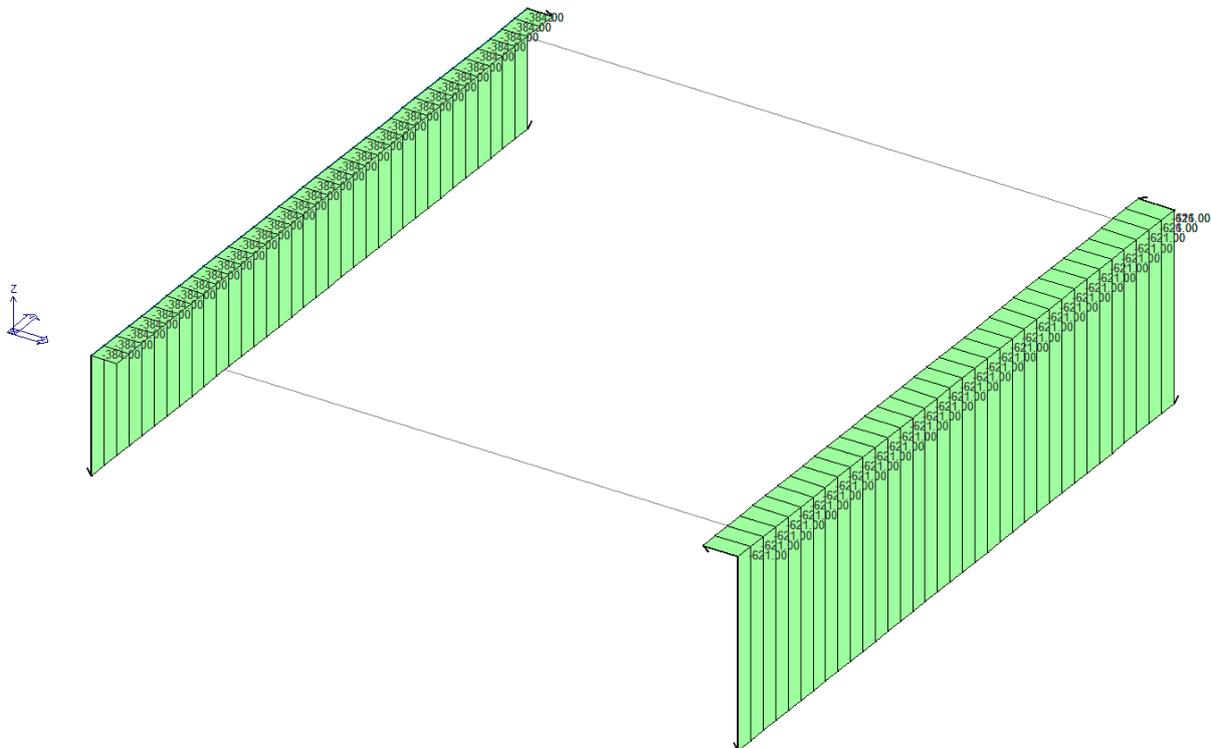


Fig. 54 – Azioni Combinazione S.L.E. (Rara) 63

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	81 di 252

Si riportano le sollecitazioni per ogni combinazione

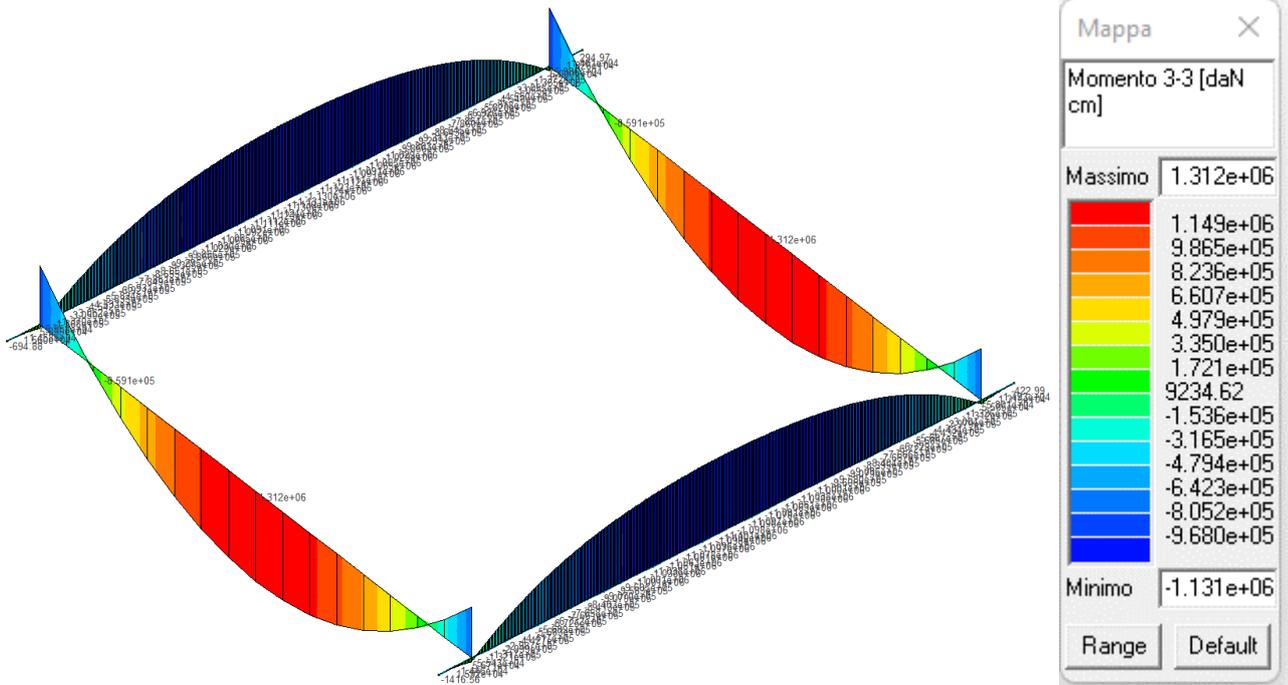


Fig. 55 – Momento flettente Mxx S.L.U. 20

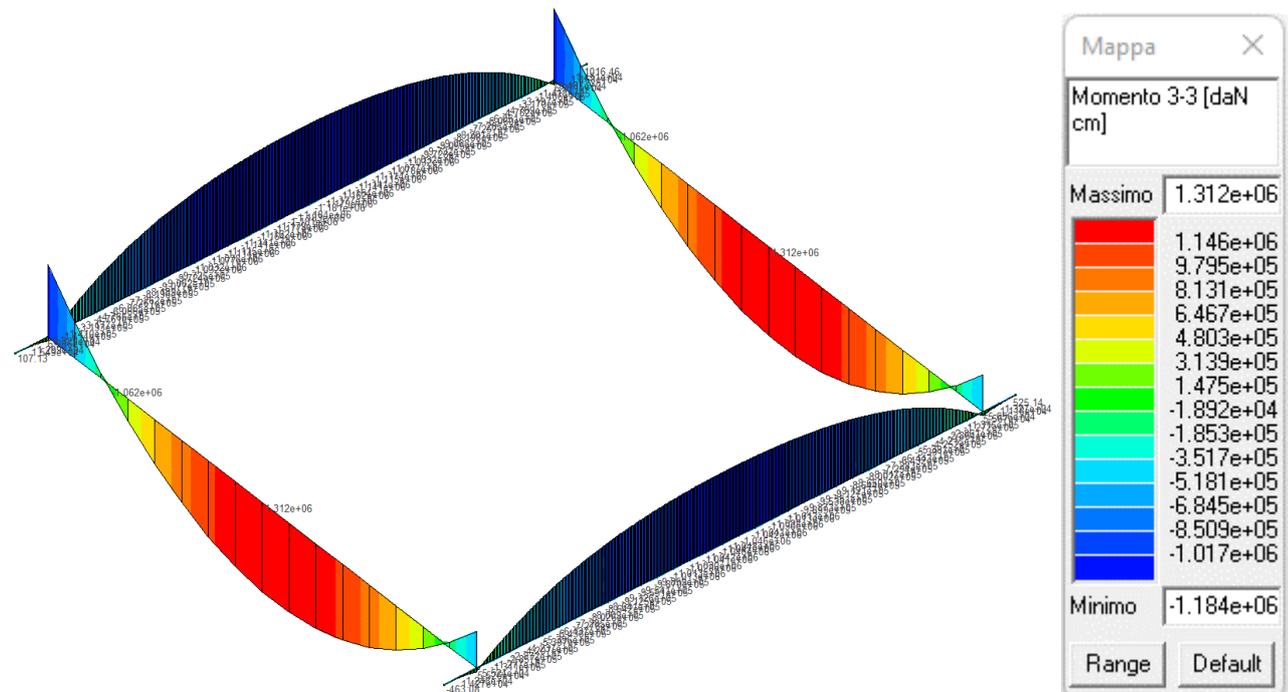


Fig. 56 – Momento flettente Mxx S.L.U. 21

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	82 di 252

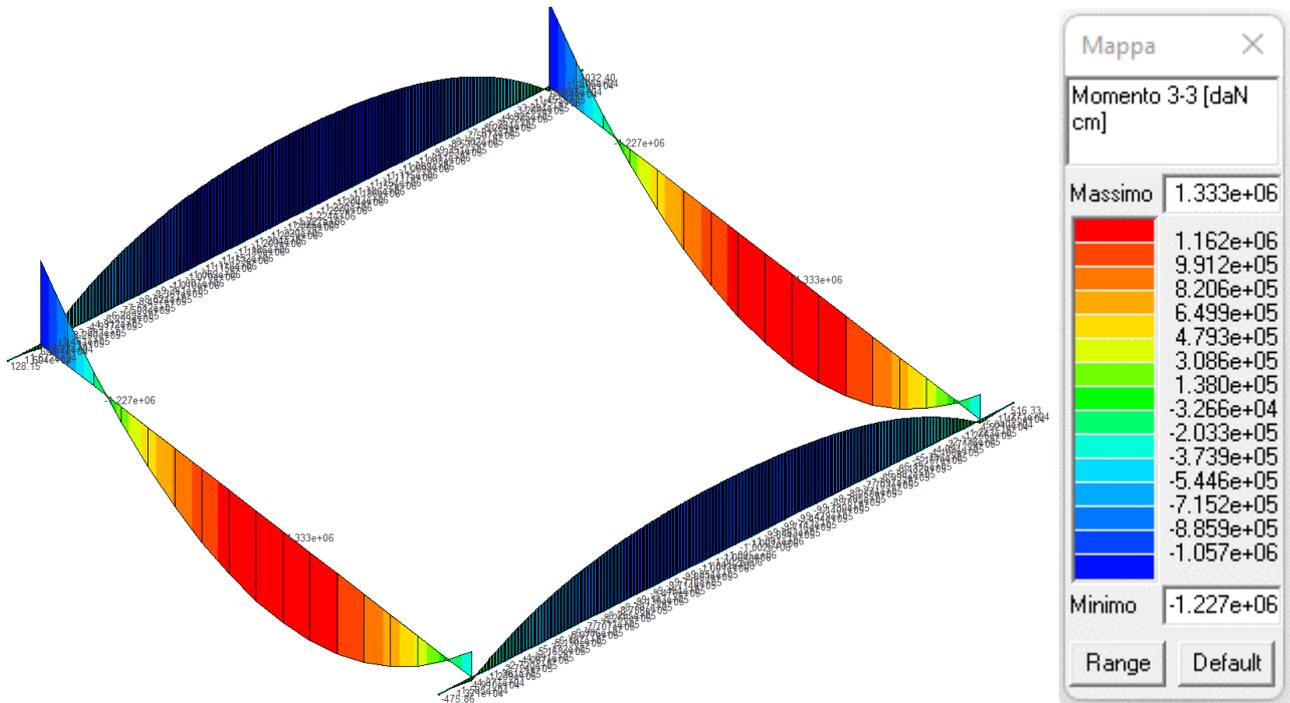


Fig. 57 – Momento flettente Mxx S.L.U. 22

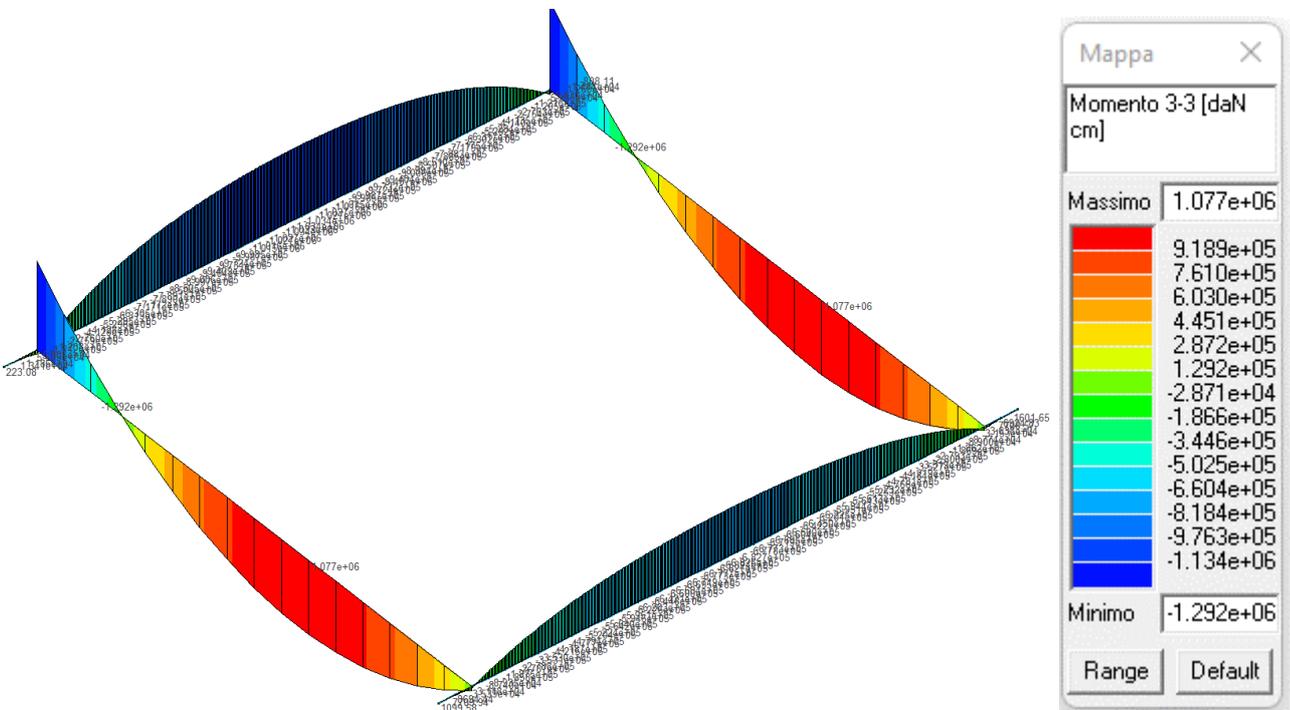


Fig. 58 – Momento flettente Mxx S.L.U. 23

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 83 di 252

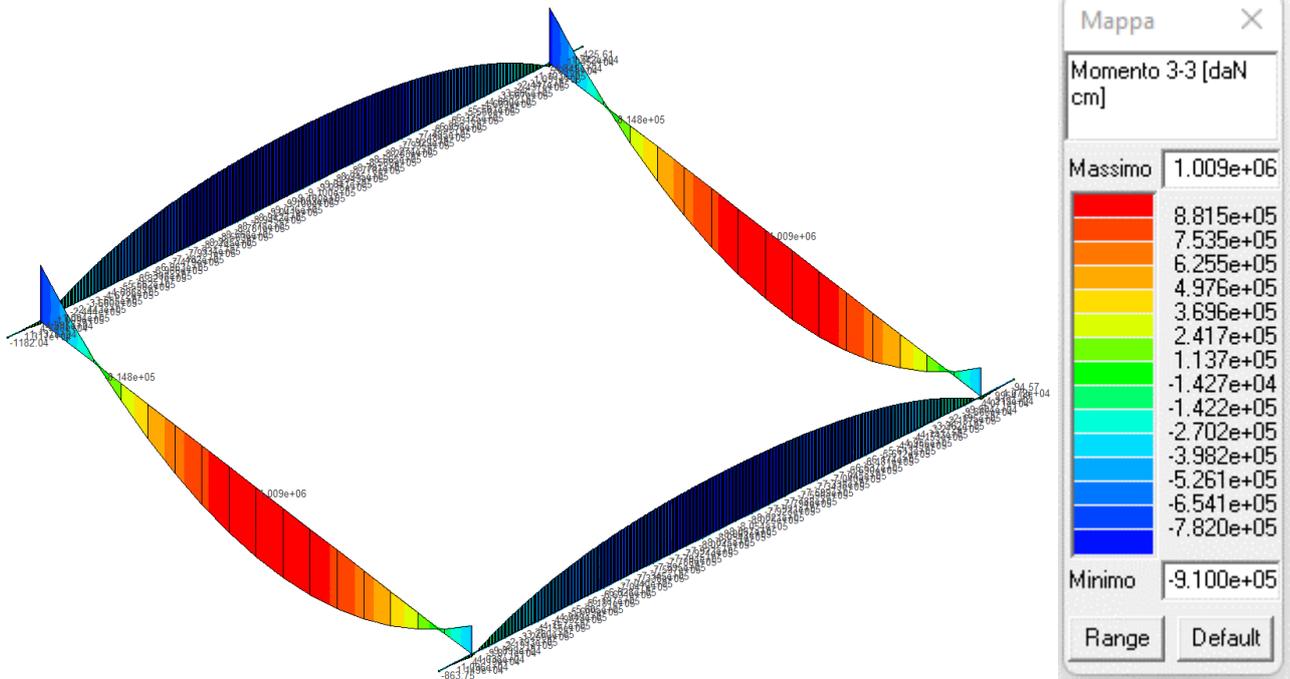


Fig. 59 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 91

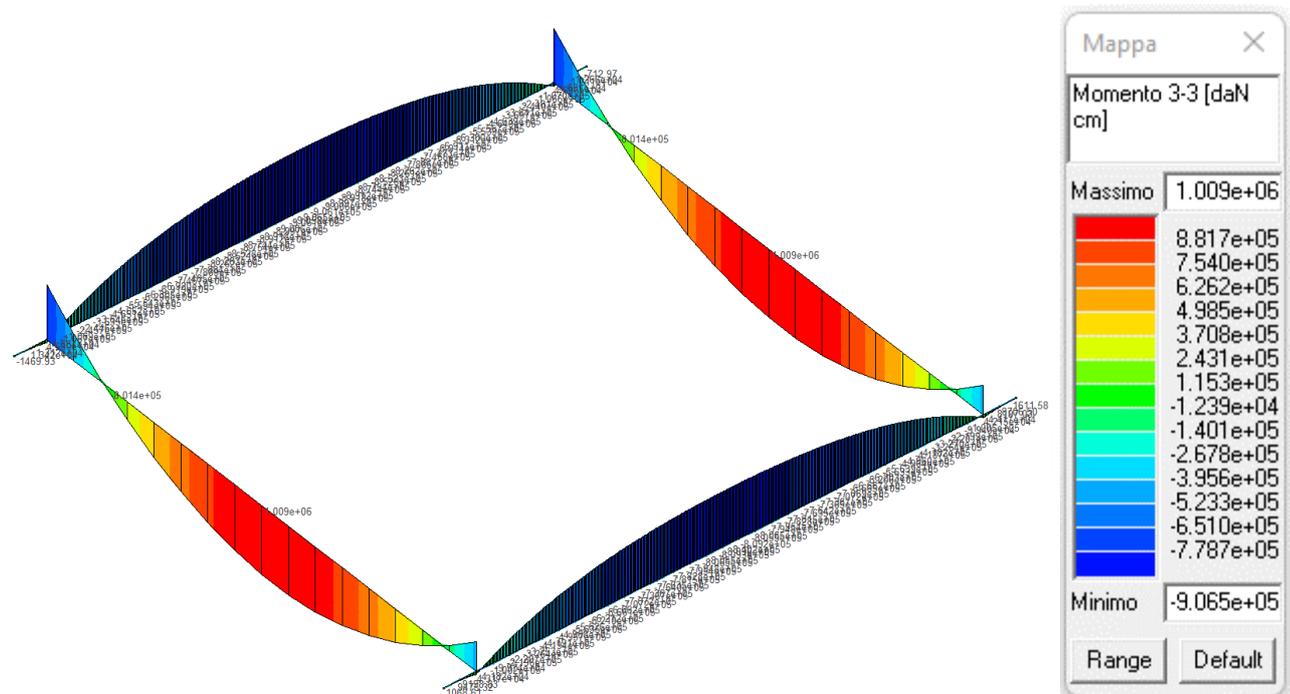


Fig. 60 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 92

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 84 di 252

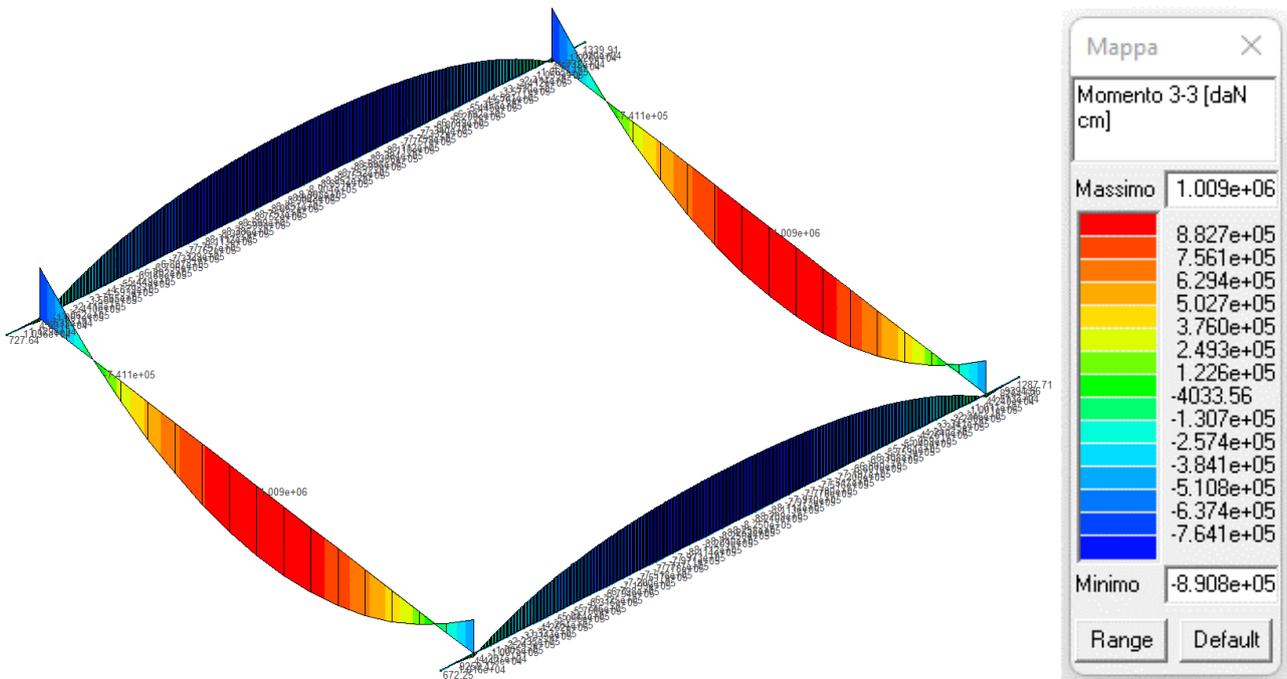


Fig. 61 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 93

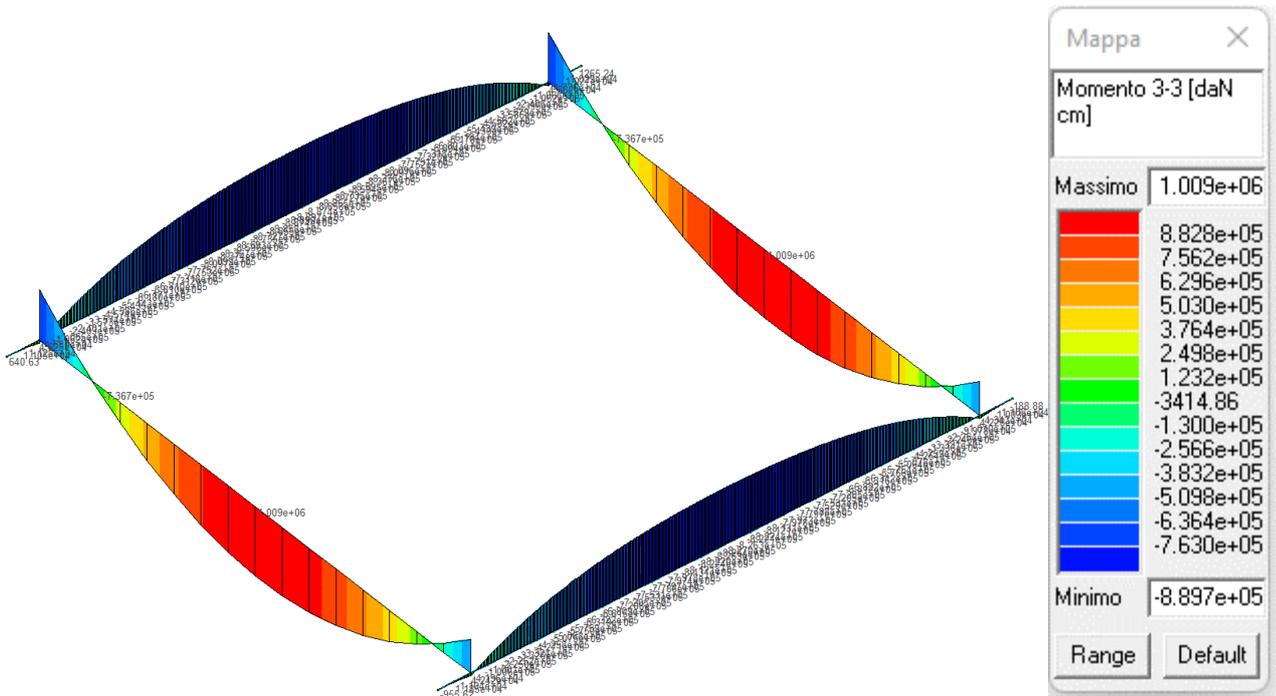
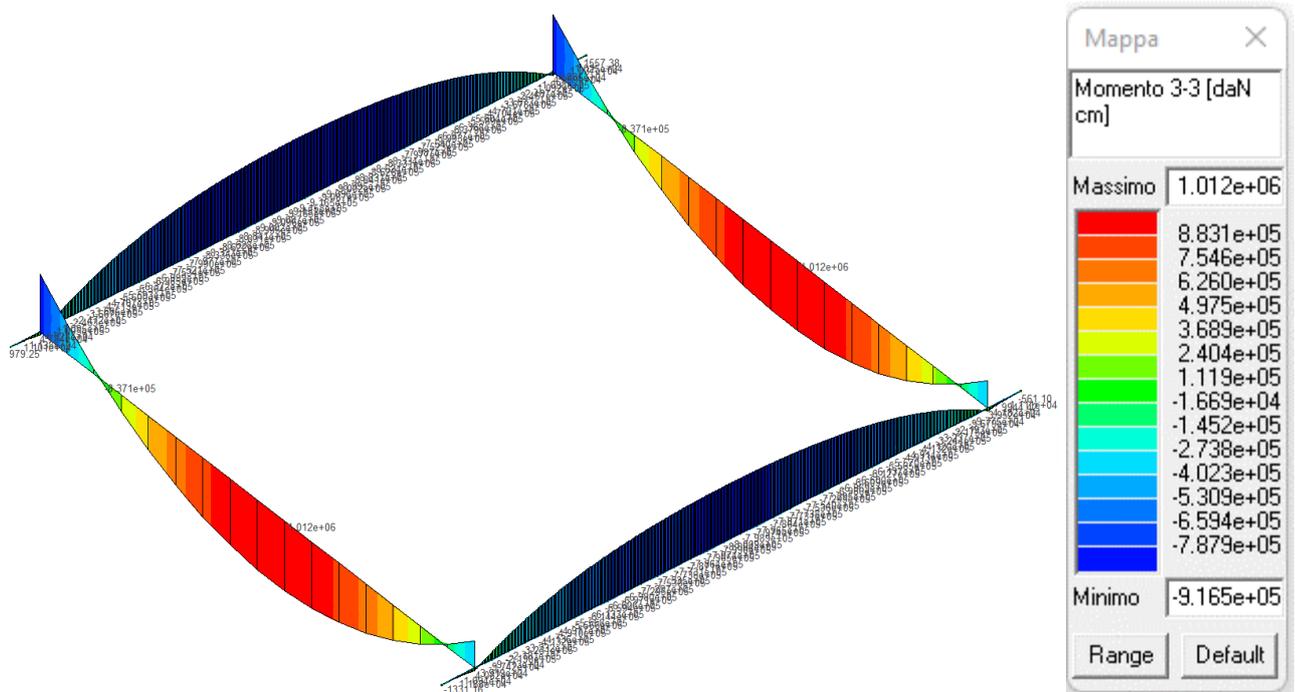
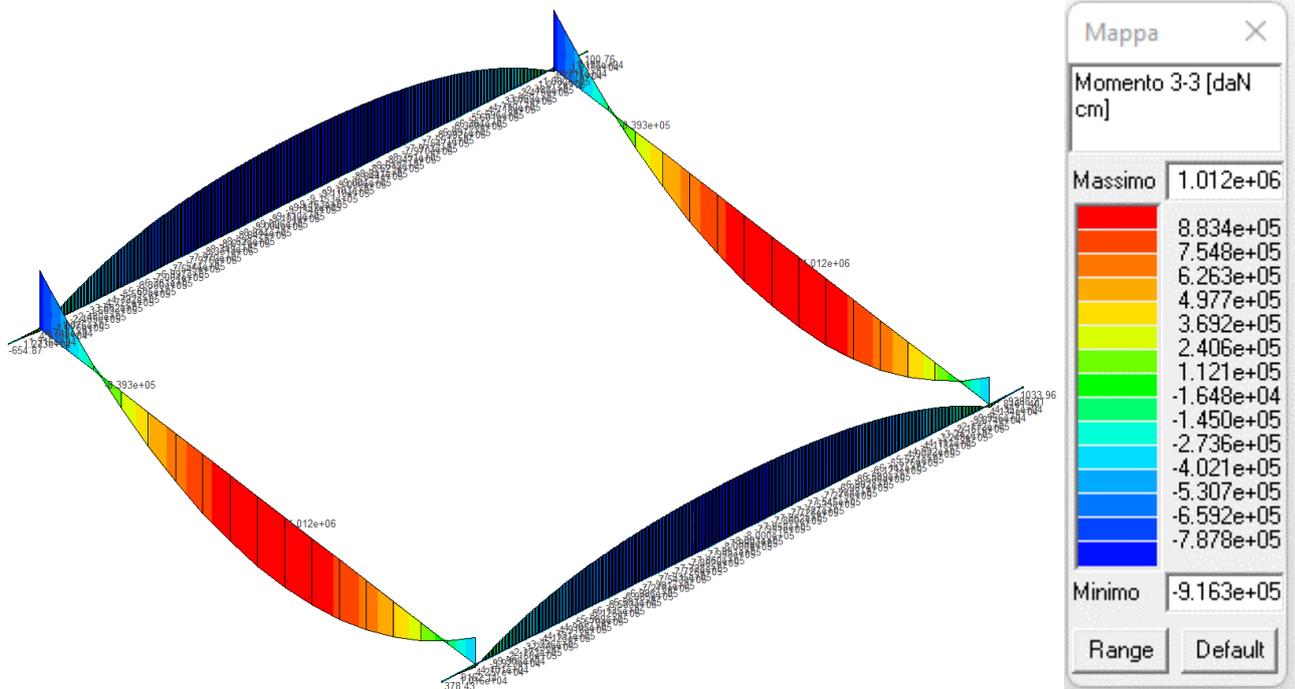
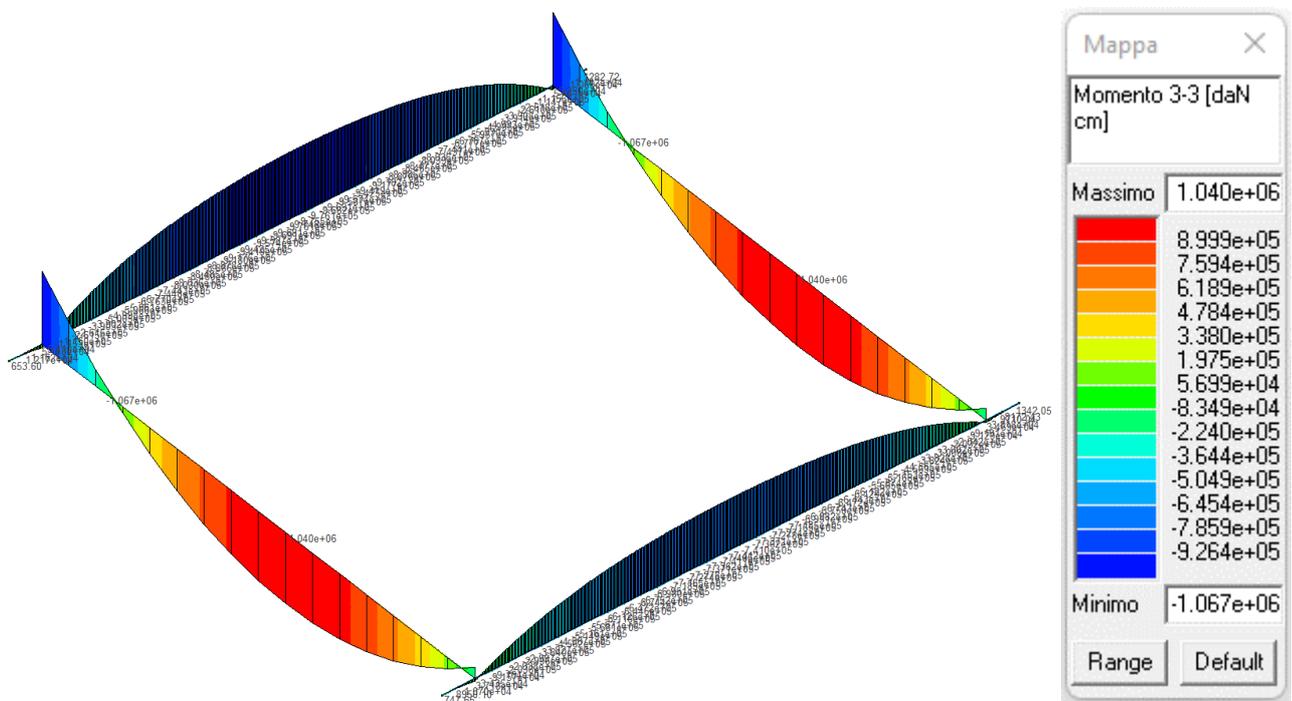
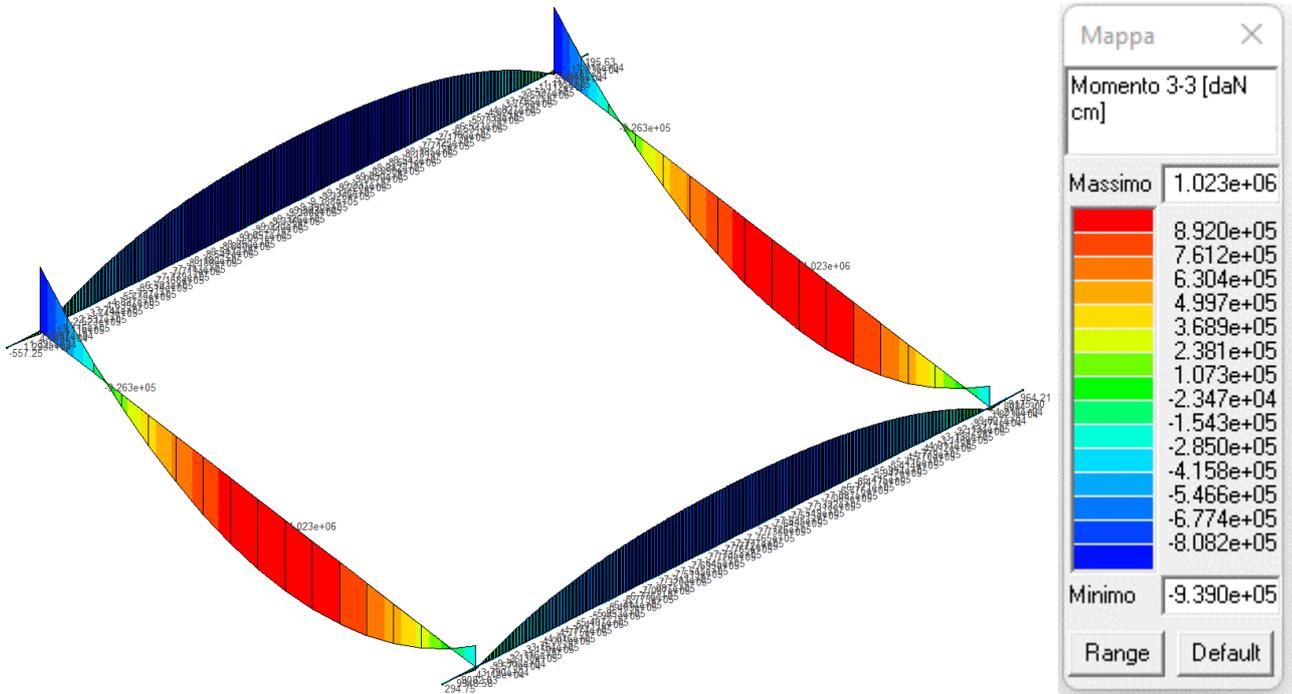


Fig. 62 – Momento flettente Mxx S.L.U.sisma 94

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	85 di 252
11 – OPERE CIVILI										
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo										



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	86 di 252



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 87 di 252

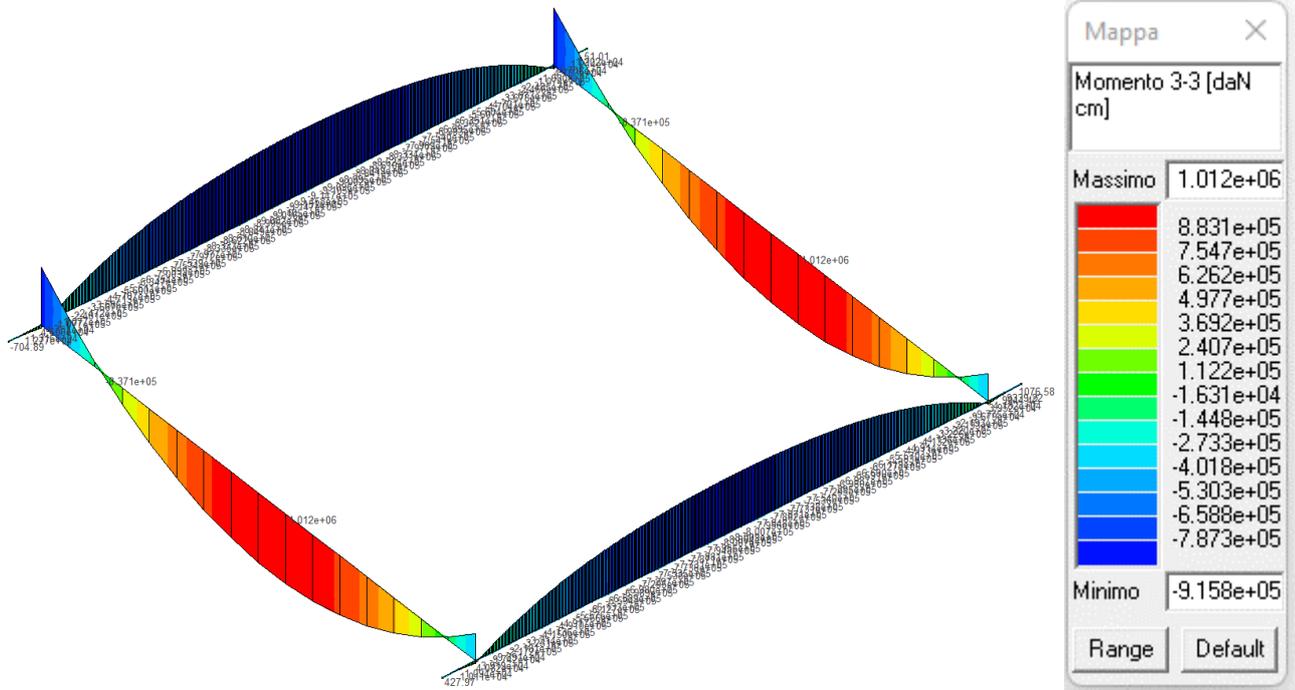


Fig. 67 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Rara) 61

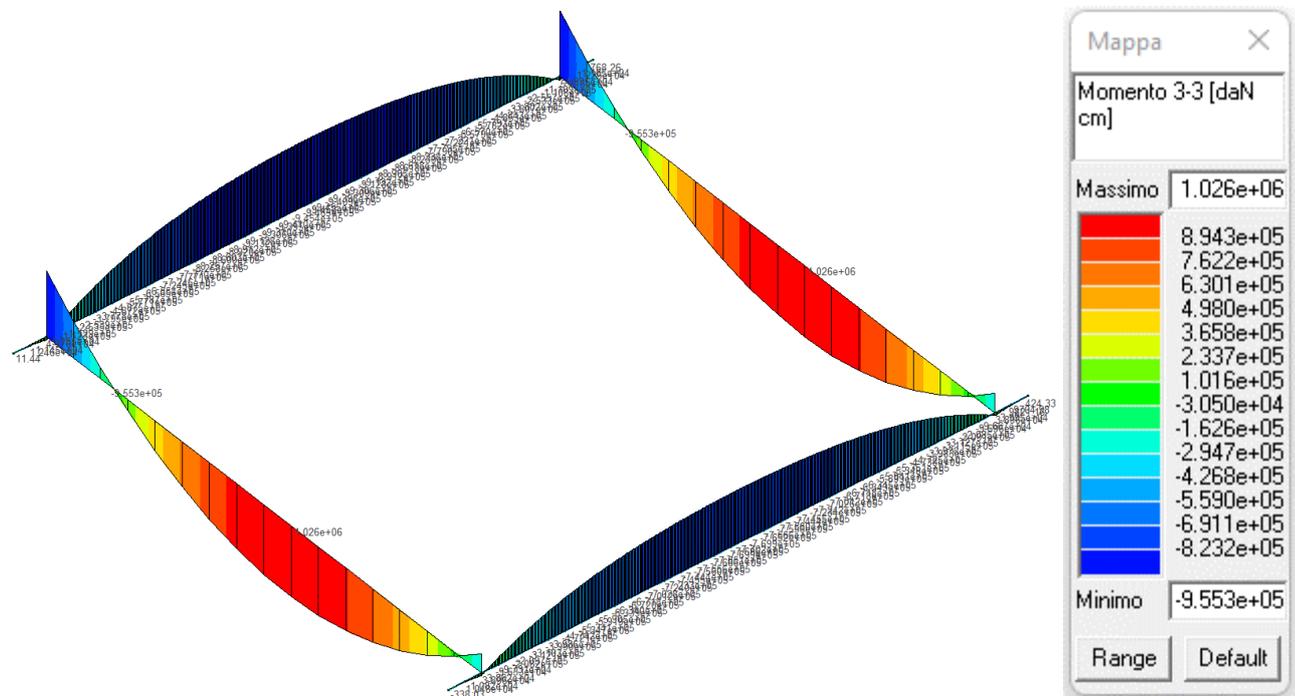
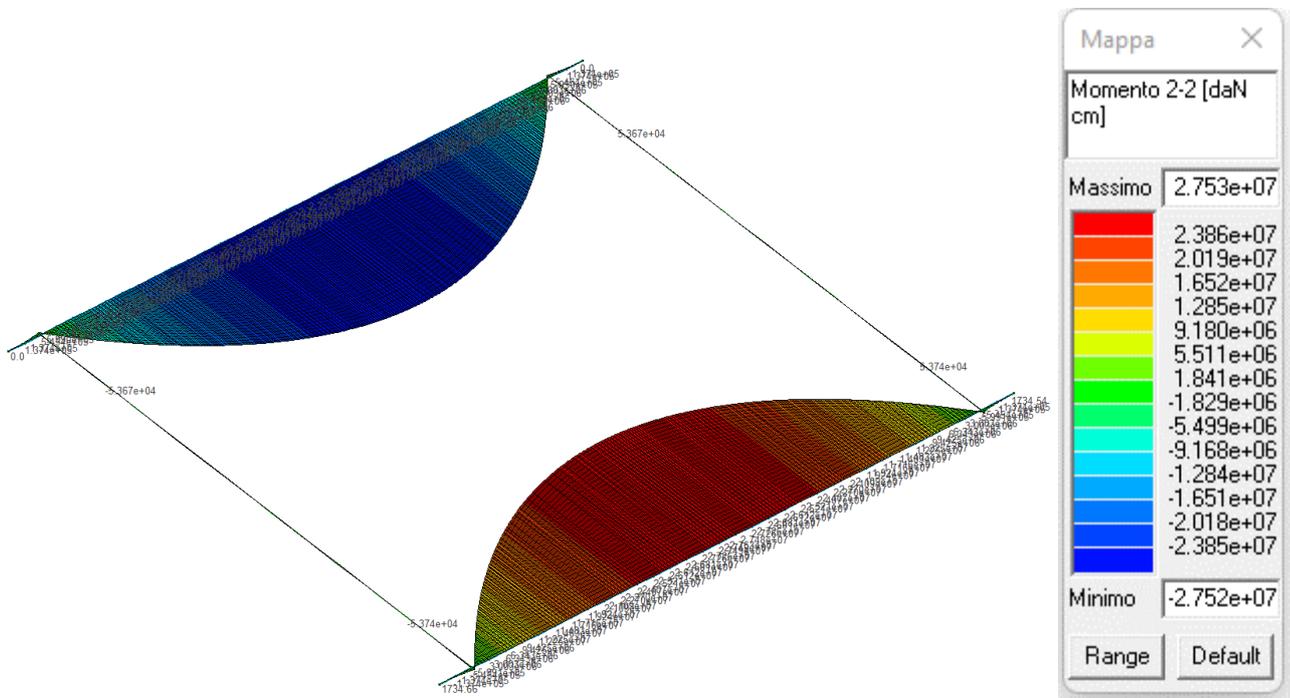
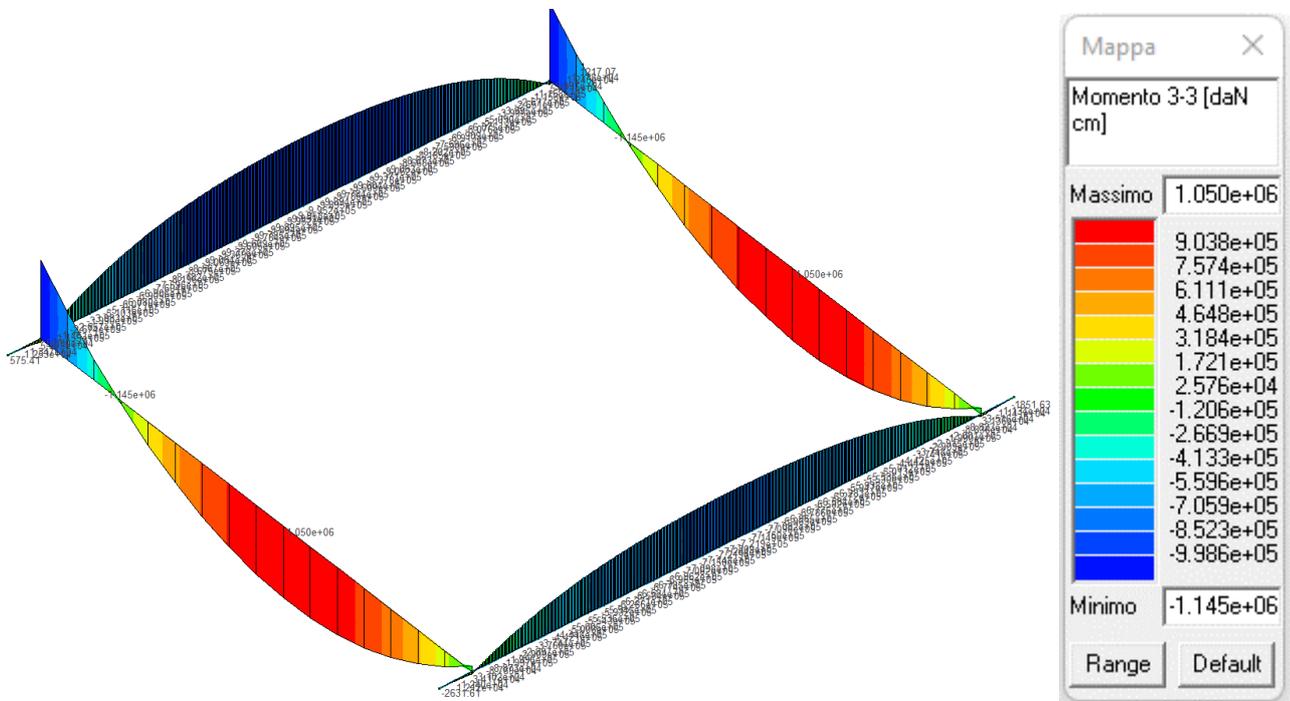


Fig. 68 – Momento flettente Mxx S.L.E.(Rara) 62

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	88 di 252



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	89 di 252

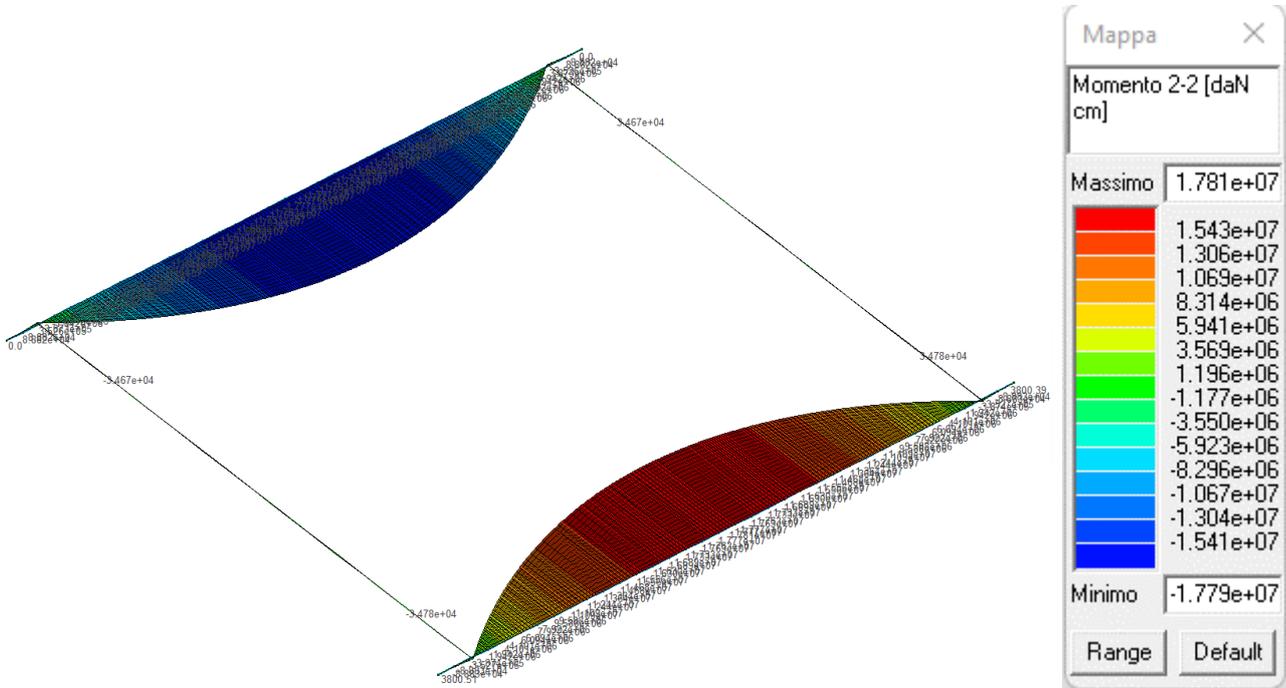


Fig. 71 – Momento flettente Myy S.L.U. 21

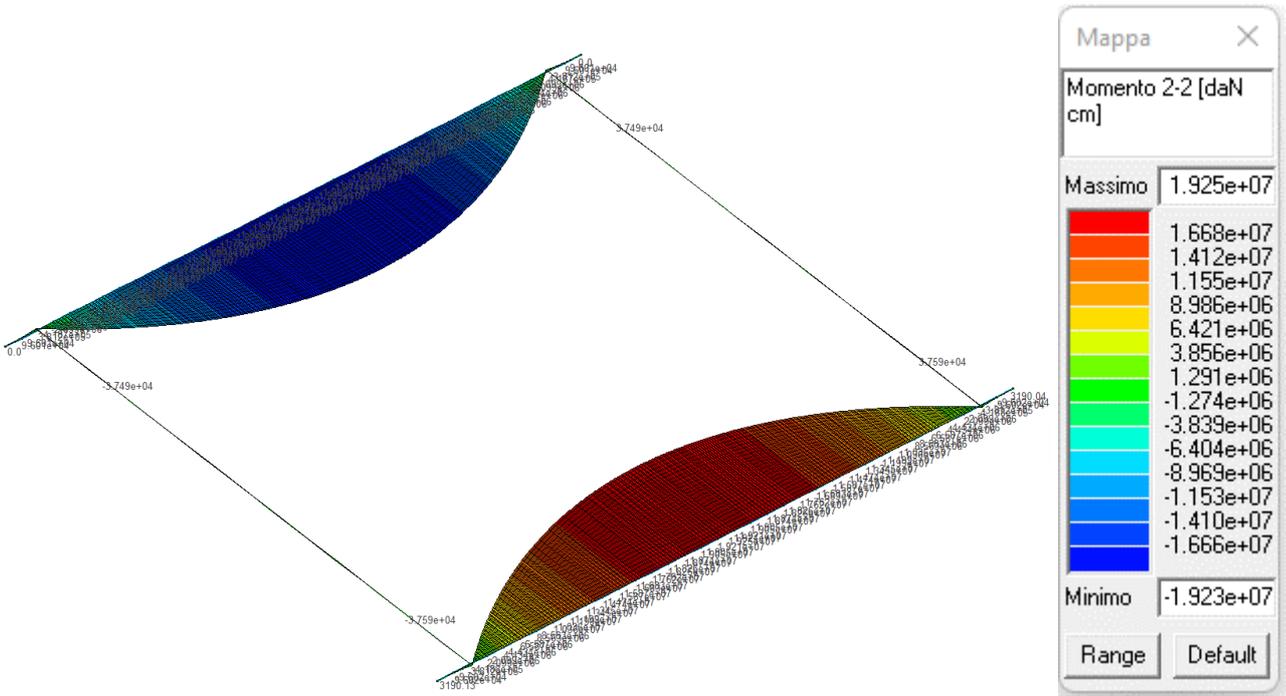


Fig. 72 – Momento flettente Myy S.L.U. 22

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	90 di 252

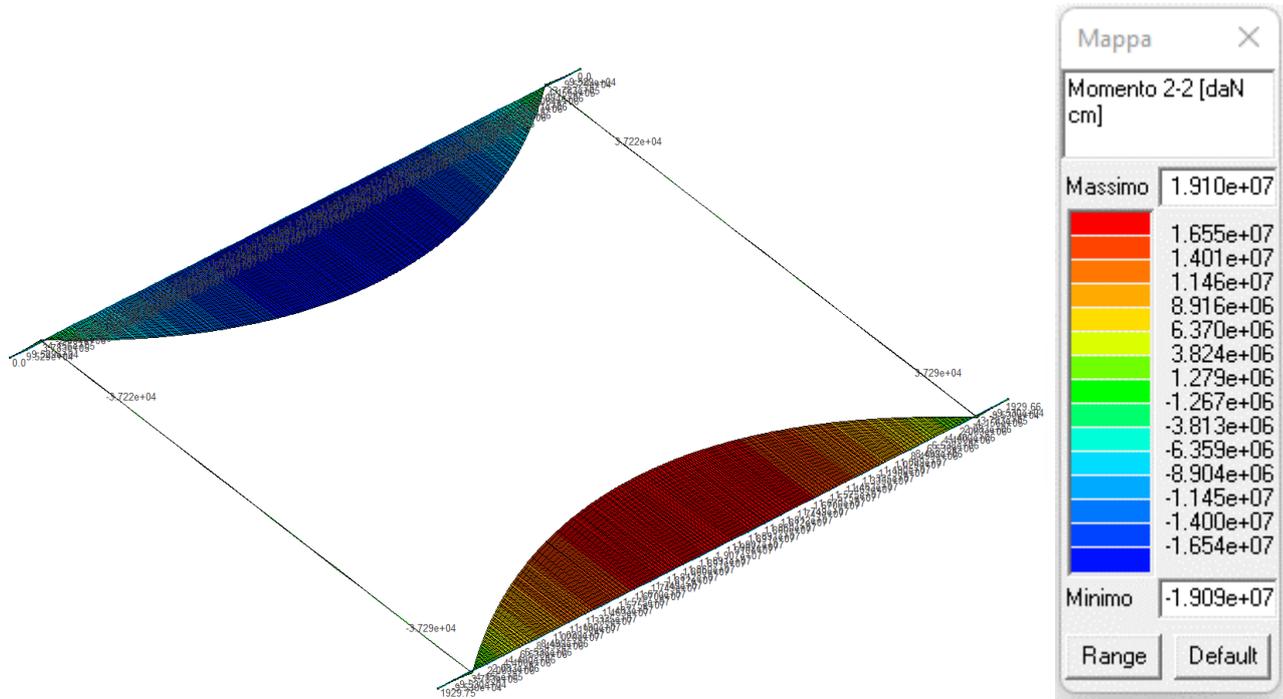


Fig. 73 – Momento flettente Myy S.L.U. 23

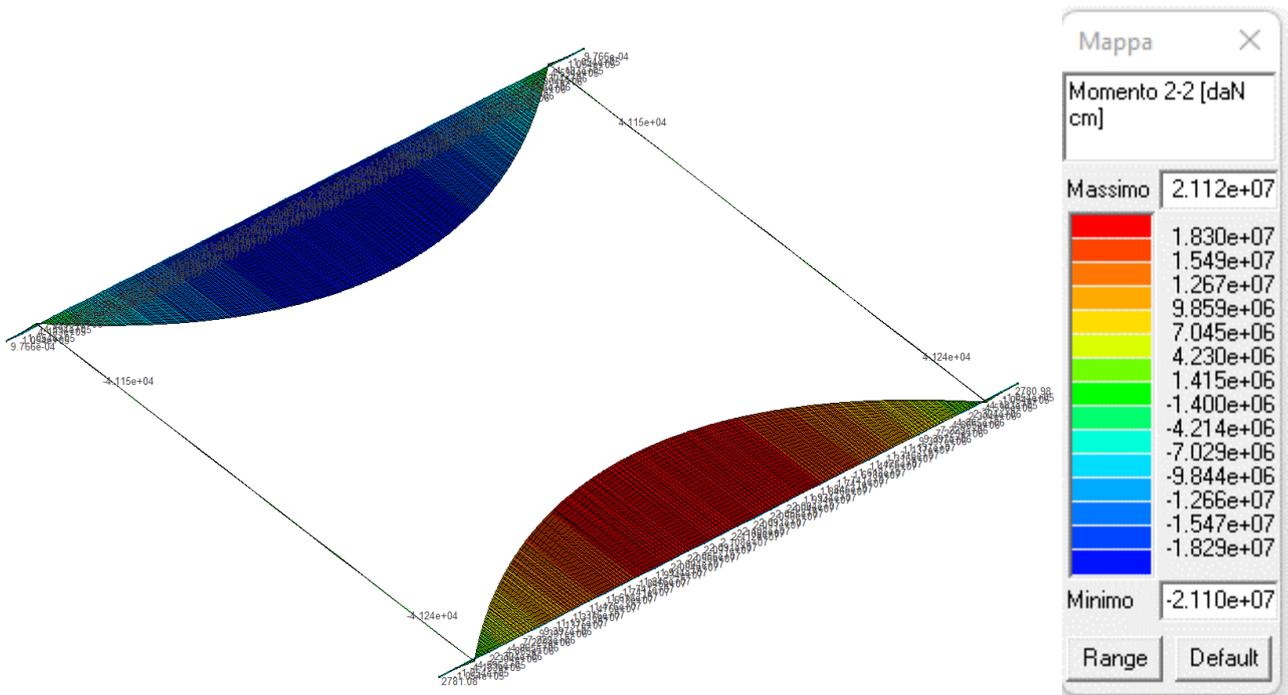


Fig. 74 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 91

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	91 di 252

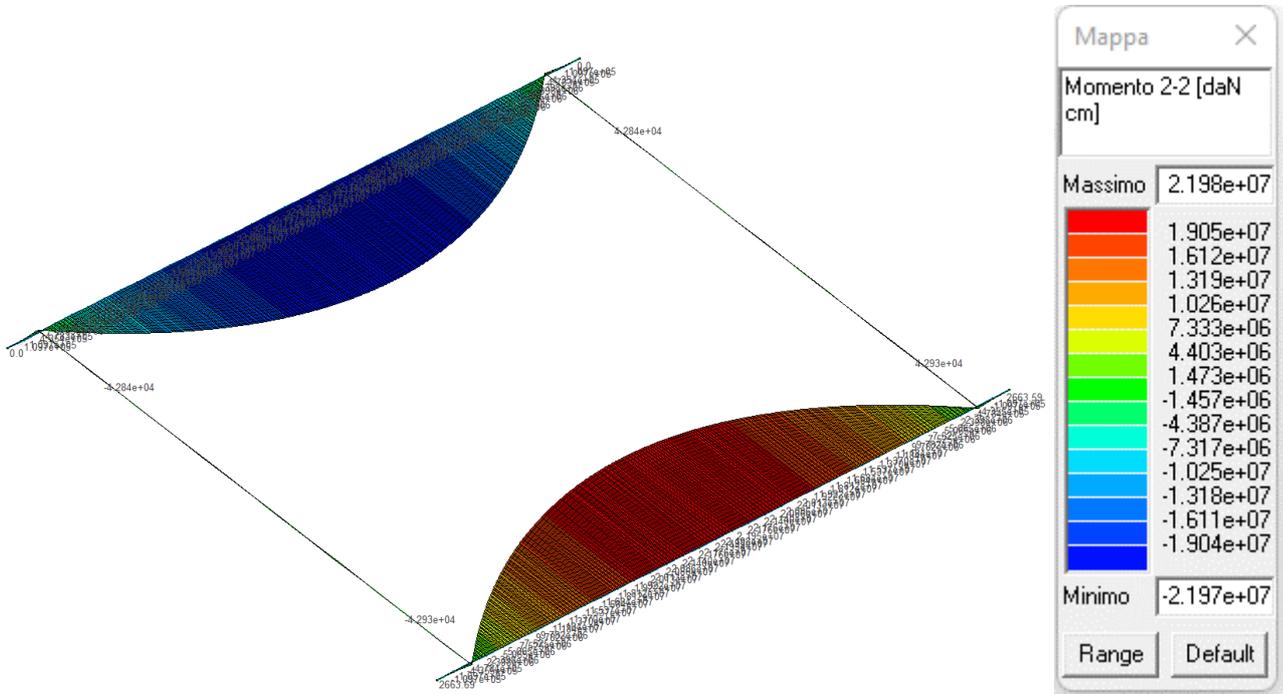


Fig. 75 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 92

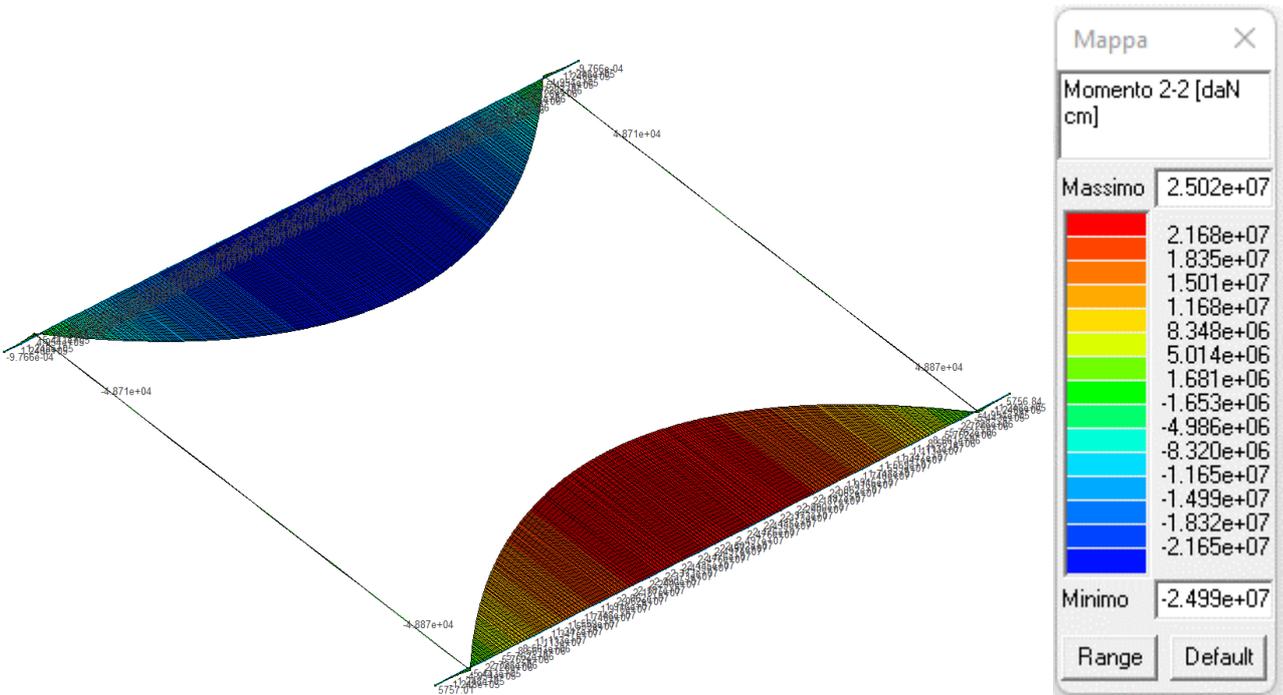


Fig. 76 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 93

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	92 di 252

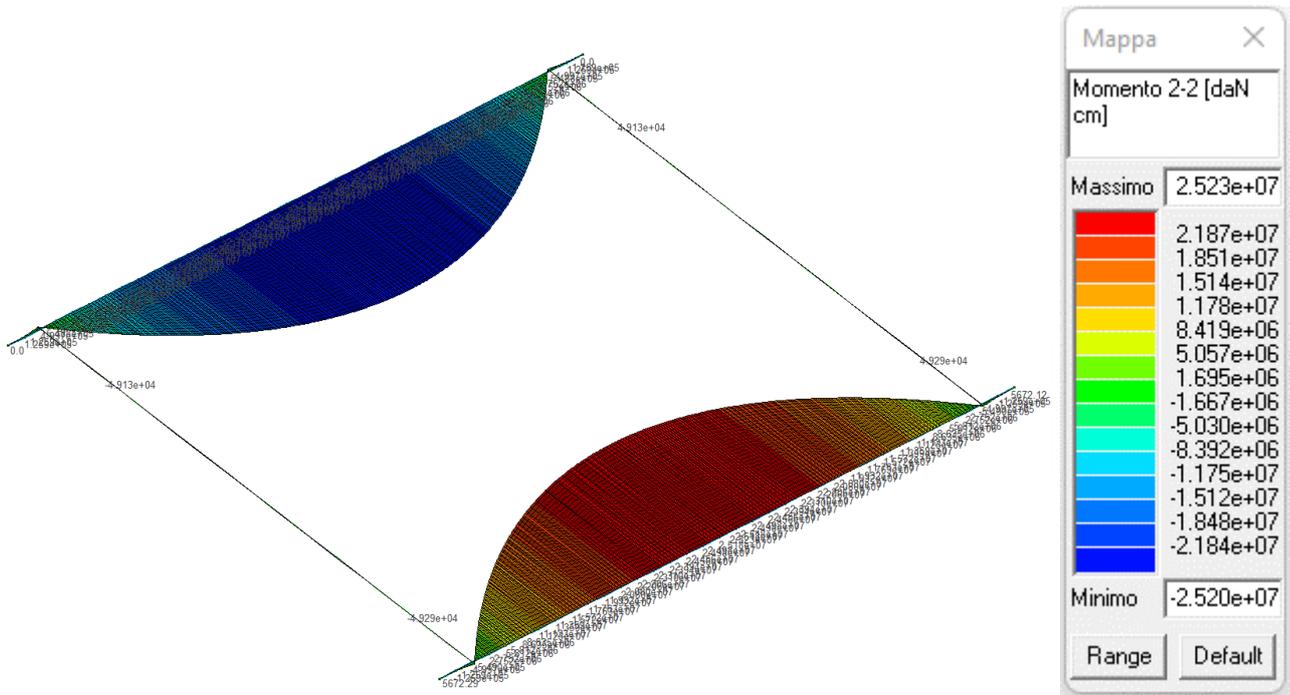


Fig. 77 – Momento flettente Myy S.L.U.sisma 94

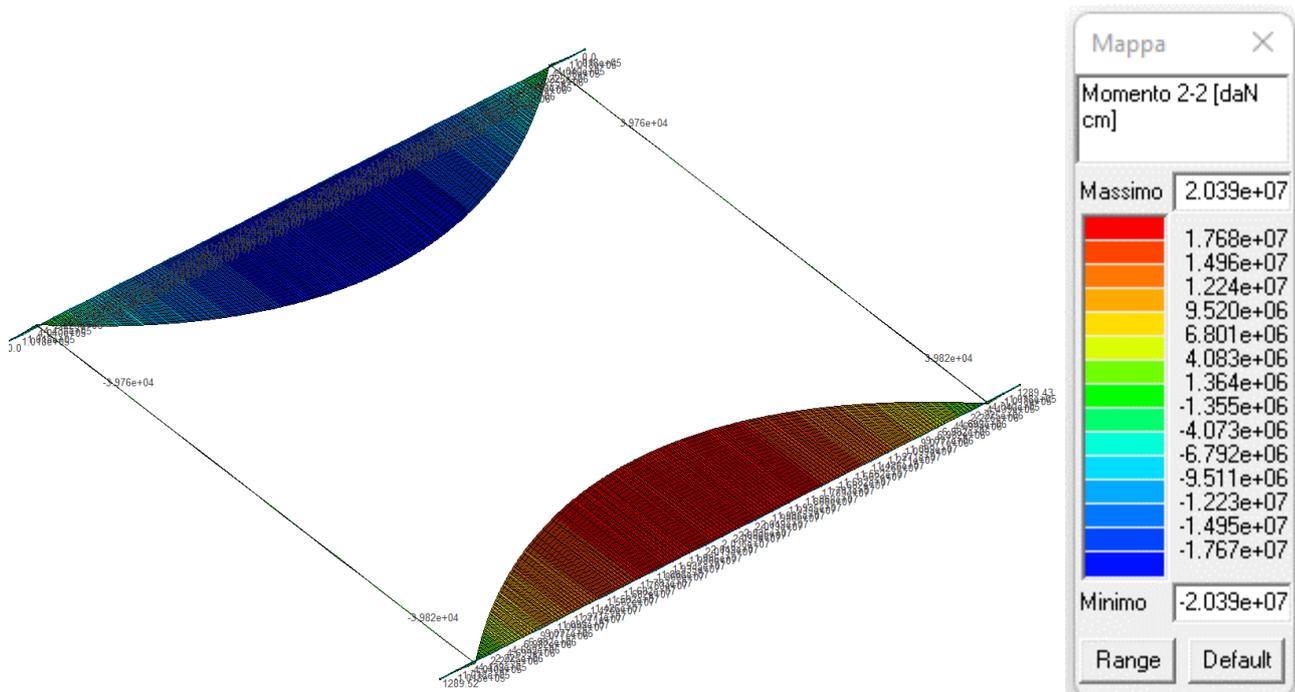
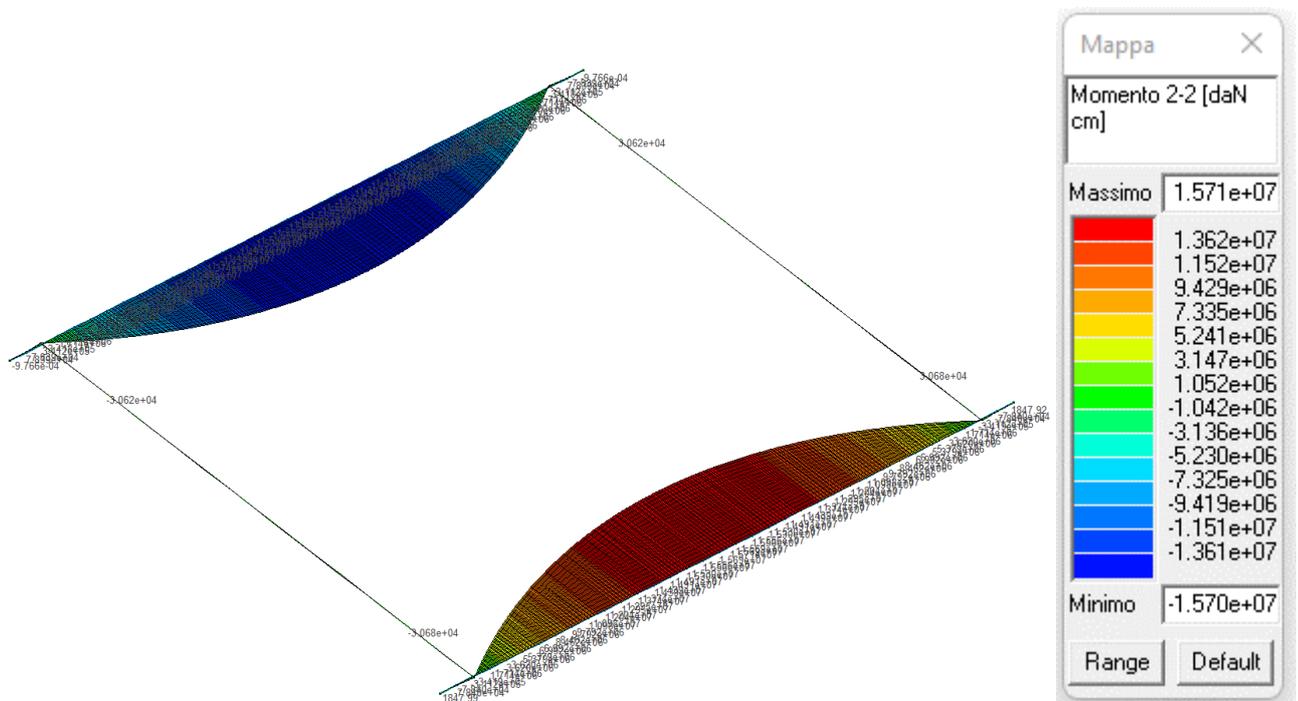
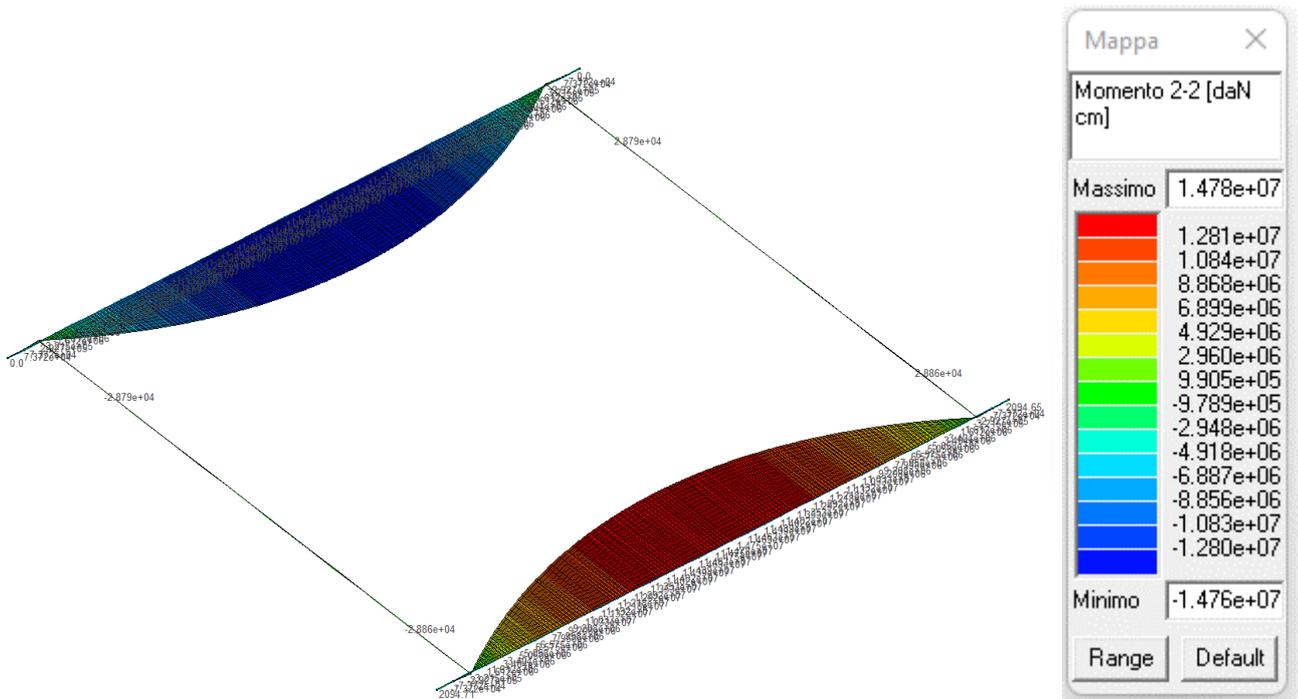


Fig. 78 – Momento flettente Myy S.L.E.(Quasi permanente) 41

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	93 di 252



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	94 di 252

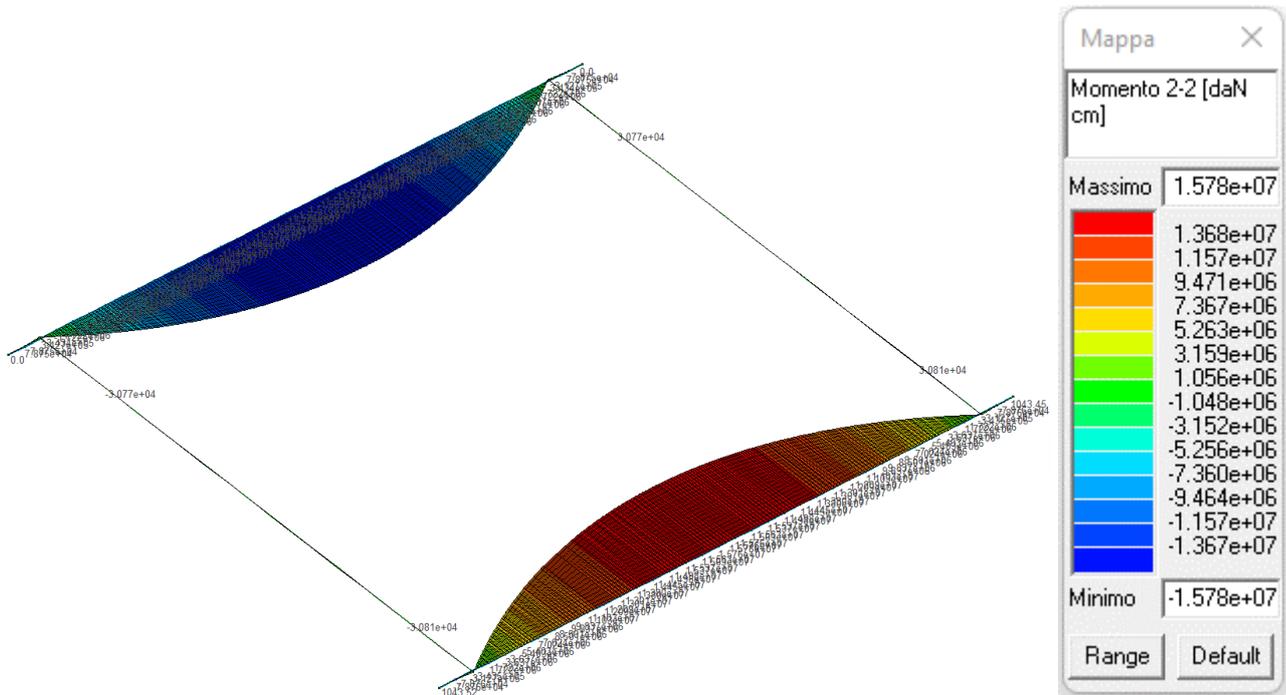


Fig. 81 – Momento flettente Myy S.L.E.(Frequente) 53

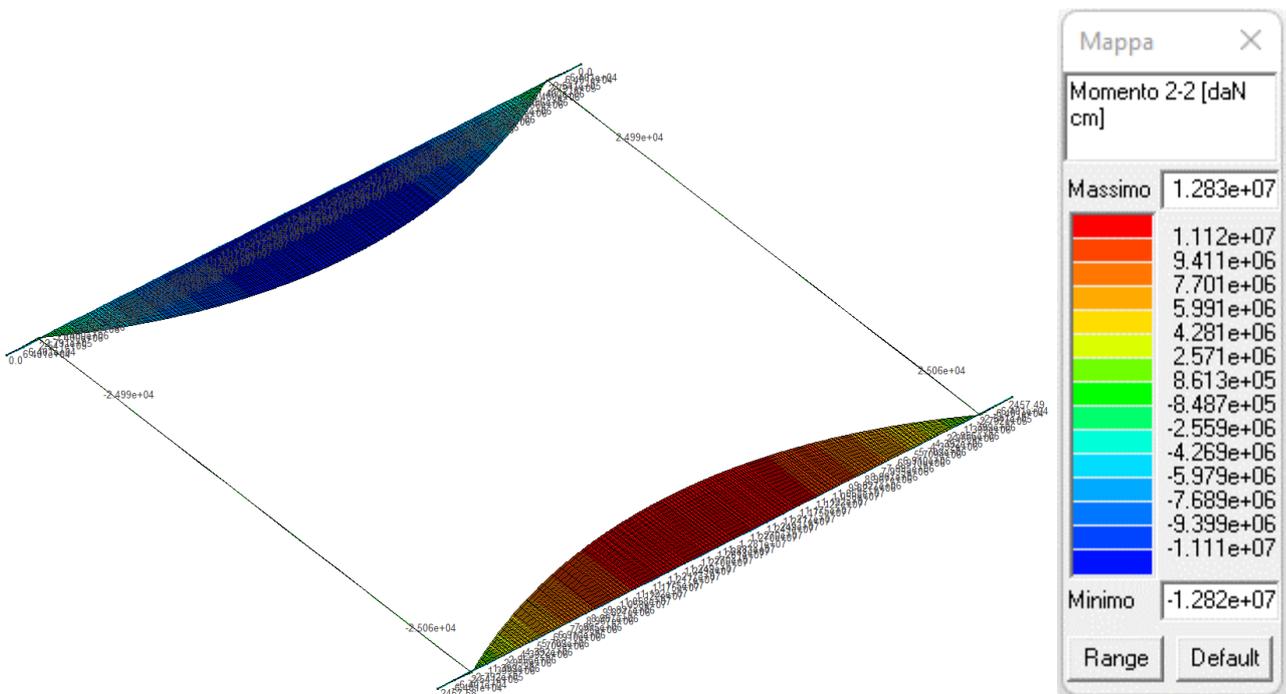
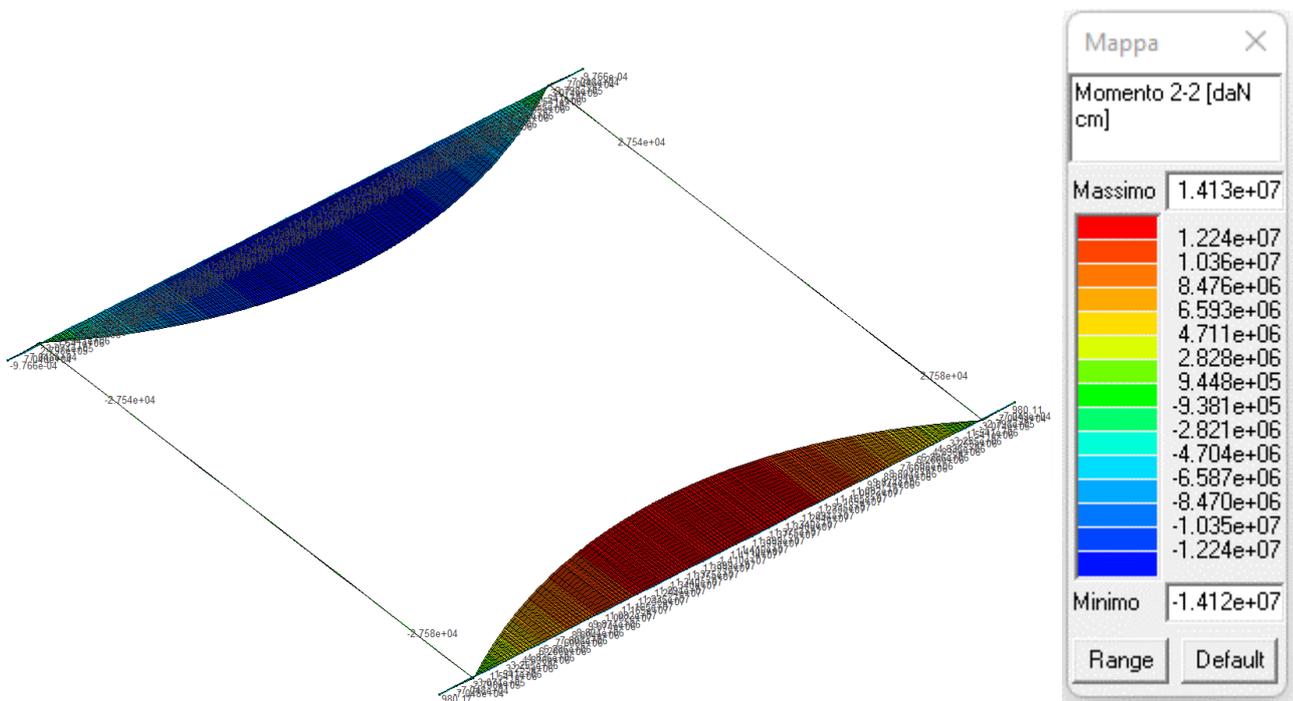
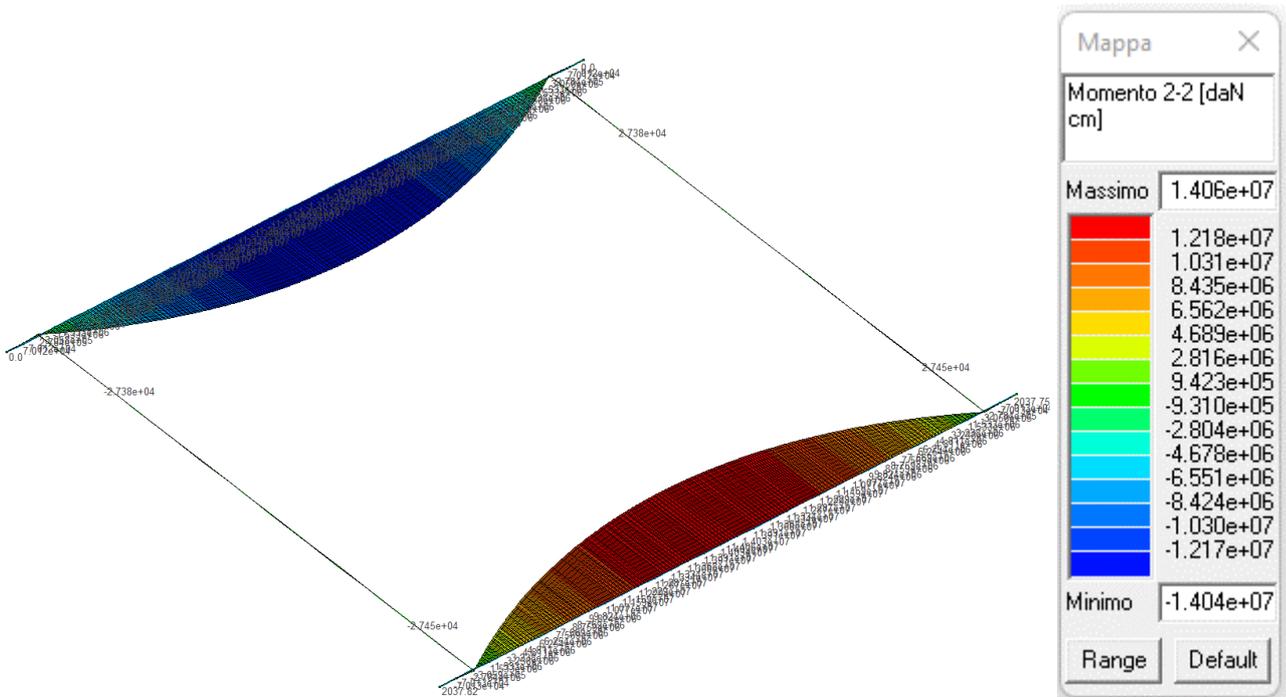


Fig. 82 – Momento flettente Myy S.L.E.(Rara) 61

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	95 di 252



APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	96 di 252
11 – OPERE CIVILI		Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo								
		PROGETTO ESECUTIVO								

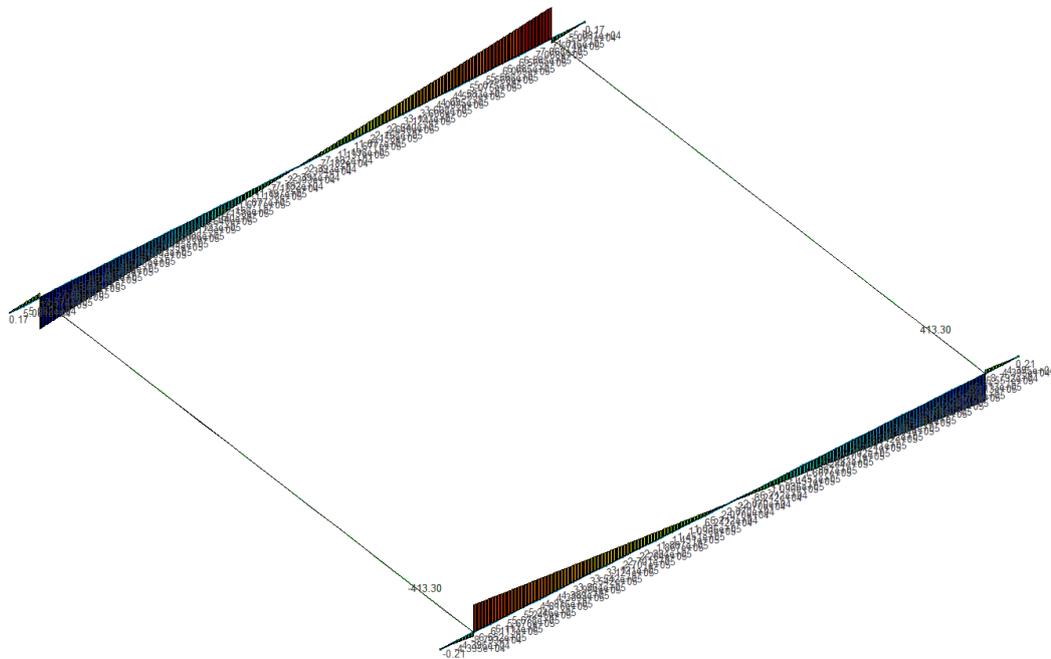


Fig. 85 – Momento torcente Mxy S.L.U. 20

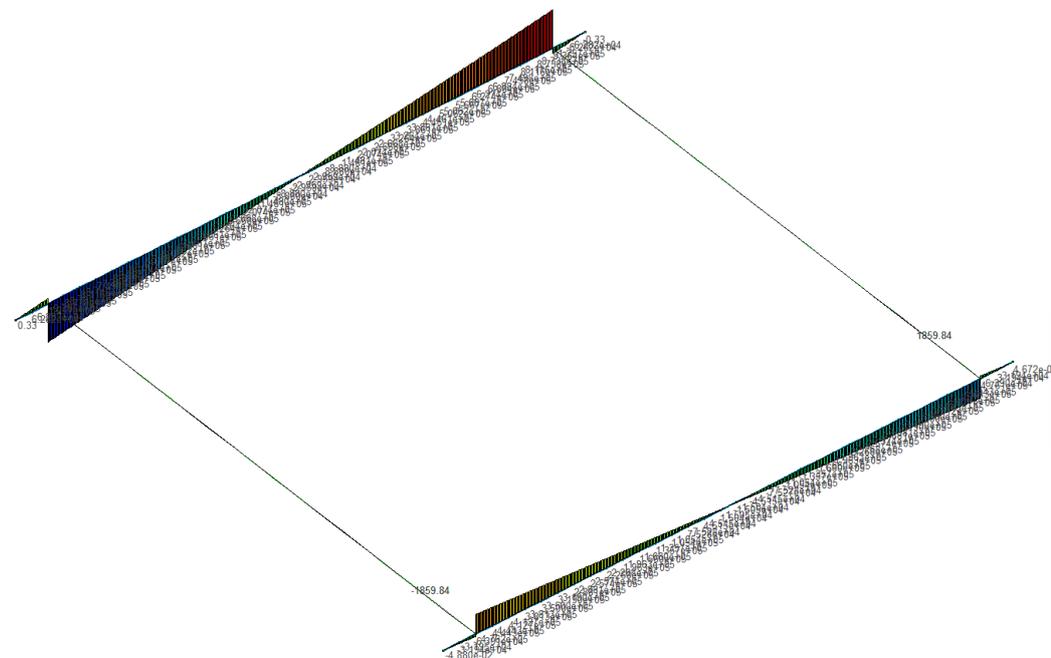


Fig. 86 – Momento torcente Mxy S.L.U. 21

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	97 di 252

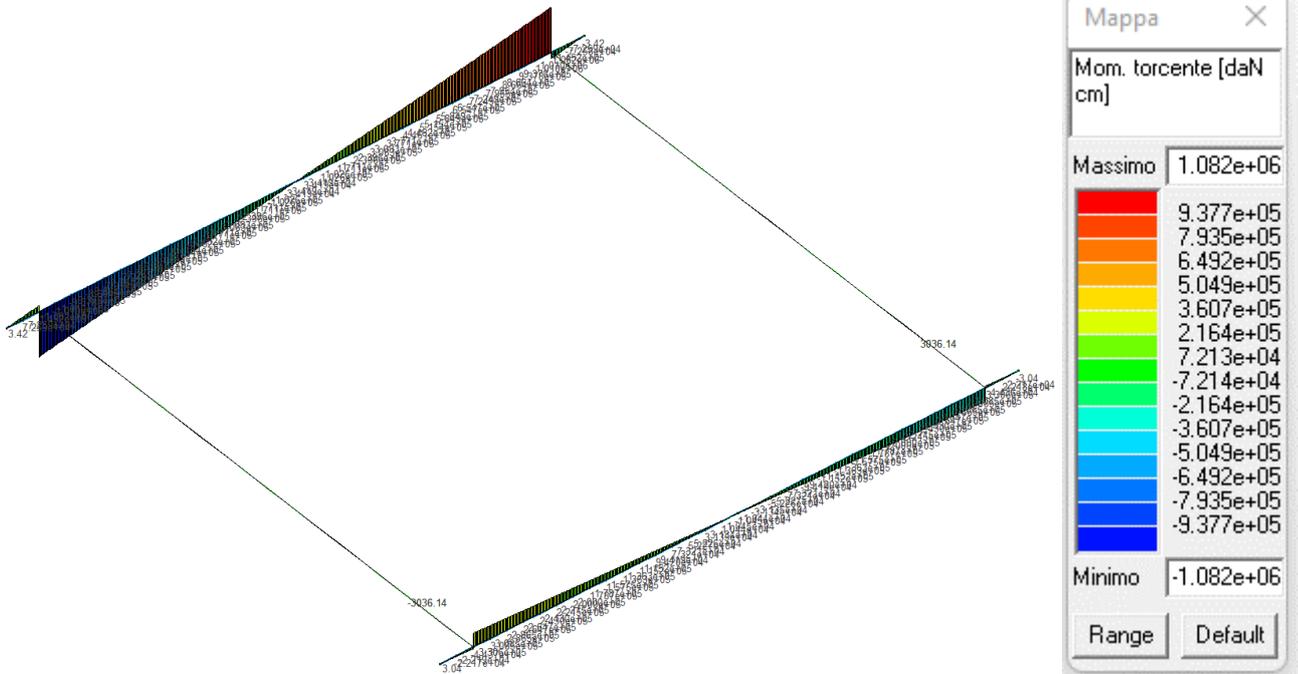


Fig. 87 – Momento torcente Mxy S.L.U. 22

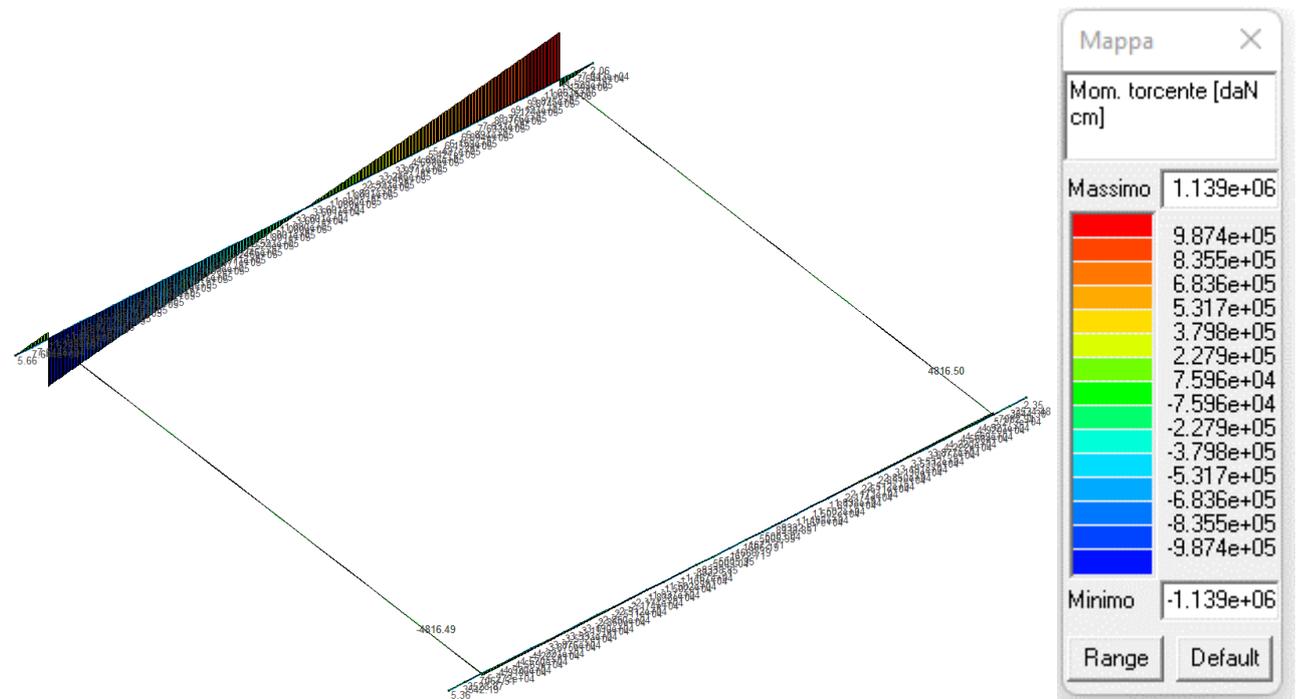


Fig. 88 – Momento torcente Mxy S.L.U. 23

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	98 di 252			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		PROGETTO ESECUTIVO								

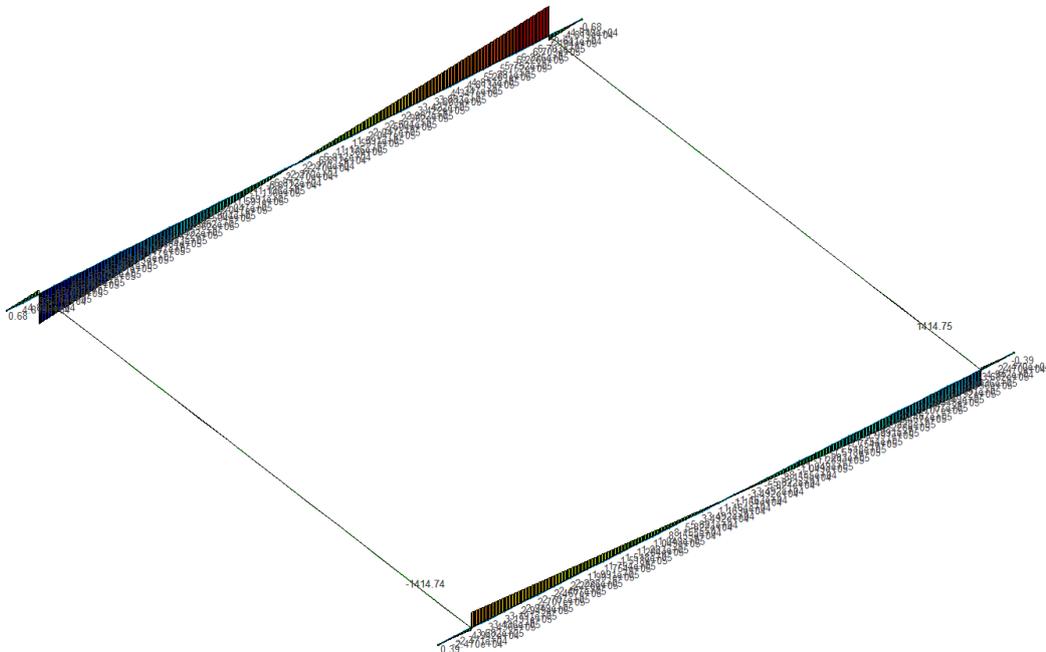


Fig. 89 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 91

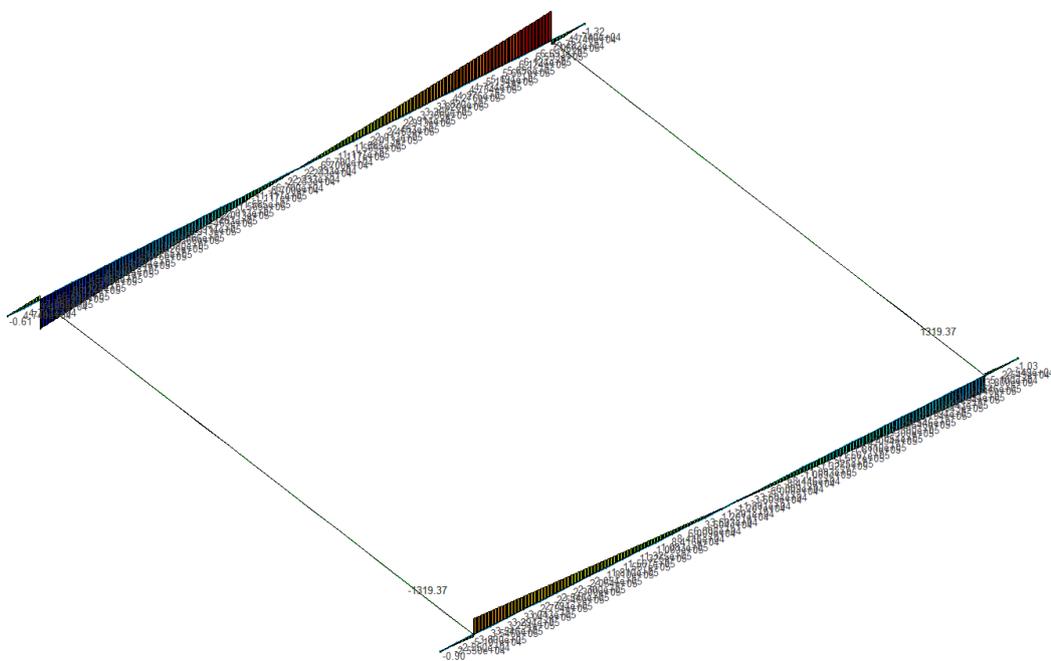


Fig. 90 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 92

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatari:	SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	99 di 252

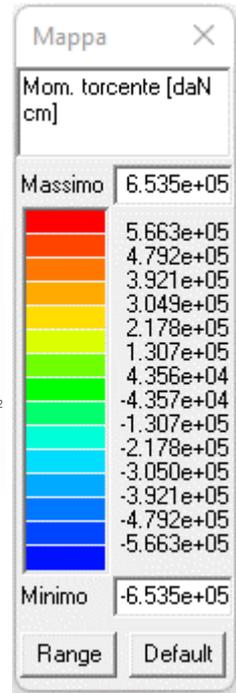
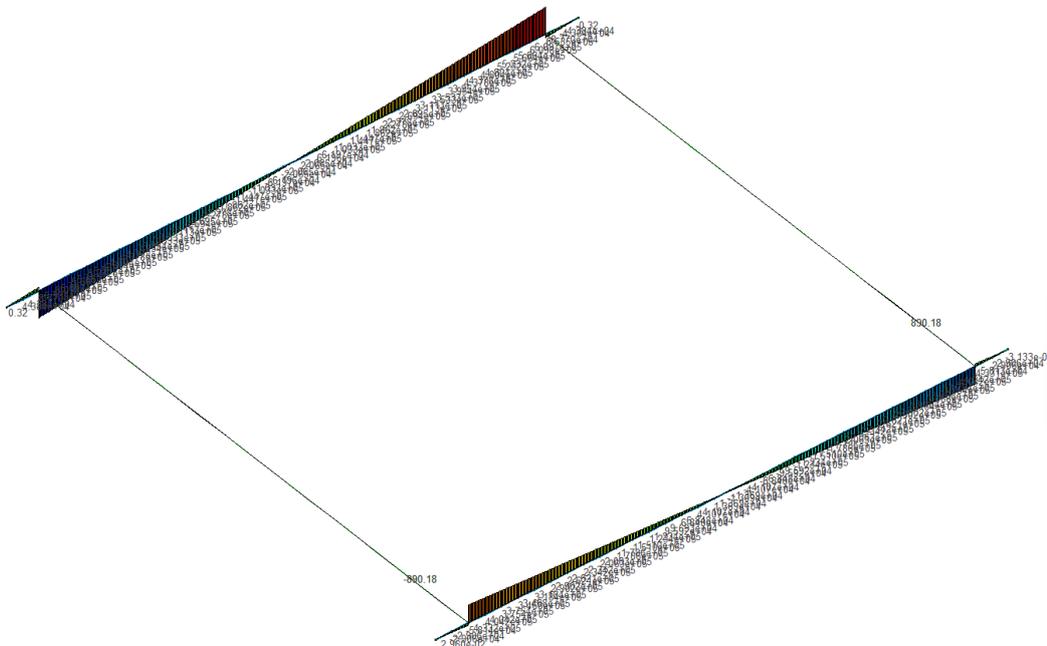


Fig. 91 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 93

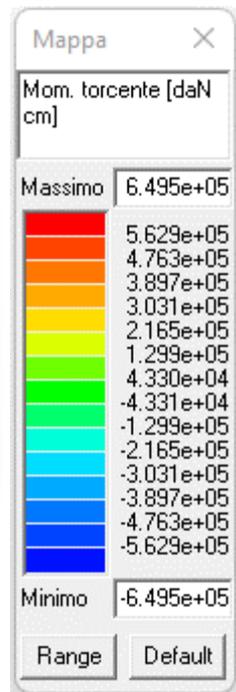
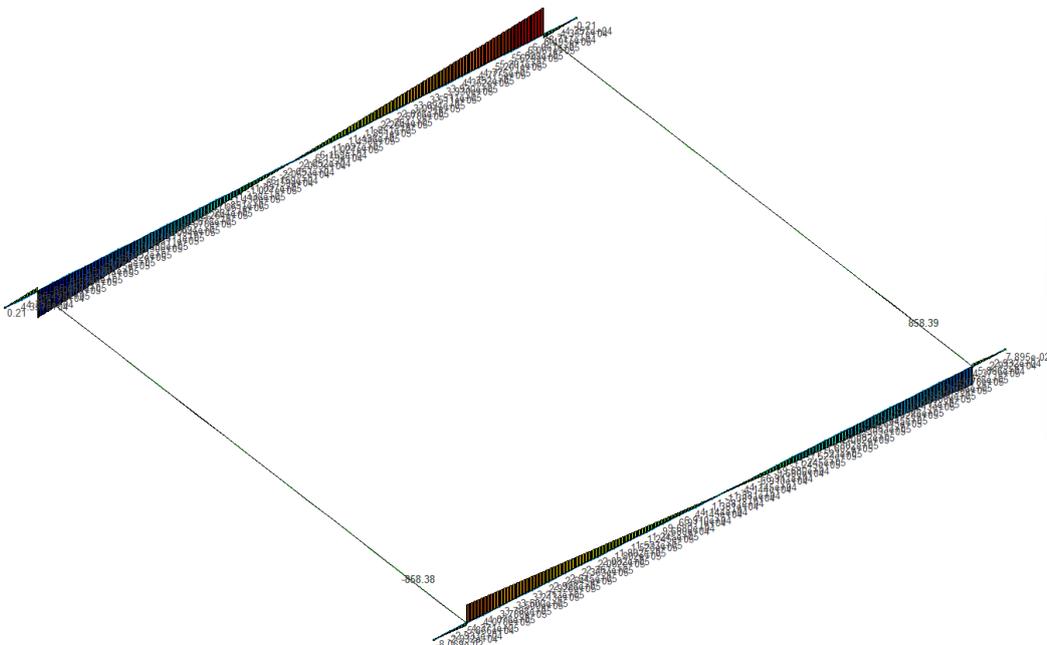


Fig. 92 – Momento torcente Mxy S.L.U.sisma 94

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	100 di 252
11 – OPERE CIVILI		Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo								
		PROGETTO ESECUTIVO								

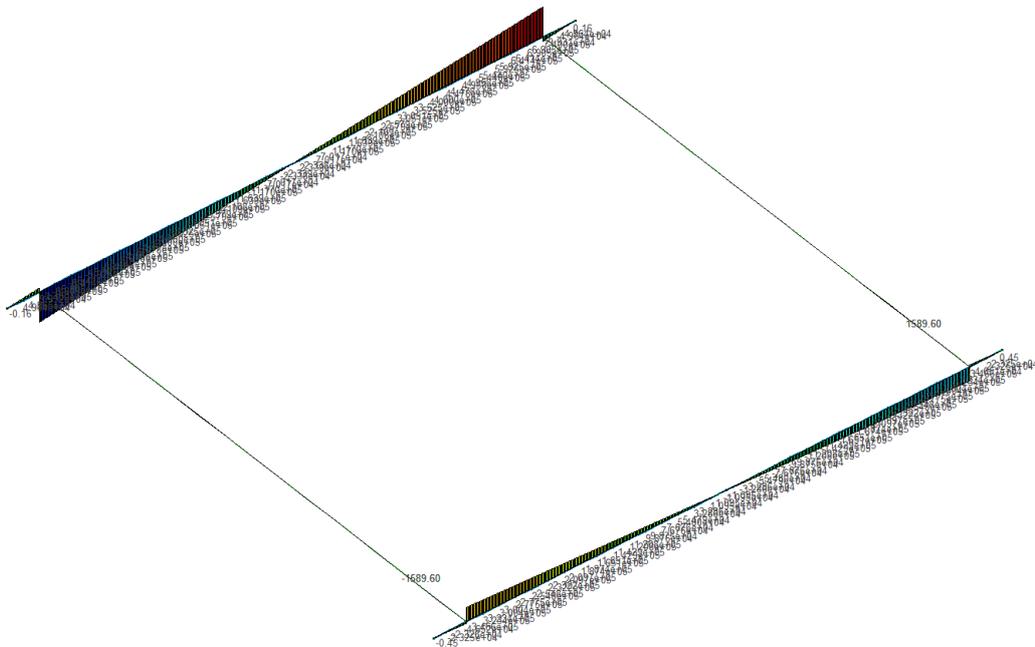


Fig. 93 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Quasi permanente) 41

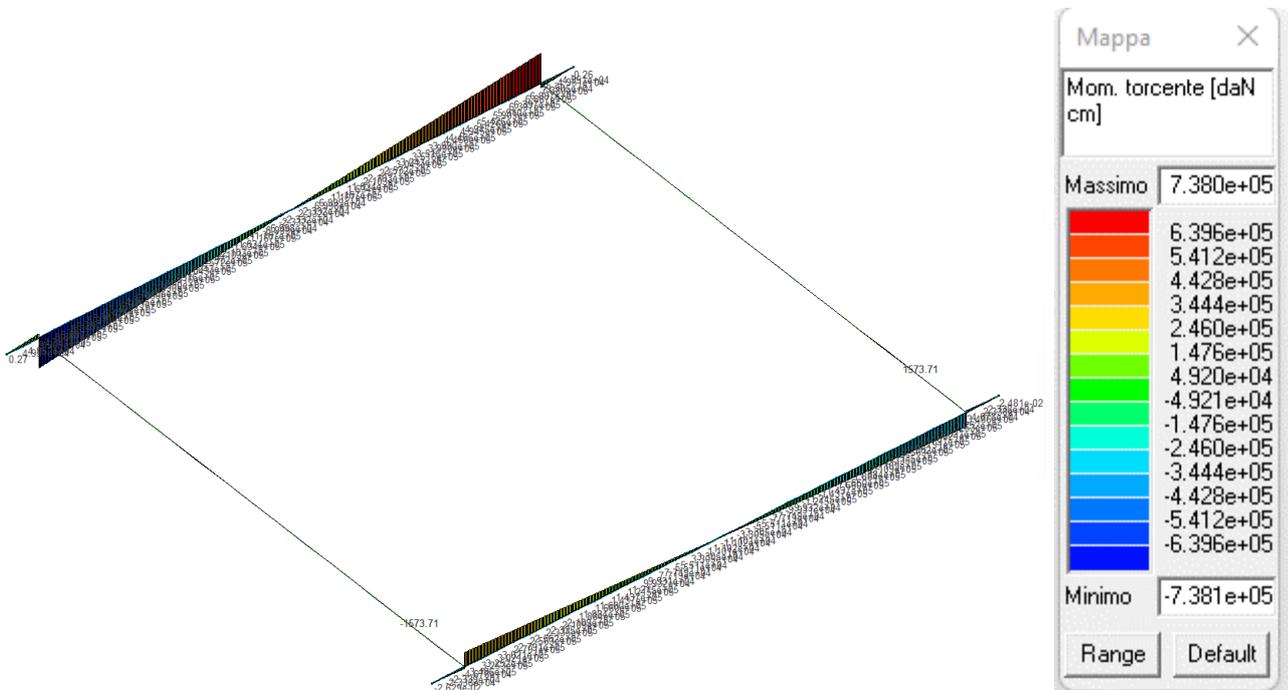


Fig. 94 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 51

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	FOGLIO: C 101 di 252

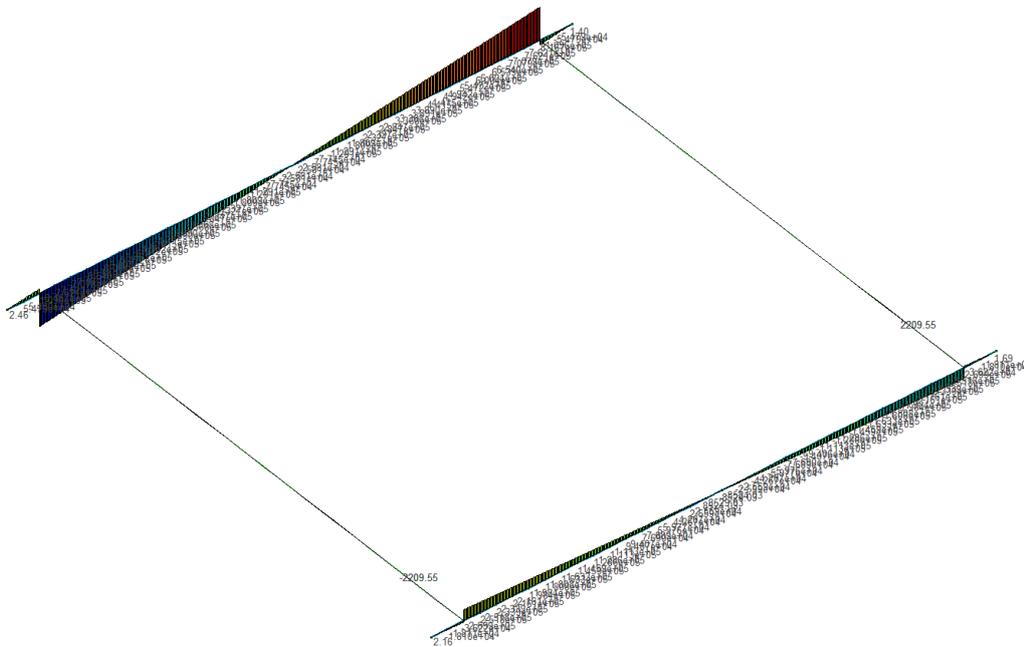


Fig. 95 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 52

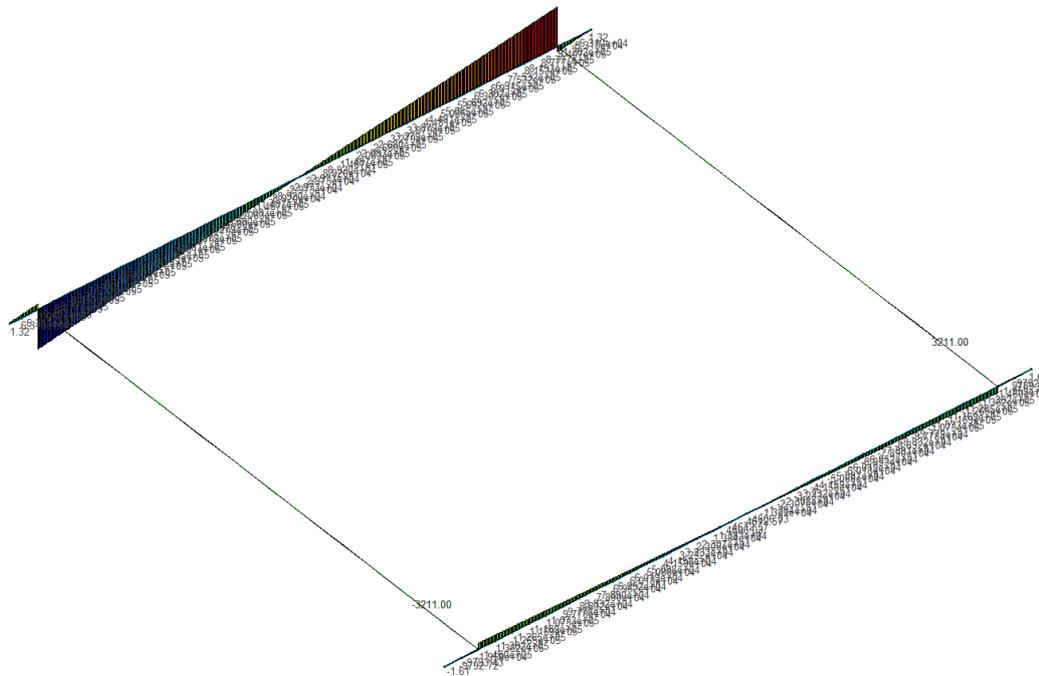


Fig. 96 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Frequente) 53

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	102 di 252

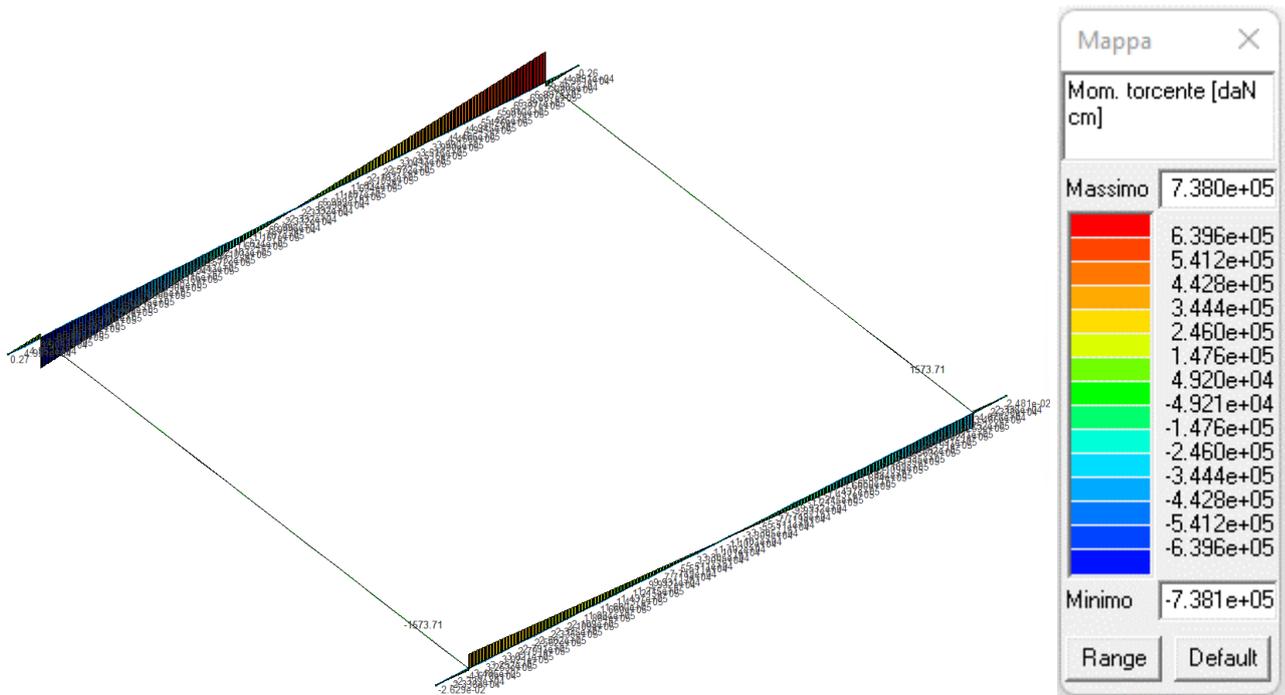


Fig. 97 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 61

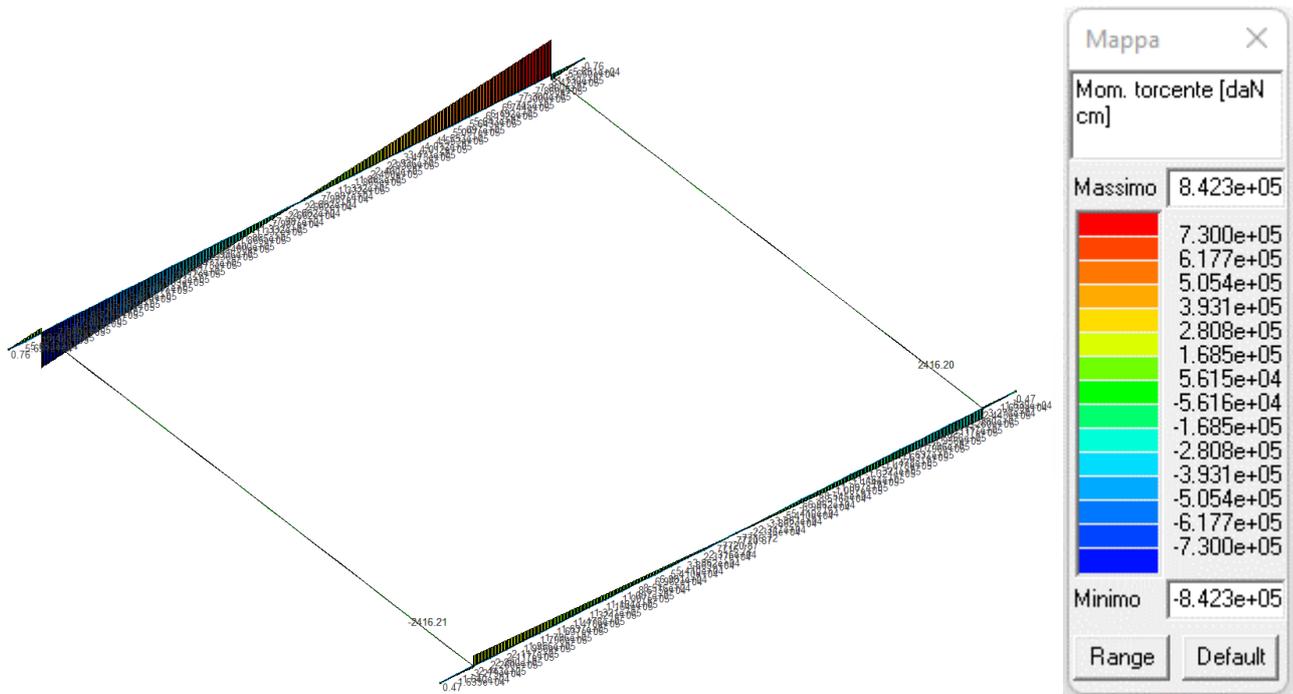


Fig. 98 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 62

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 103 di 252

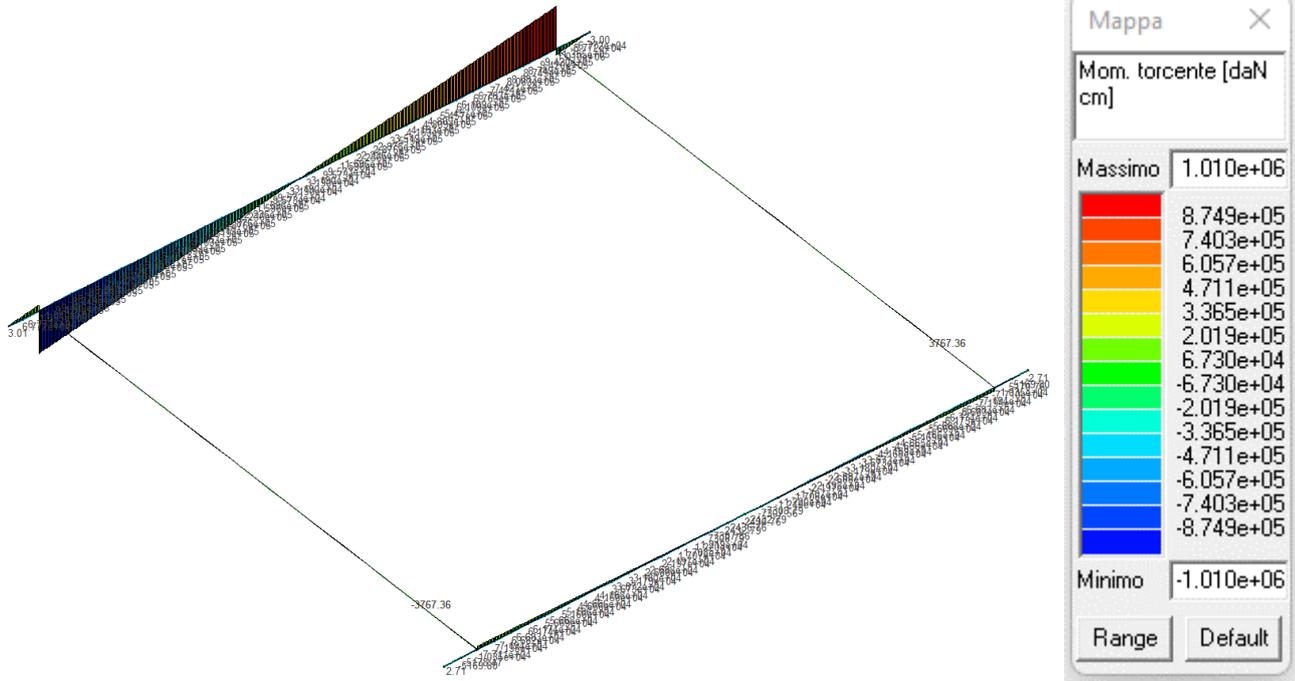


Fig. 99 – Momento torcente Mxy S.L.E.(Rara) 63

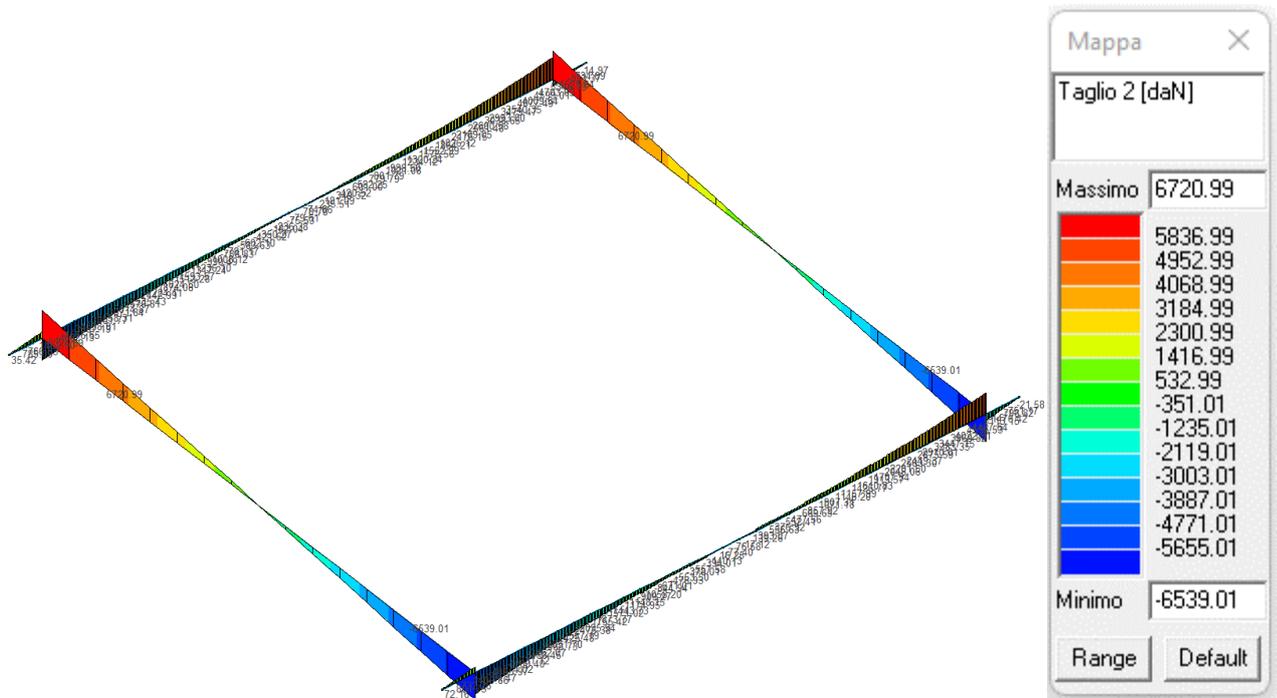


Fig. 100 – Taglio Vxx S.L.U. 20

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	104 di 252

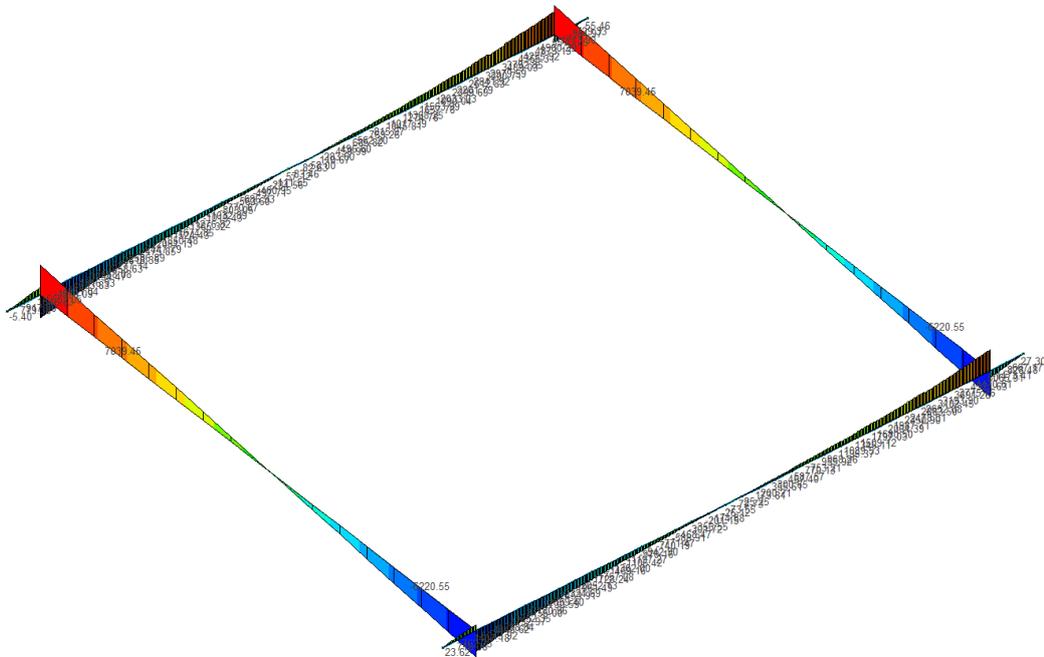


Fig. 101 – Taglio Vxx S.L.U. 21

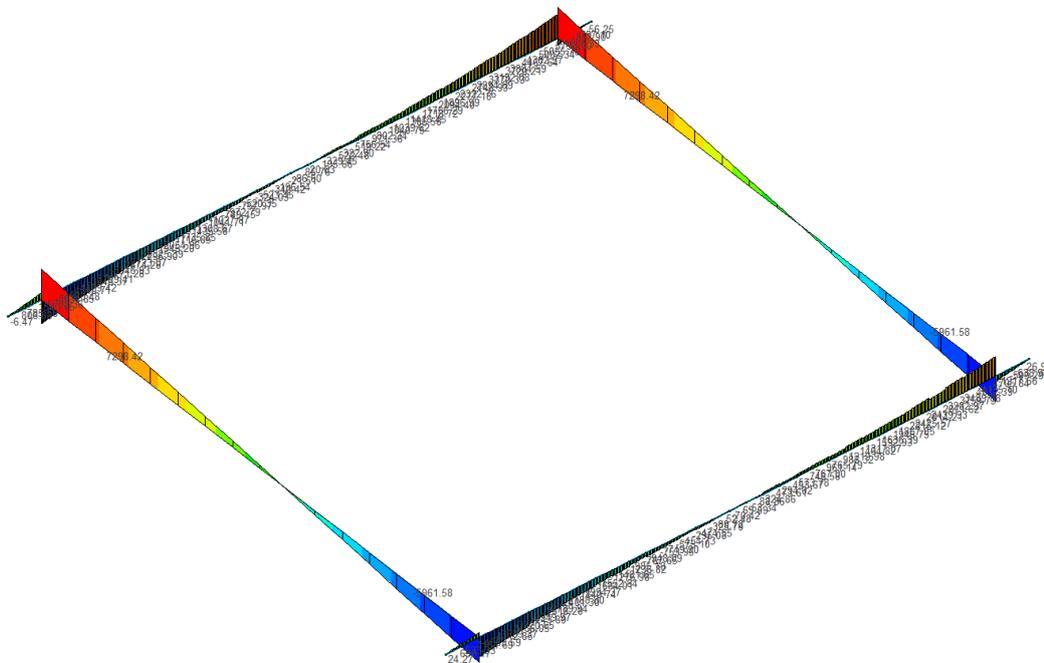


Fig. 102 – Taglio Vxx S.L.U. 22

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 105 di 252

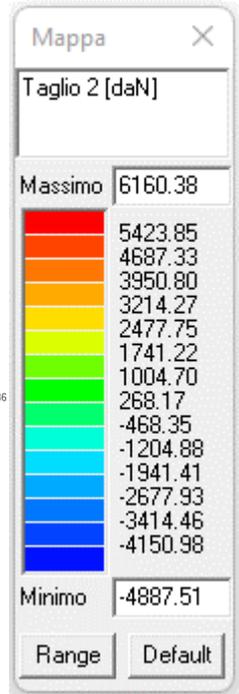
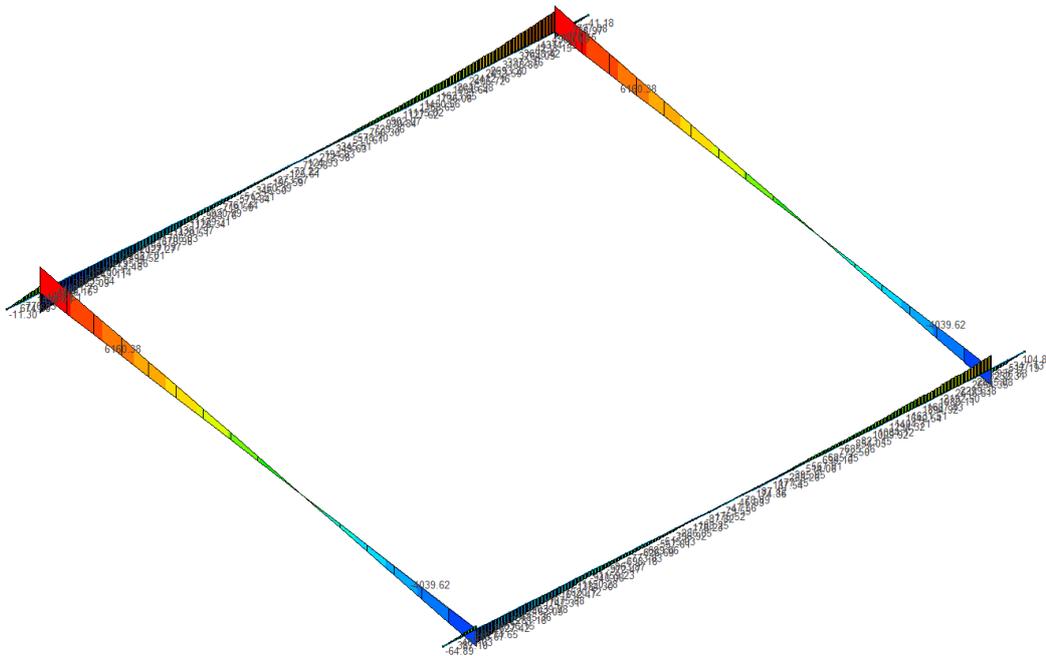


Fig. 103 – Taglio Vxx S.L.U. 23

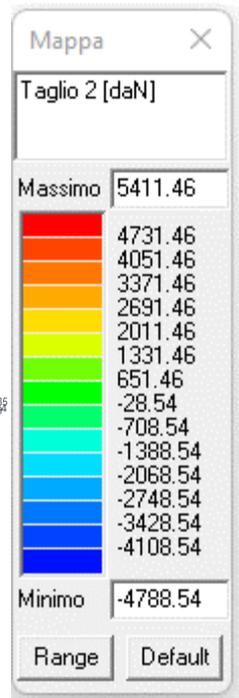
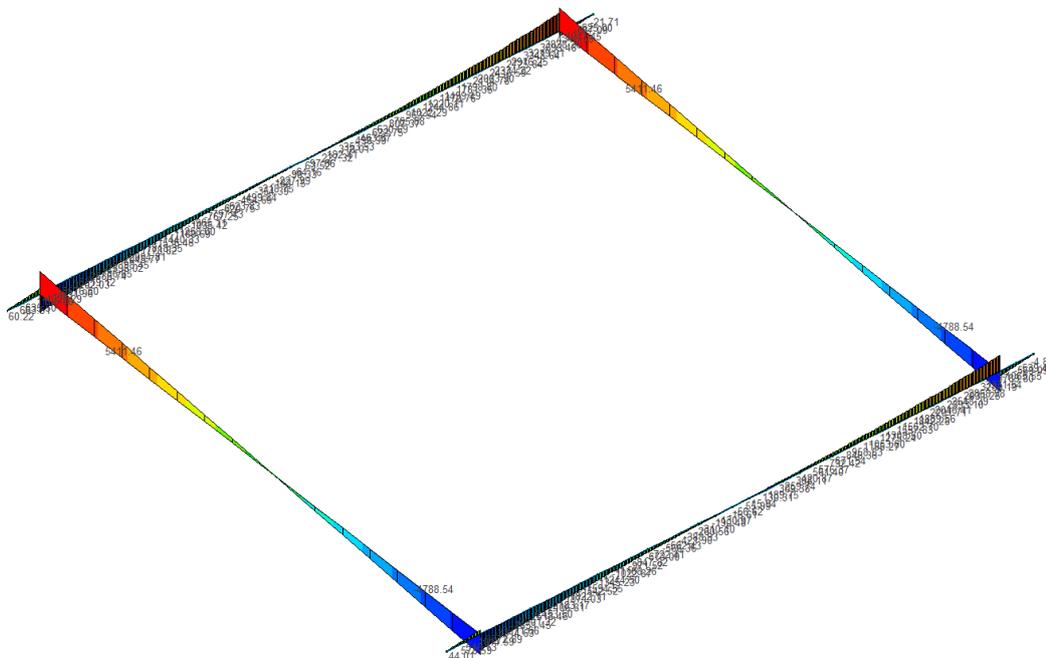


Fig. 104 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 91

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	106 di 252

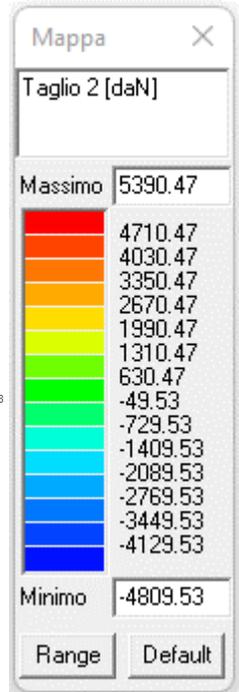
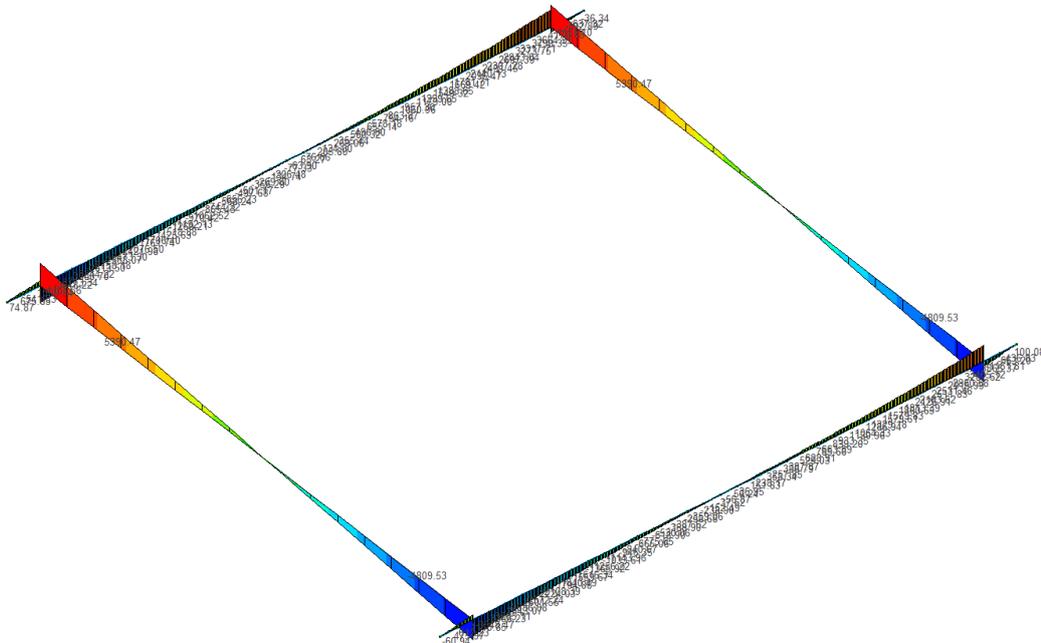


Fig. 105 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 92

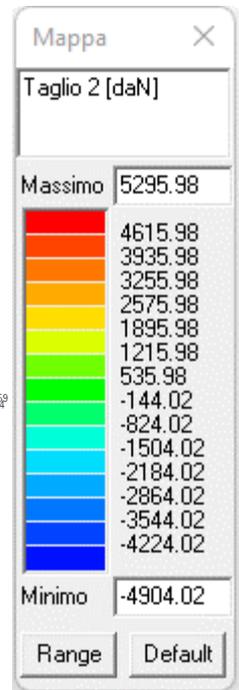
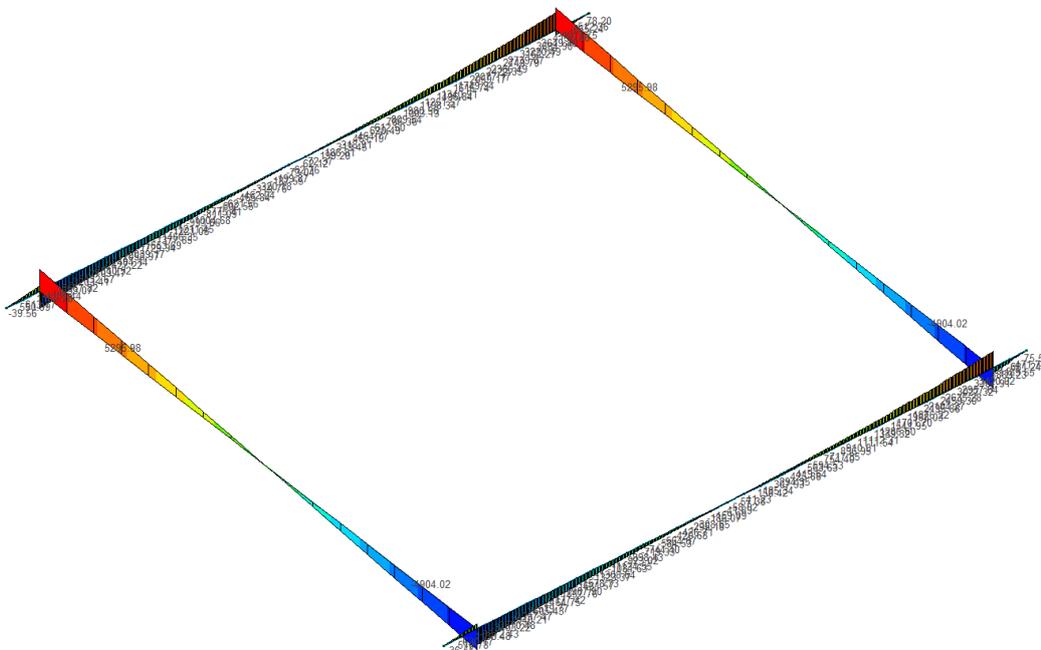


Fig. 106 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 93

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 107 di 252

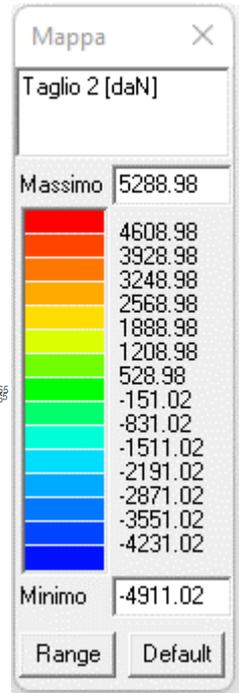
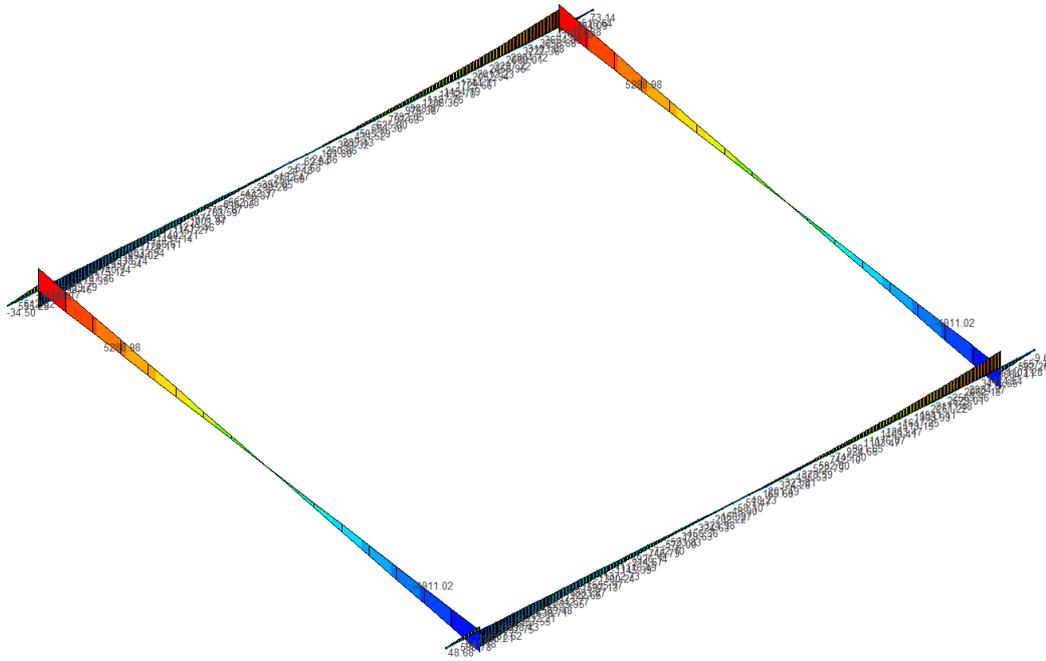


Fig. 107 – Taglio Vxx S.L.U.sisma 94

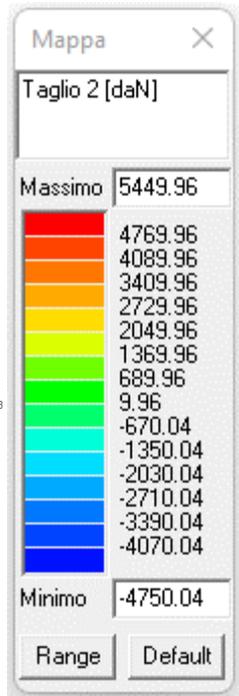
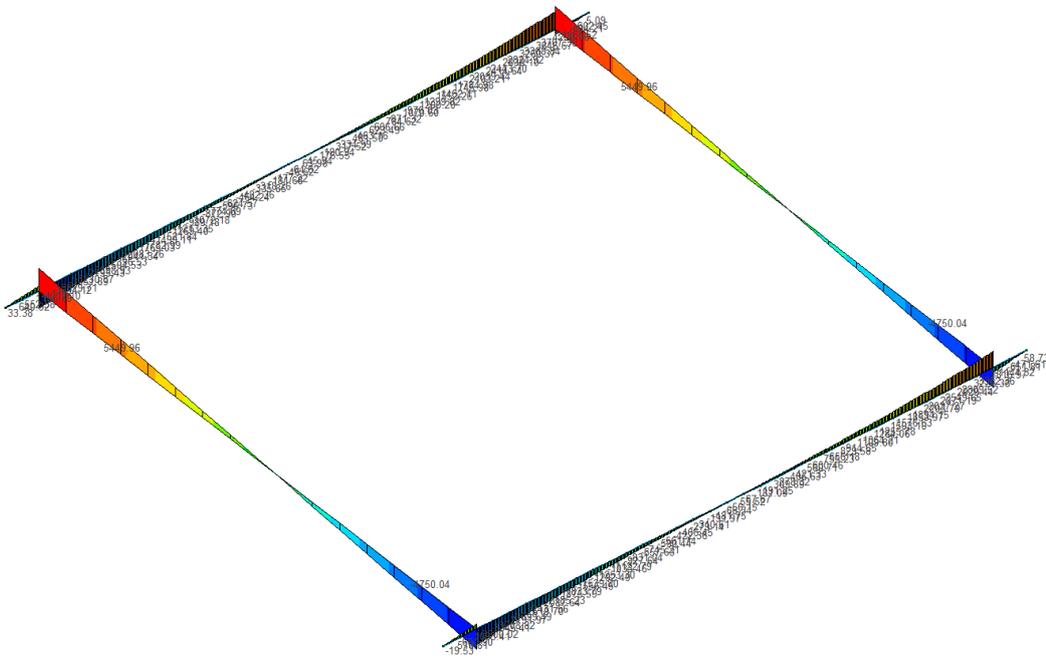


Fig. 108 – Taglio Vxx S.L.E.(Quasi permanente) 41

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	108 di 252

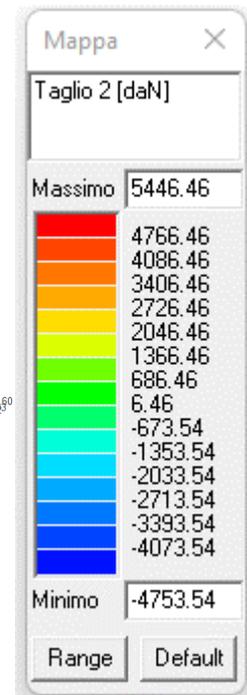
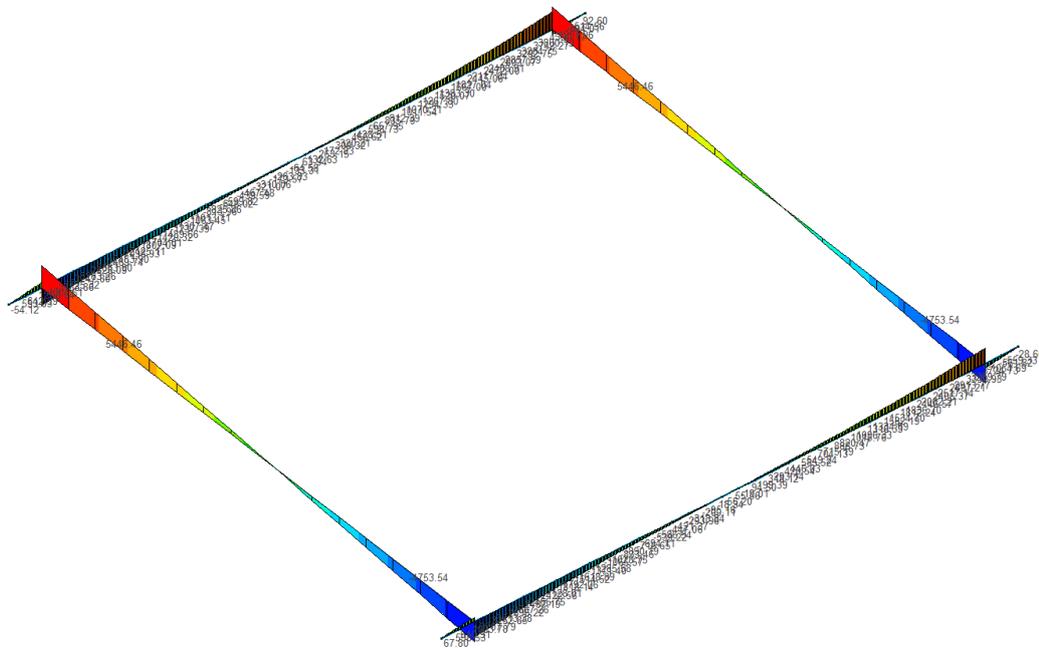


Fig. 109 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 51

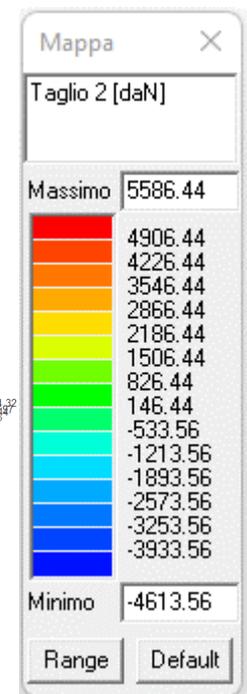
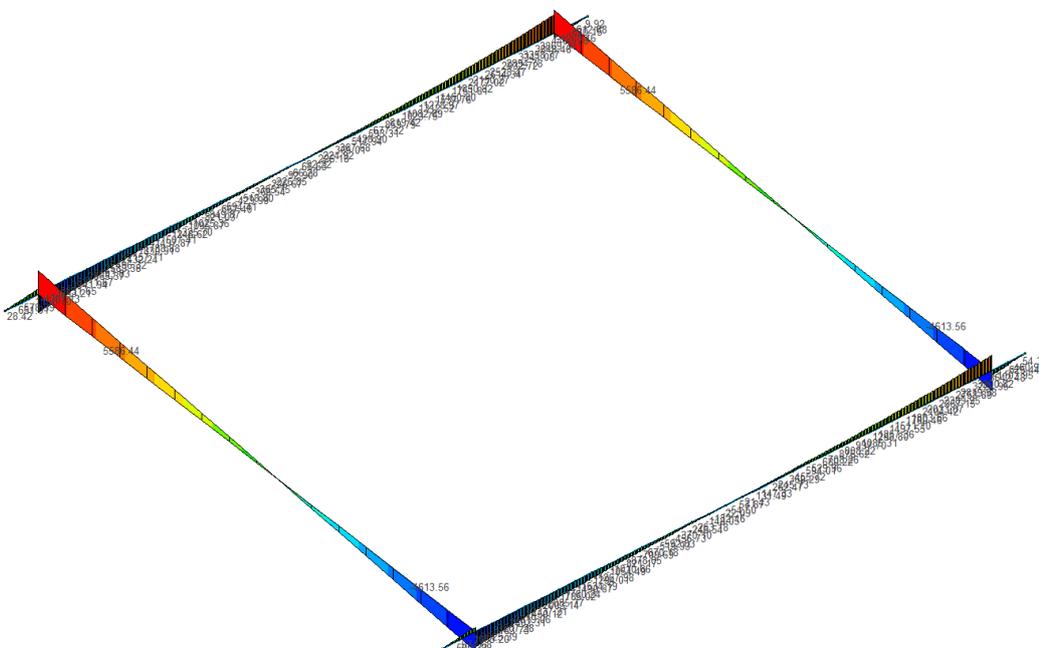


Fig. 110 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 52

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	109 di 252

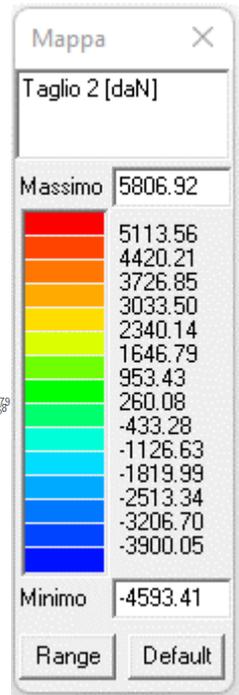
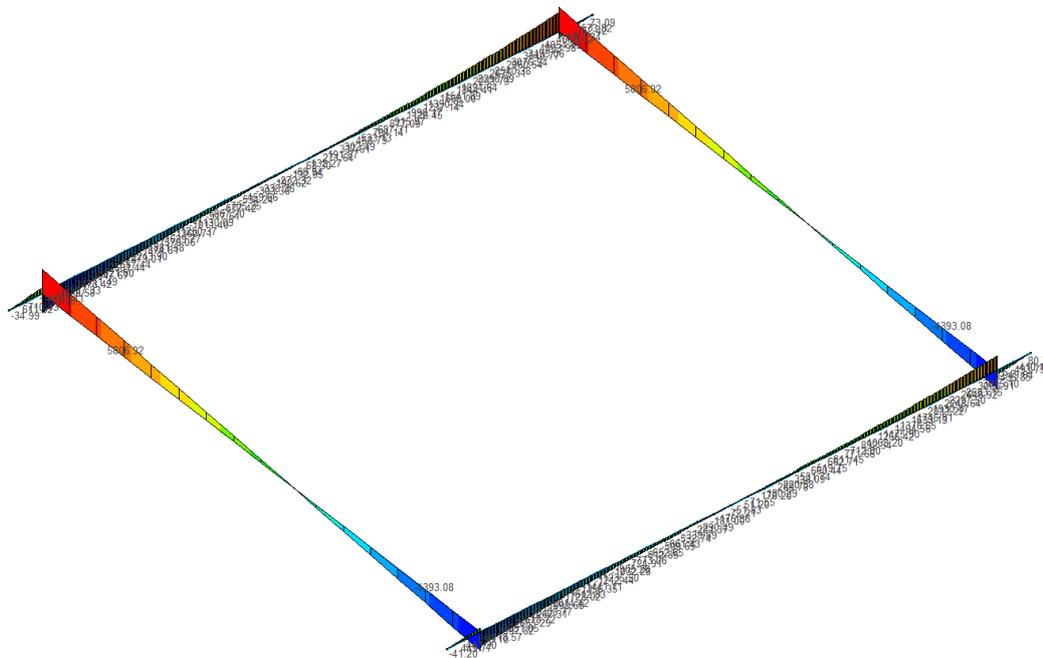


Fig. 111 – Taglio Vxx S.L.E.(Frequente) 53

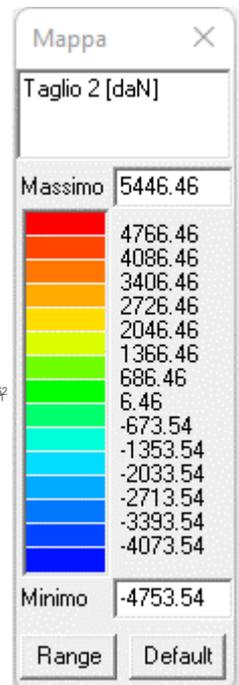
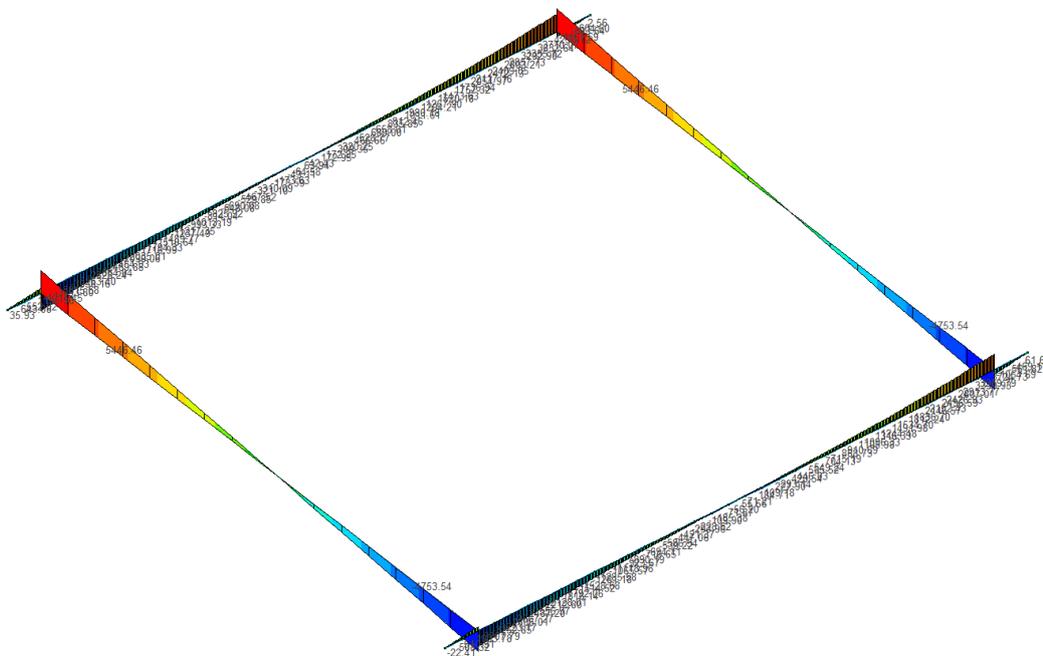
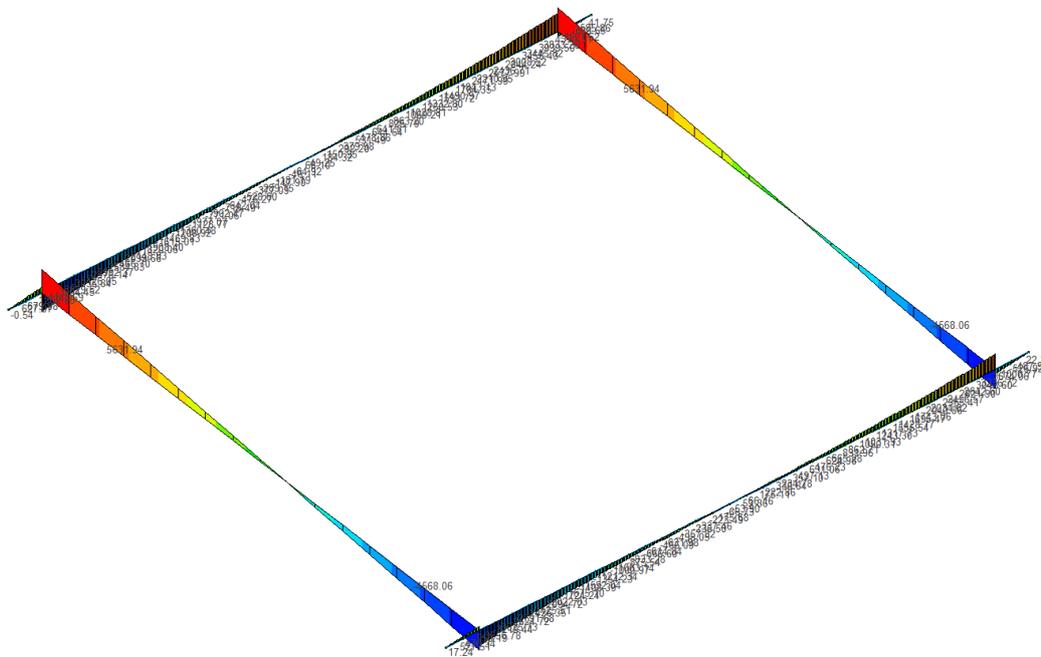


Fig. 112 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 61

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	110 di 252
11 – OPERE CIVILI		Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo								
		PROGETTO ESECUTIVO								



Mappa X

Taglio 2 [daN]

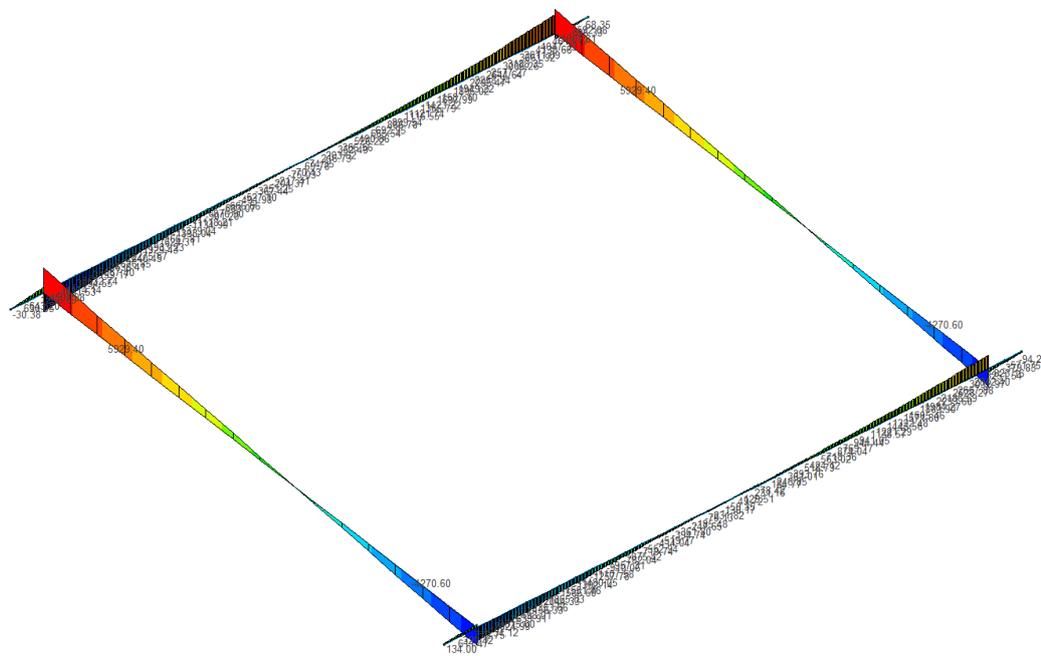
Massimo 5631.94

4951.94
4271.94
3591.94
2911.94
2231.94
1551.94
871.94
191.94
-488.06
-1168.06
-1848.06
-2528.06
-3208.06
-3888.06

Minimo -4568.06

Range Default

Fig. 113 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 62



Mappa X

Taglio 2 [daN]

Massimo 5929.40

5227.58
4525.75
3823.93
3122.10
2420.28
1718.45
1016.62
314.80
-387.03
-1088.85
-1790.68
-2492.50
-3194.33
-3896.16

Minimo -4597.98

Range Default

Fig. 114 – Taglio Vxx S.L.E.(Rara) 63

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	111 di 252

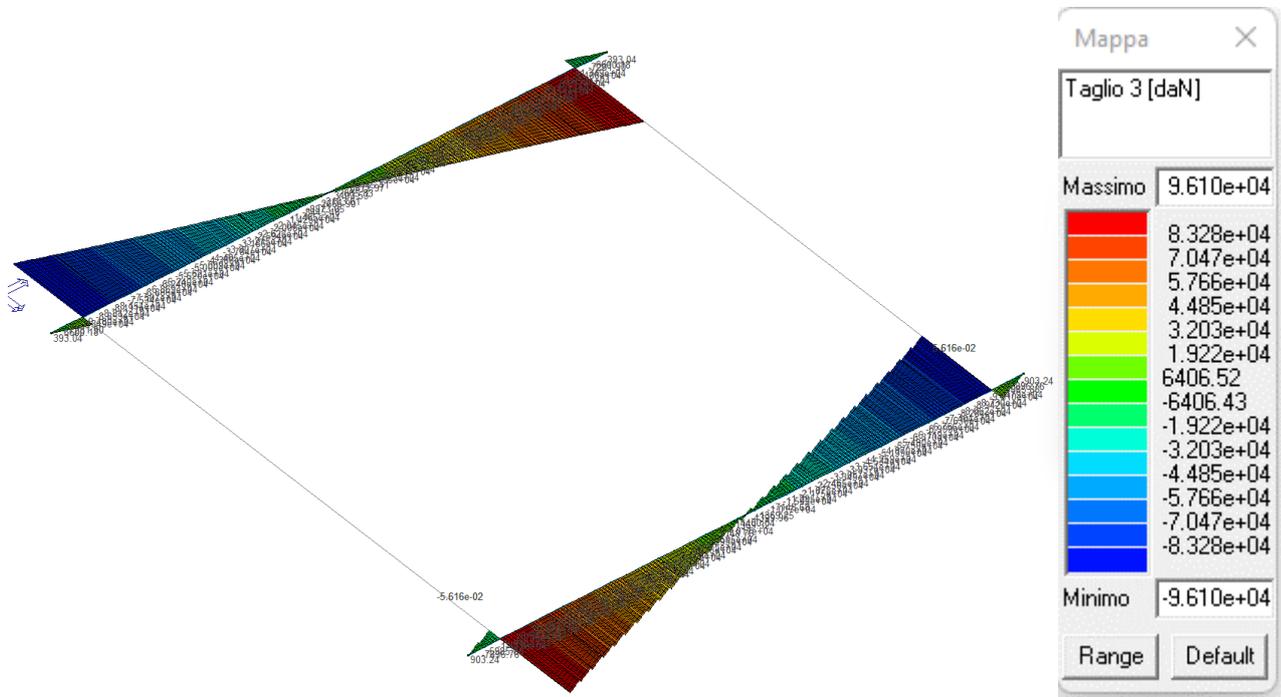


Fig. 115 – Taglio Vyy S.L.U. 20

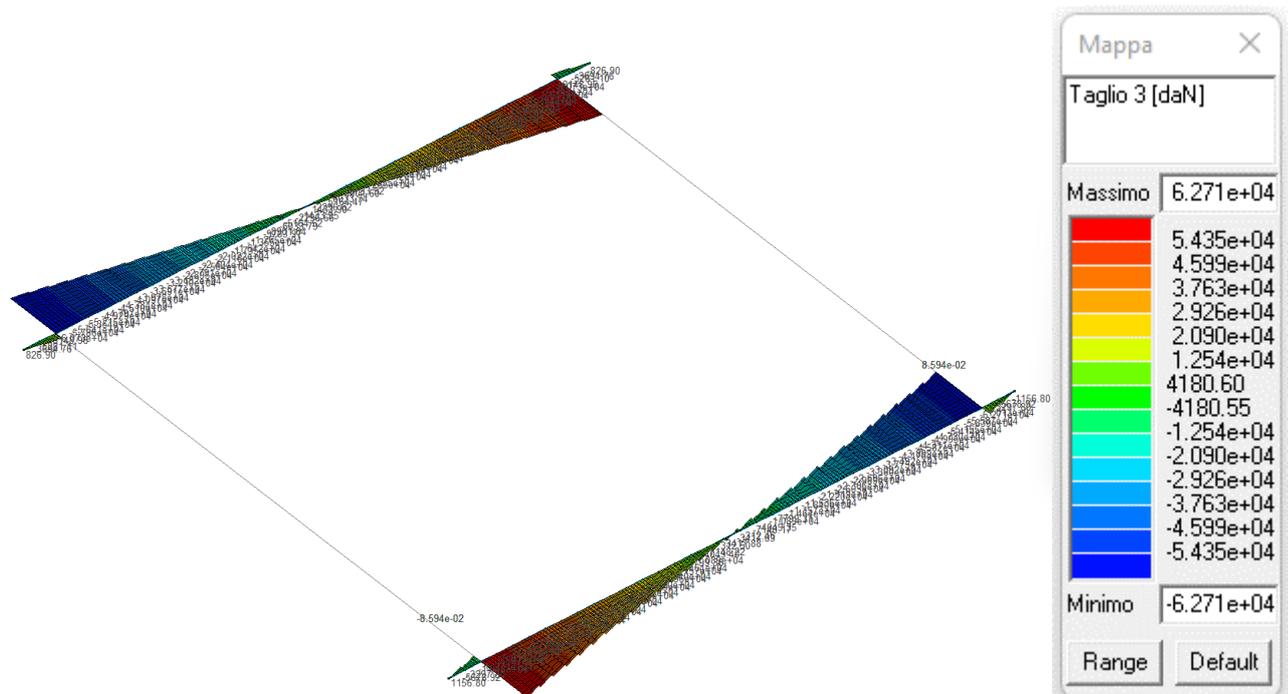


Fig. 116 Taglio Vyy S.L.U. 21

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 112 di 252

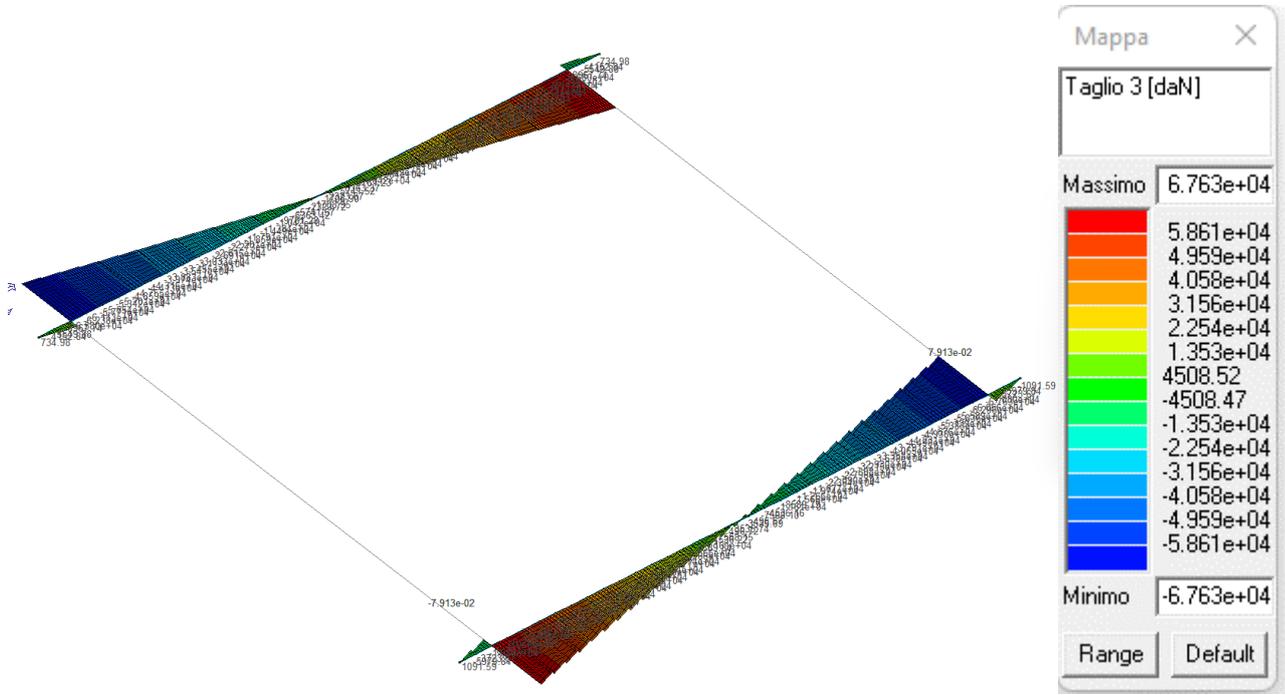


Fig. 117 – Taglio Vyy S.L.U. 22

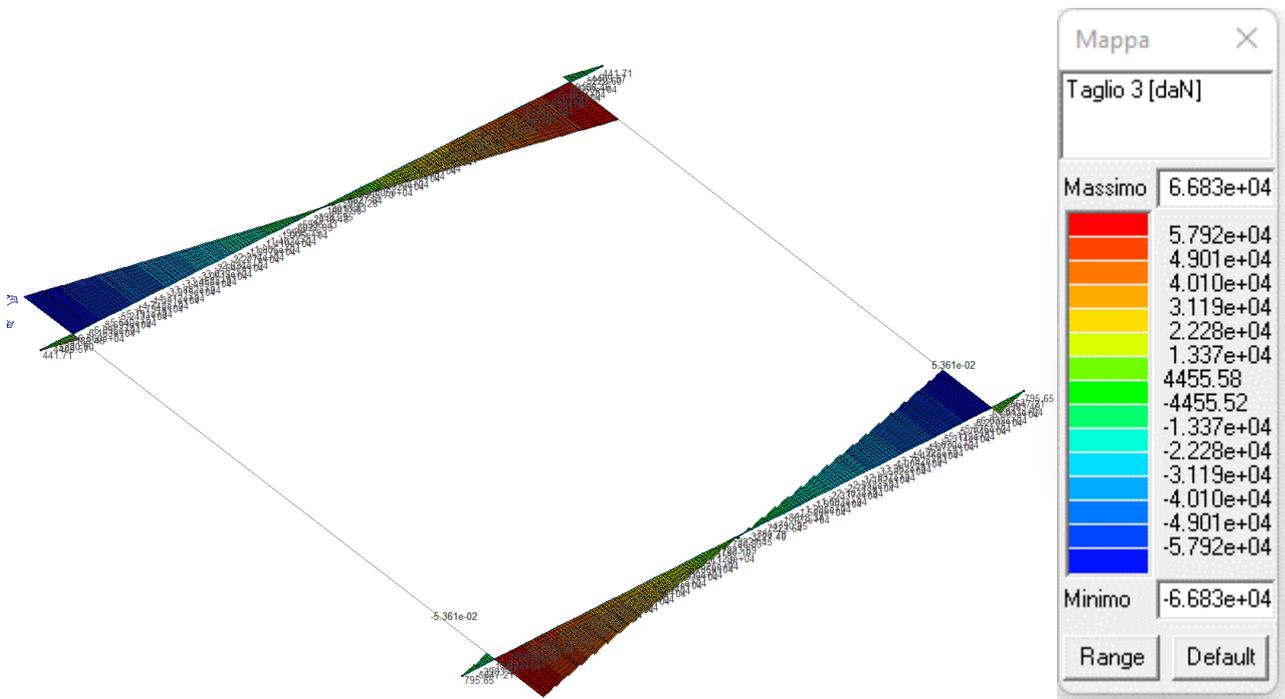


Fig. 118 – Taglio Vyy S.L.U. 23

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	113 di 252			
11 – OPERE CIVILI		Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo								
		PROGETTO ESECUTIVO								

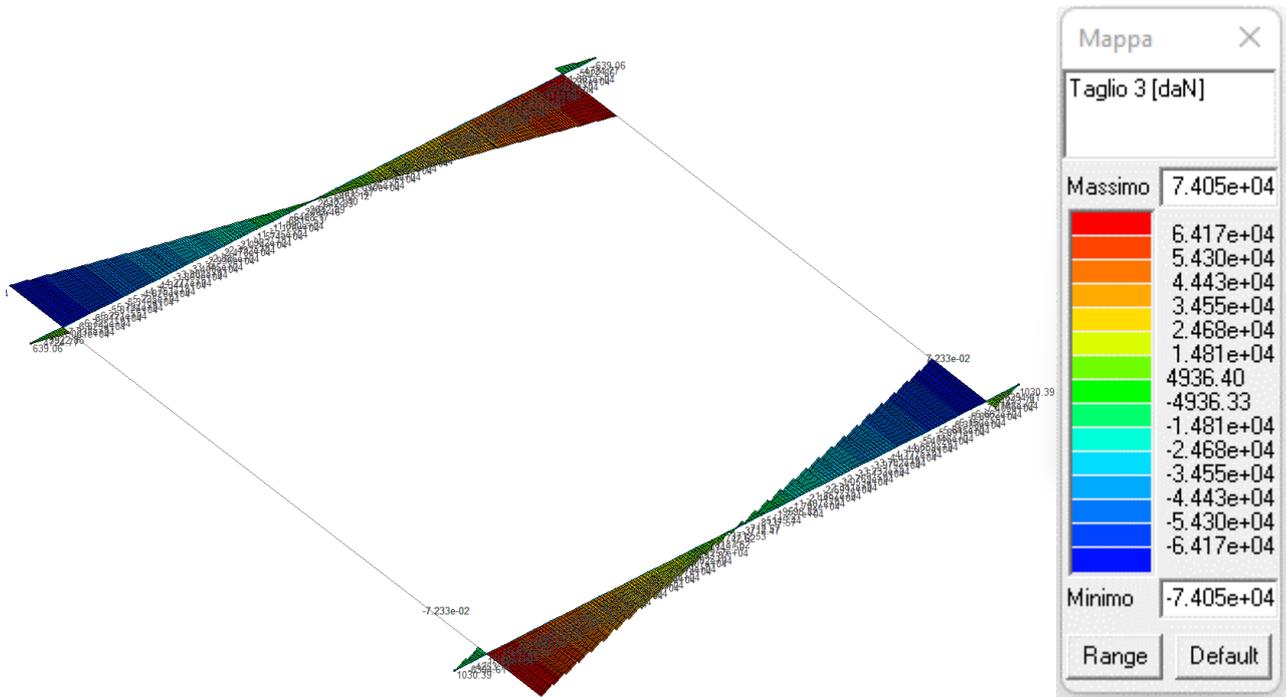


Fig. 119 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 91

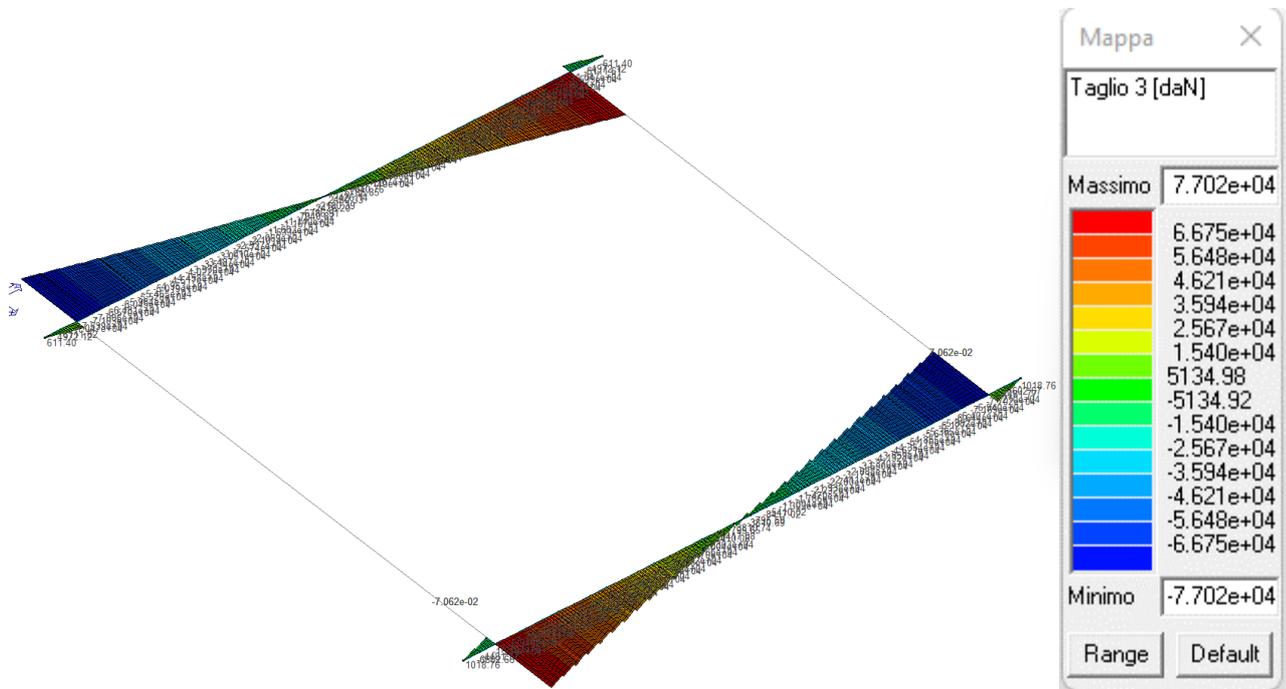


Fig. 120 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 92

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	114 di 252

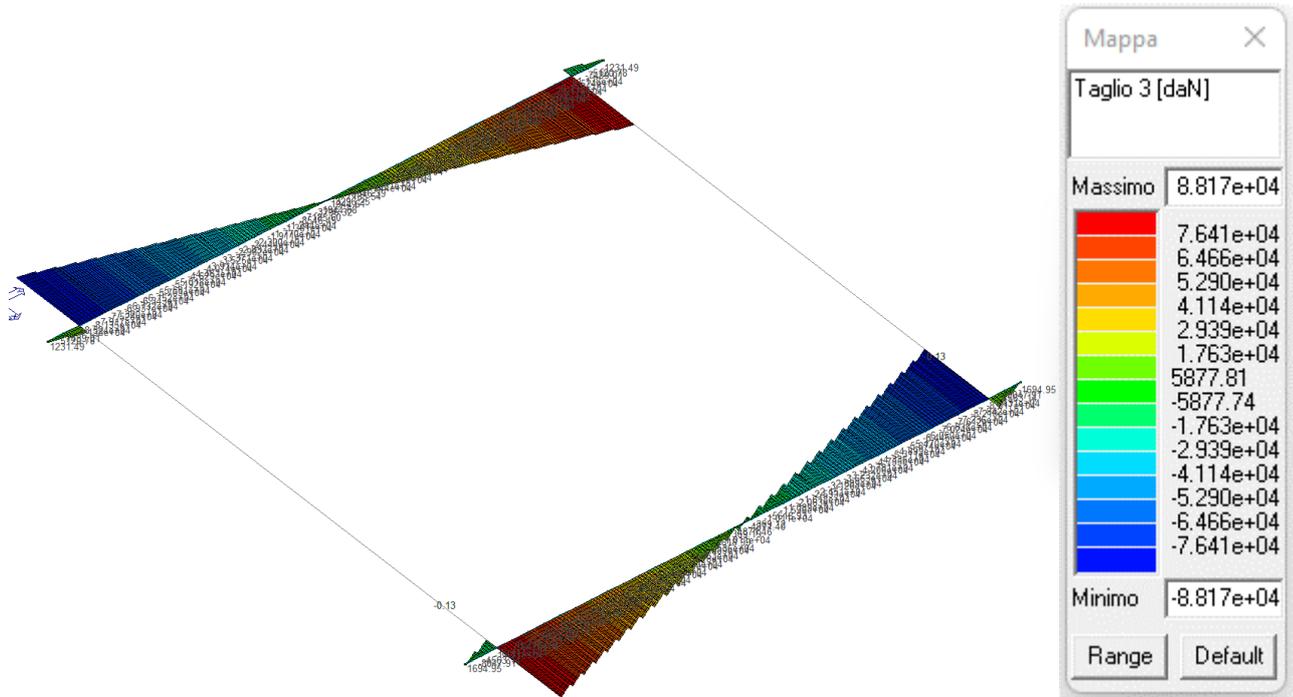


Fig. 121 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 93

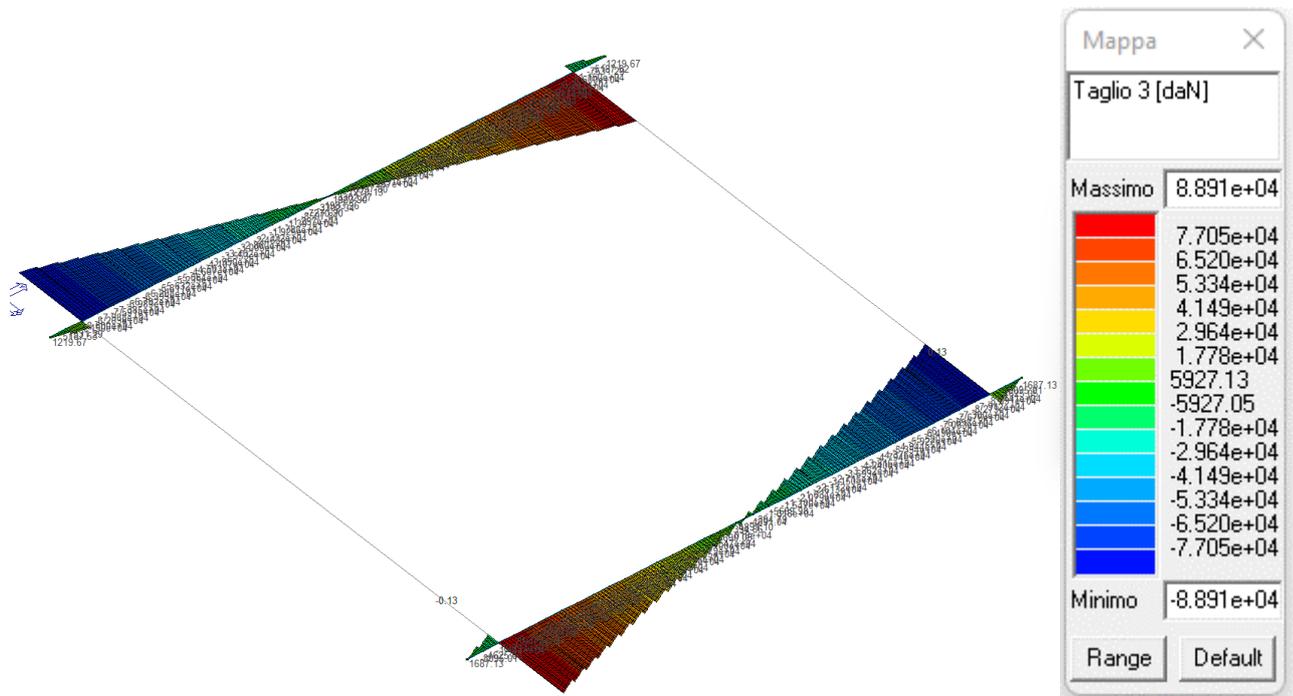


Fig. 122 – Taglio Vyy S.L.U.sisma 94

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 115 di 252

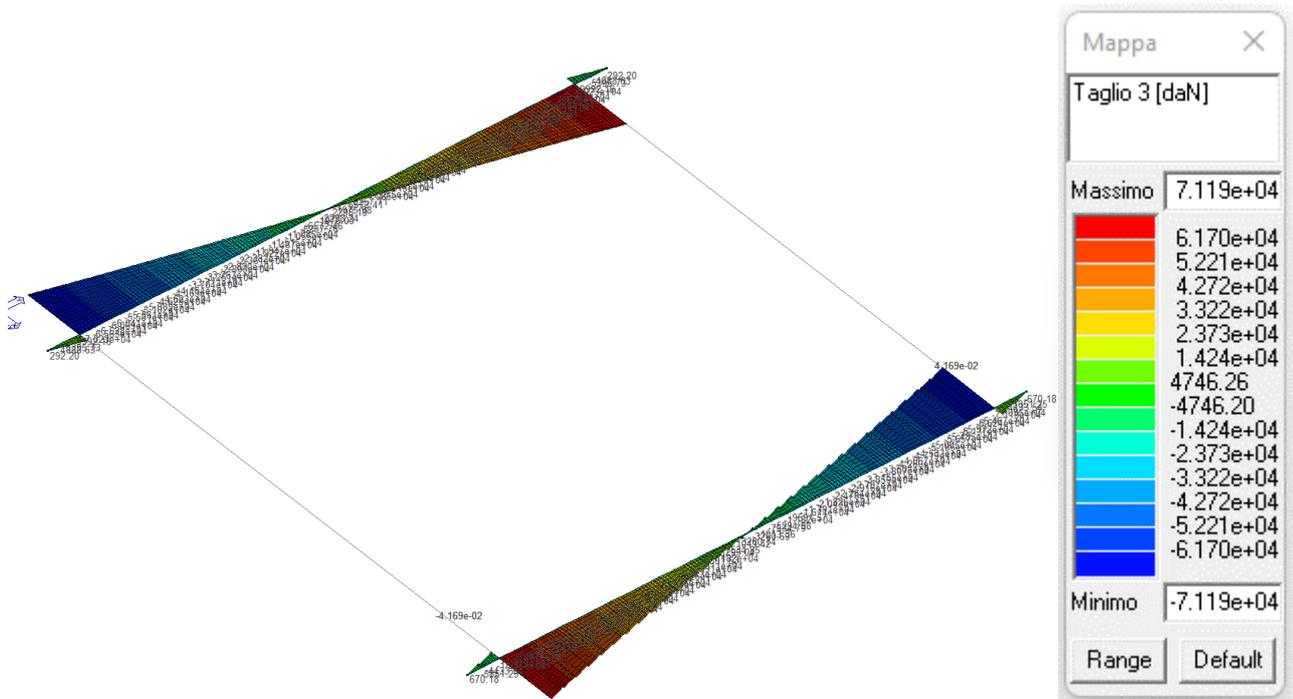


Fig. 123 – Taglio Vyy S.L.E.(Quasi permanente) 41

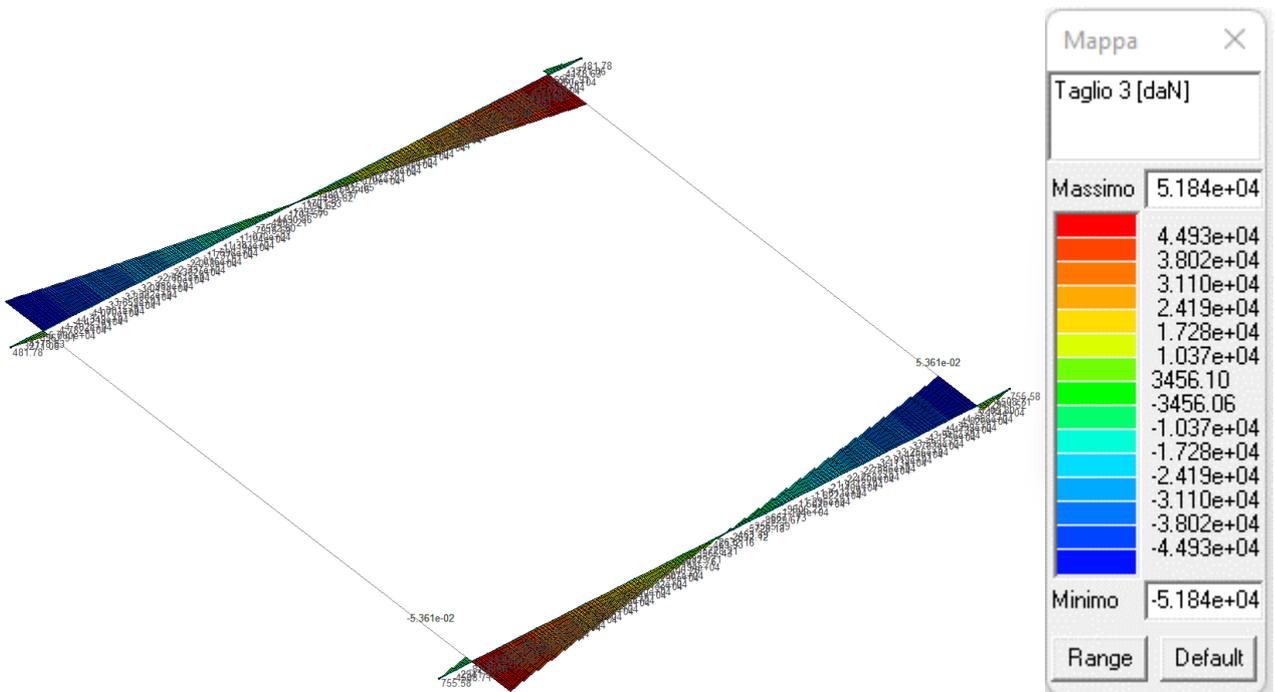


Fig. 124 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 51

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	116 di 252

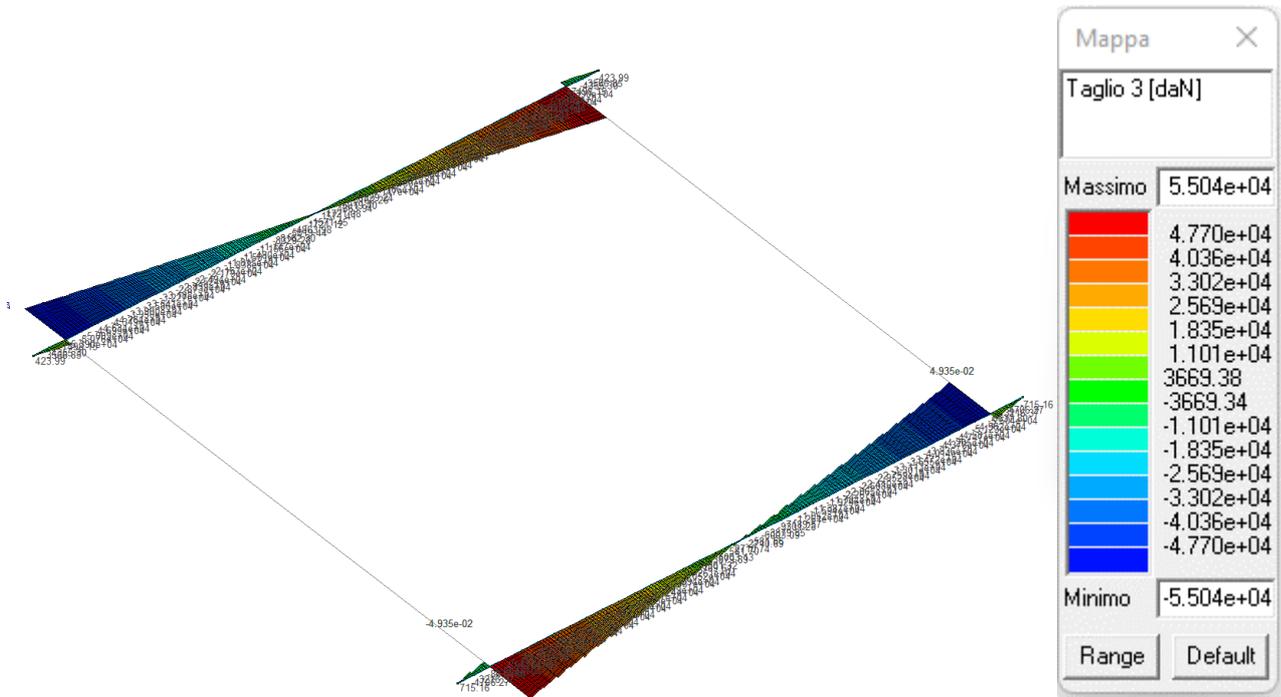


Fig. 125 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 52

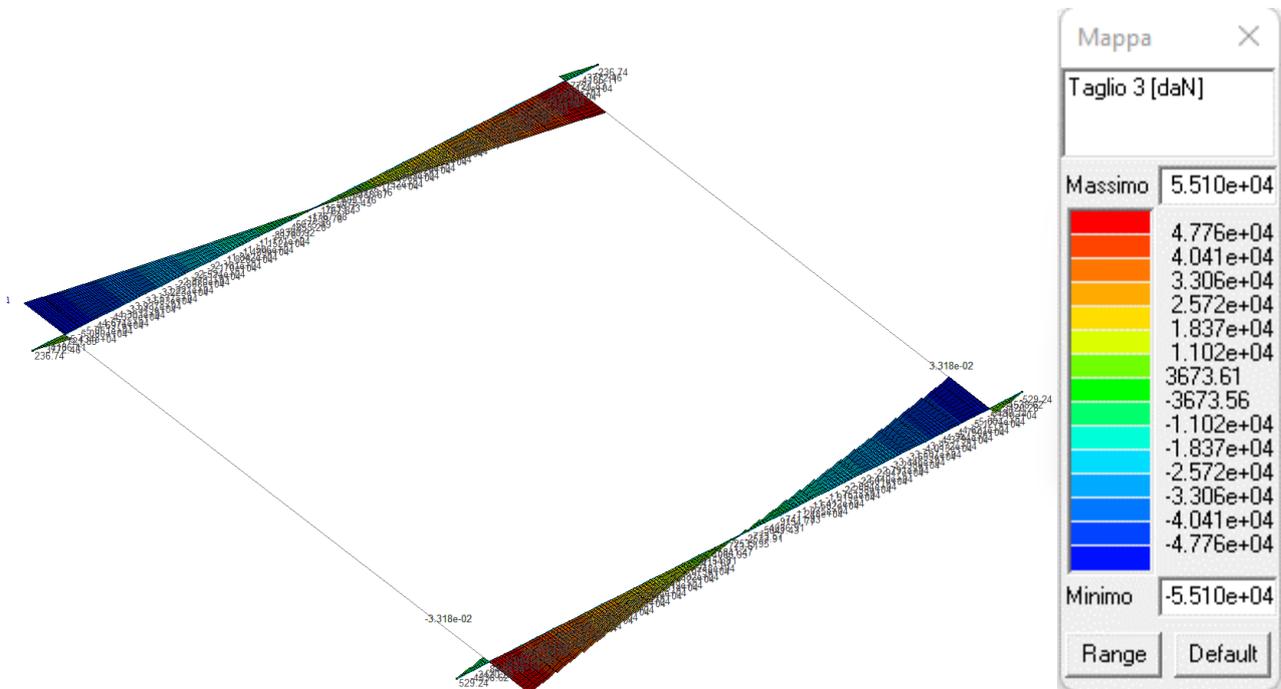


Fig. 126 – Taglio Vyy S.L.E.(Frequente) 53

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	117 di 252

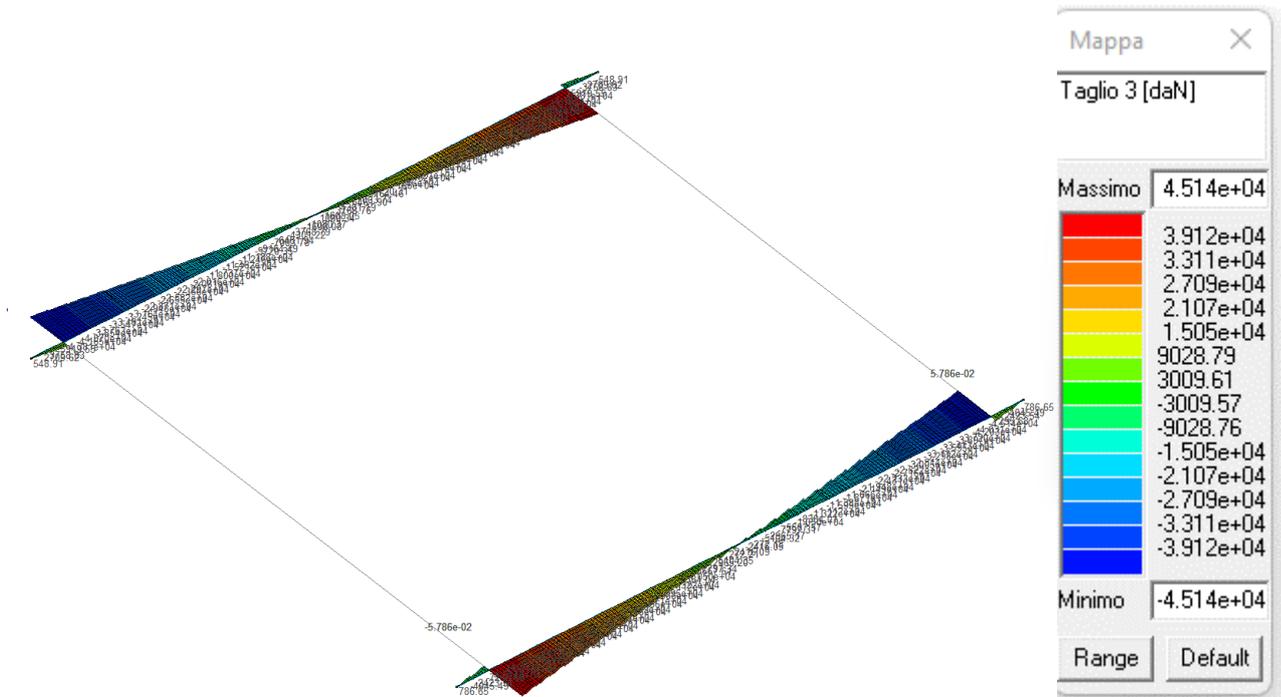


Fig. 127 Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 61

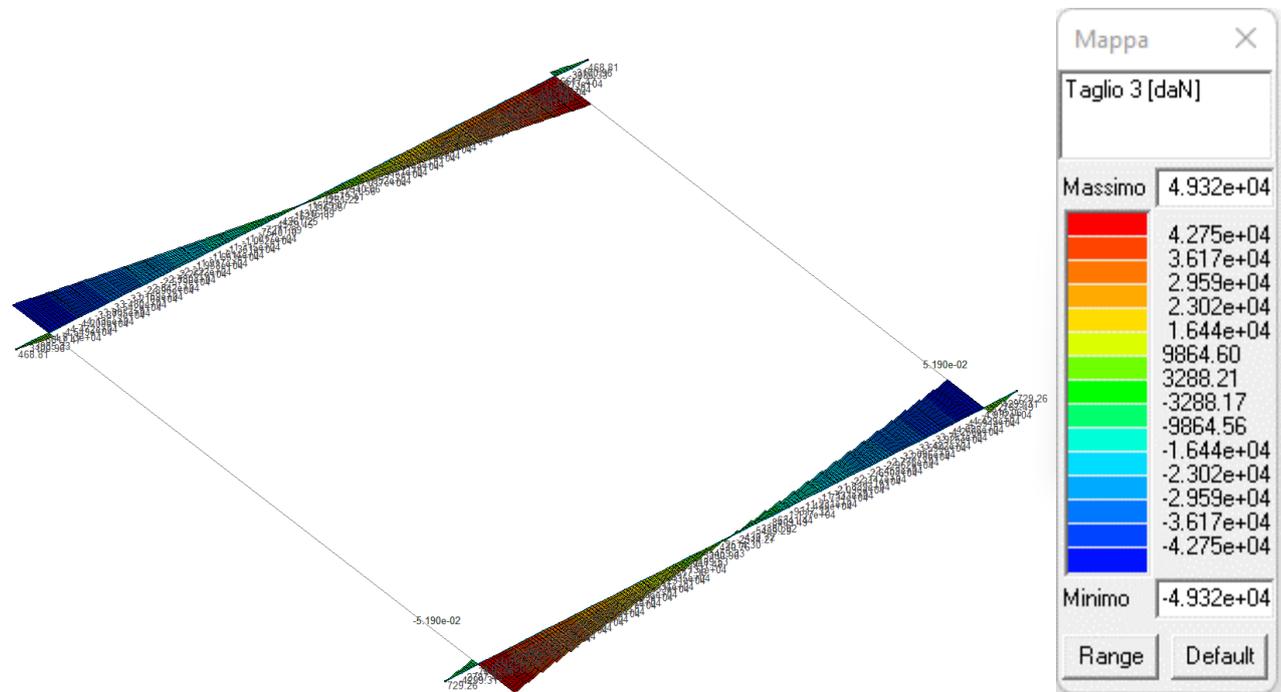


Fig. 128 – Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 62

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	118 di 252

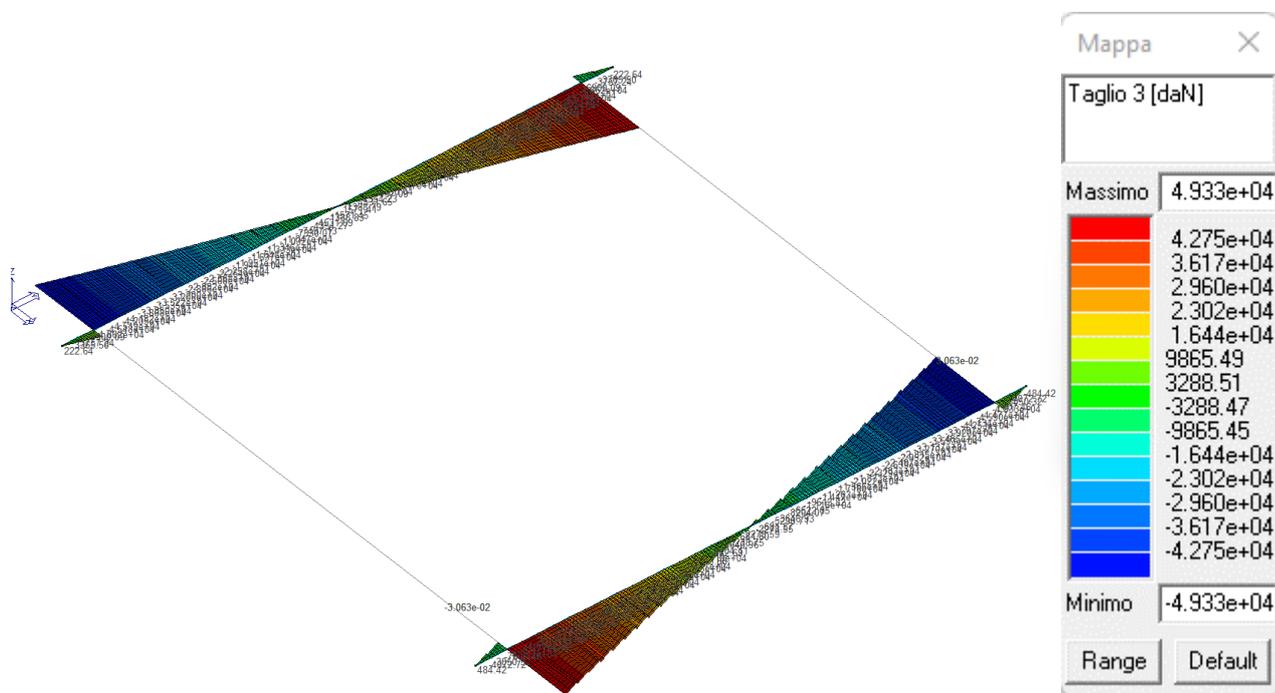


Fig. 129 – Taglio Vyy S.L.E.(Rara) 63

7.13.4 Diagrammi Inviluppo sollecitazioni SLU

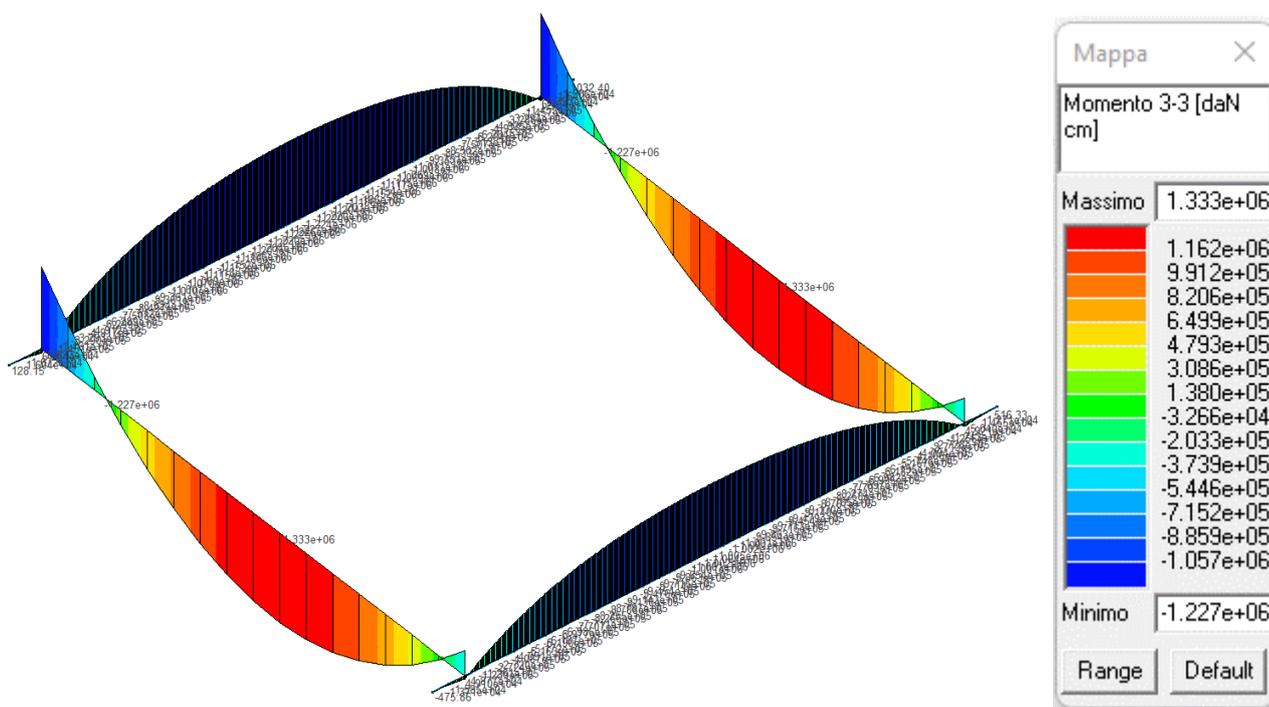
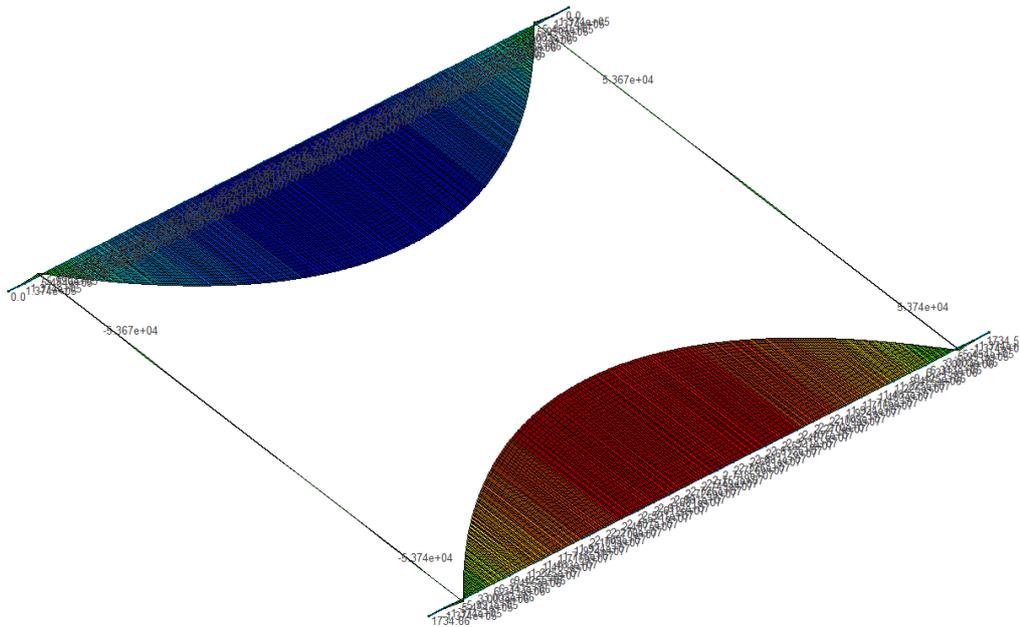


Fig. 130 – Momento flettente Mxx Inviluppo

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	119 di 252



Mappa X

Momento 2-2 [daN cm]

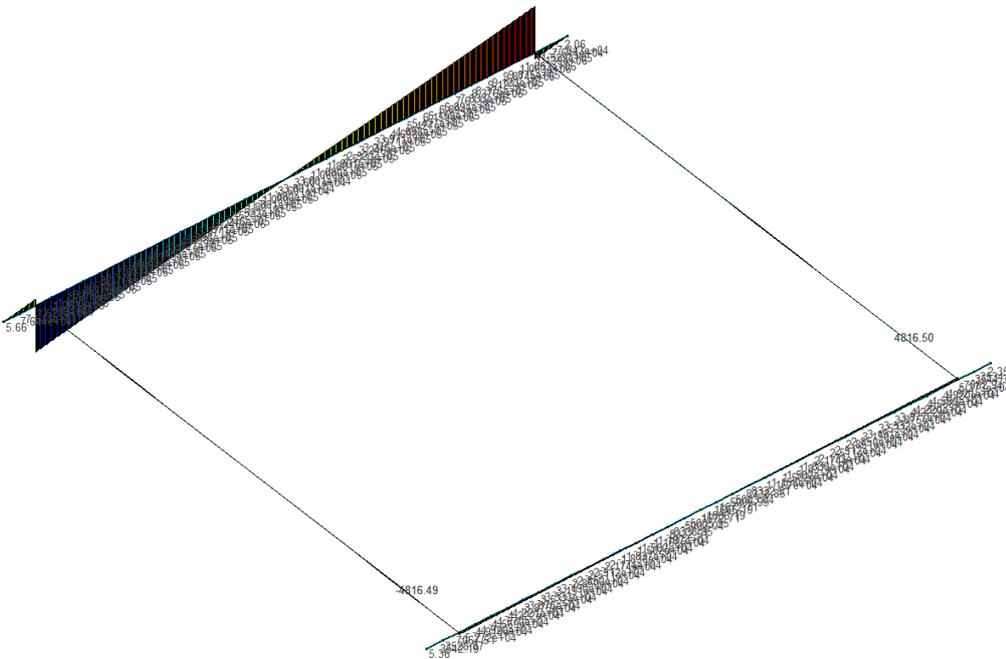
Massimo 2.753e+07

2.386e+07
2.019e+07
1.652e+07
1.285e+07
9.180e+06
5.511e+06
1.841e+06
-1.829e+06
-5.499e+06
-9.168e+06
-1.284e+07
-1.651e+07
-2.018e+07
-2.385e+07

Minimo -2.752e+07

Range Default

Fig. 131 – Momento flettente Myy Inviluppo



Mappa X

Mom. torcente [daN cm]

Massimo 1.139e+06

9.874e+05
8.355e+05
6.836e+05
5.317e+05
3.798e+05
2.279e+05
7.596e+04
-7.596e+04
-2.279e+05
-3.798e+05
-5.317e+05
-6.836e+05
-8.355e+05
-9.874e+05

Minimo -1.139e+06

Range Default

Fig. 132 – Momento torcente Mxy Inviluppo

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	120 di 252

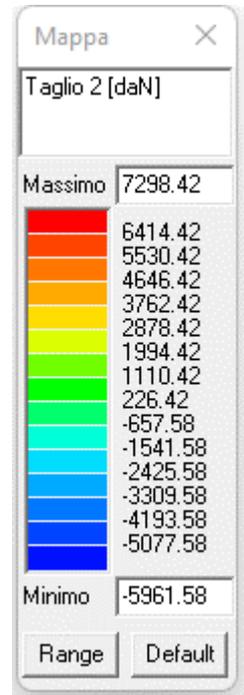
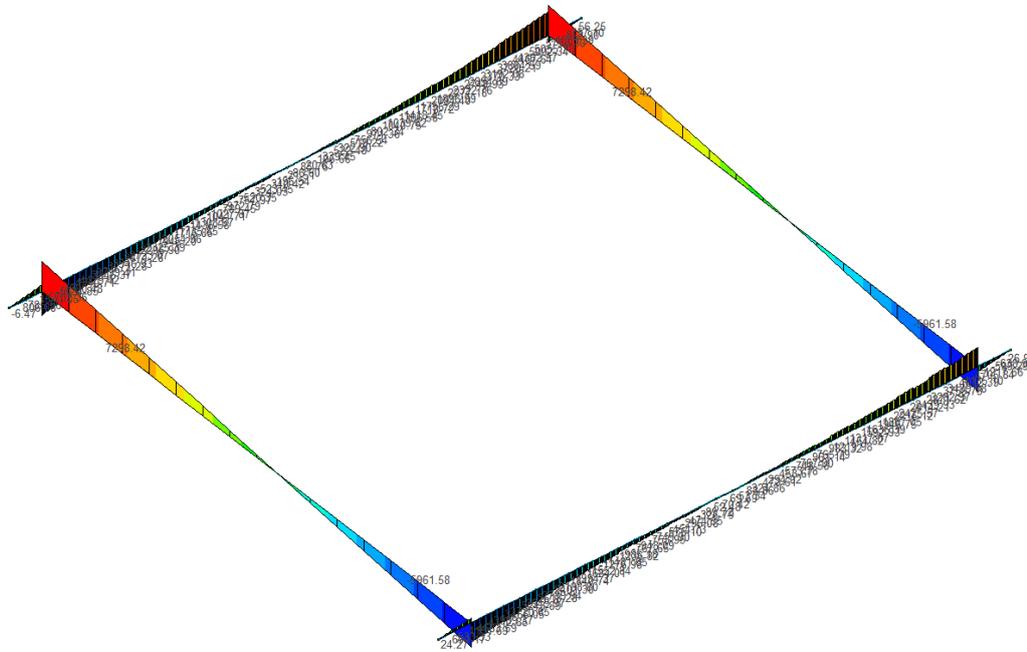


Fig. 133 – Taglio Vxx Inviluppo

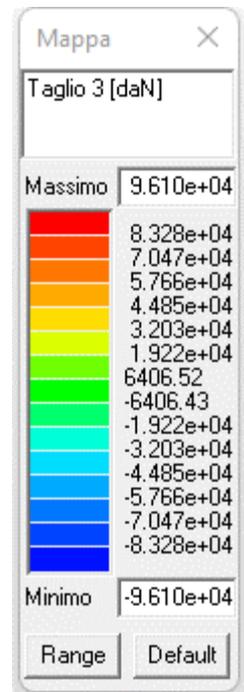
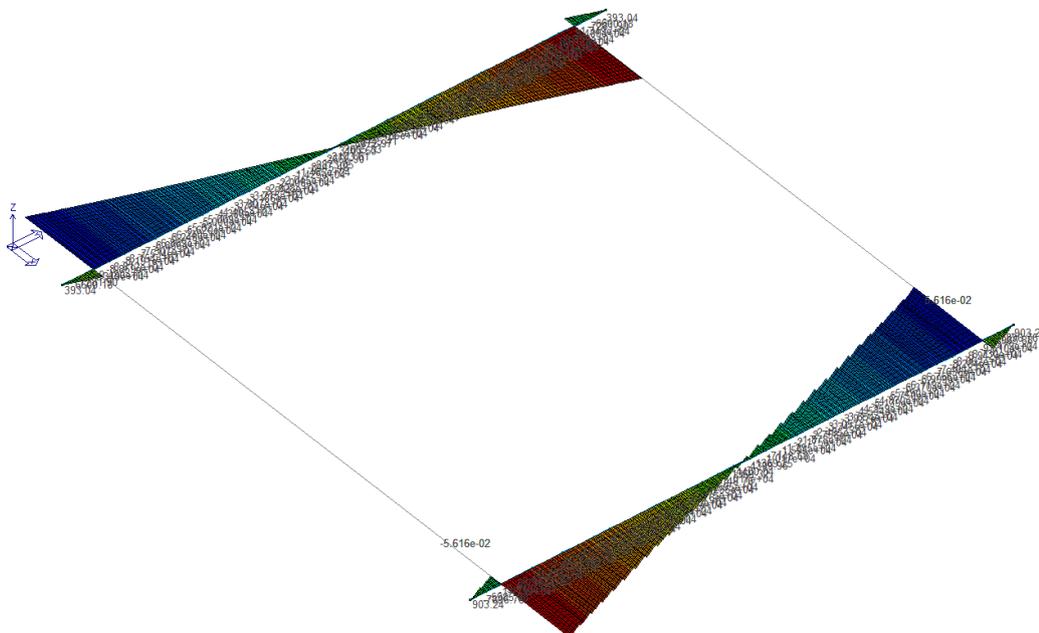


Fig. 134 – Taglio Vyy Inviluppo

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	121 di 252

7.13.5 Verifiche SLU

7.13.5.1 Fondazione e cordolo

Si considera la sezione di spessore pari a 0.8 m e larghezza 2.75 m, nella quale si prevedono all'intradosso e all'estradosso n°15 ϕ 20 e reggistaffe n°2 ϕ 20 per lato, disposti longitudinalmente e ϕ 16/25 cm disposti a sei braccia trasversalmente. (Incidenza 100 kg/m³)

Il cordolo di dimensioni 0.4 m di larghezza e 0.8 m di altezza, risulta armato longitudinalmente all'intradosso e all'estradosso con n°4 ϕ 20 e a taglio con staffe ϕ 10/25cm a due braccia. (incidenza 175 Kg/m³)

Si riportano qui di seguito l'esito delle verifiche strutturali del cordolo e della fondazione.

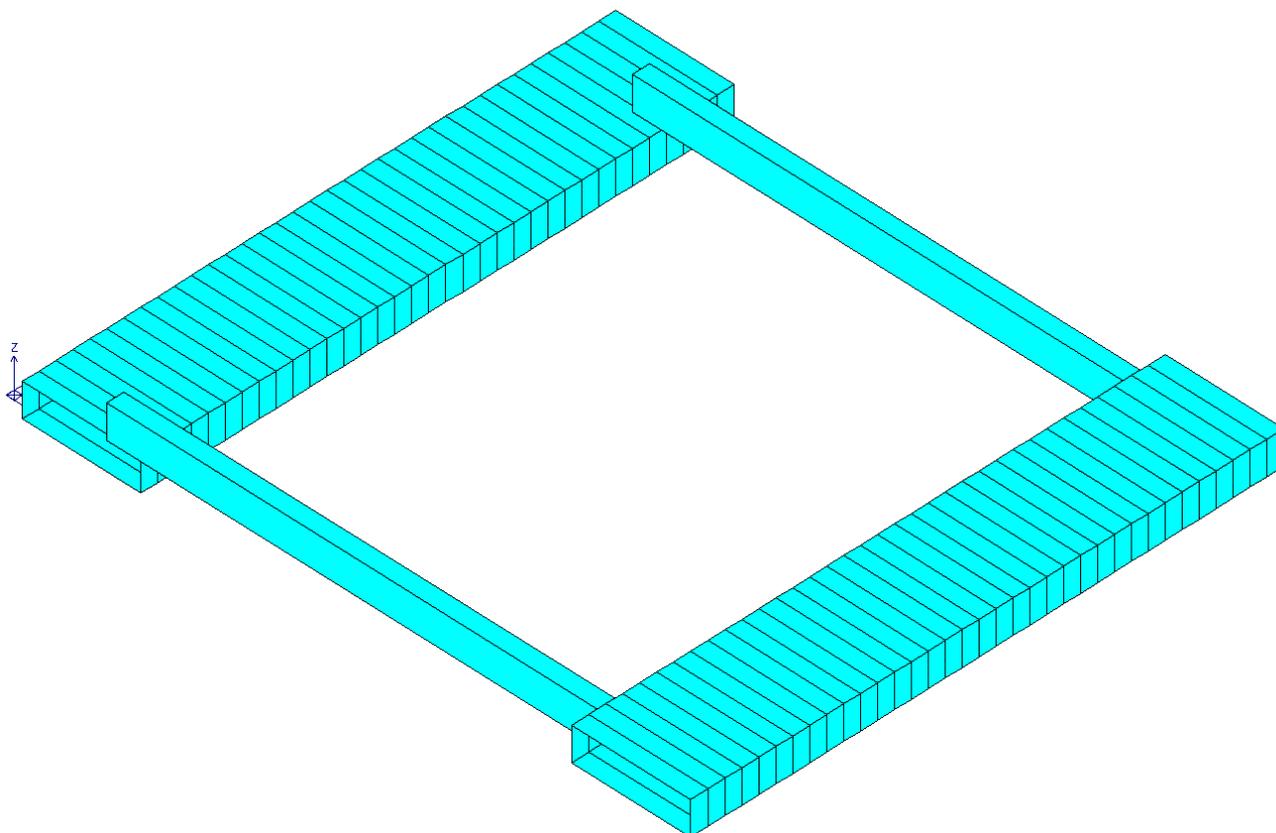


Fig. 135 – Esito della verifica

Si osserva che le verifiche risultano soddisfatte, come nelle immagine di seguito riportate.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 122 di 252

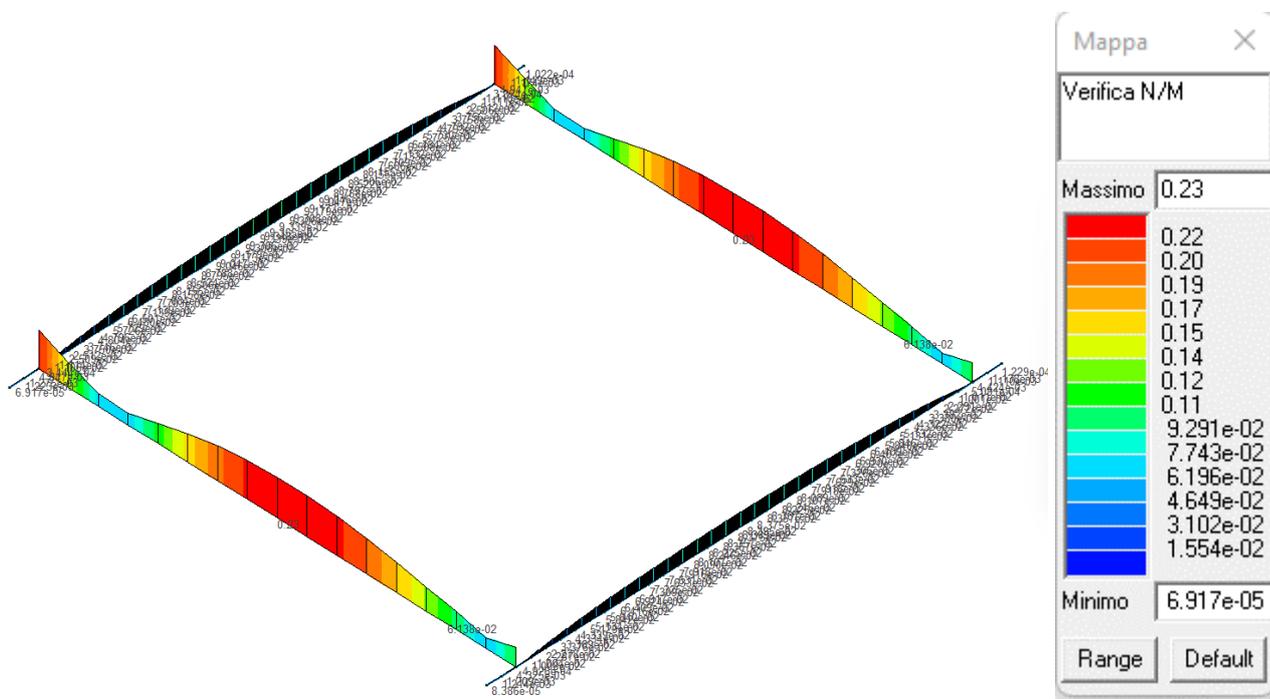


Fig. 136 – Esito verifica a pressoflessione

La verifica a pressoflessione risulta soddisfatta essendo il fattore di sicurezza pari a $F.S. = 1/0.23 = 4.34 > 1$.

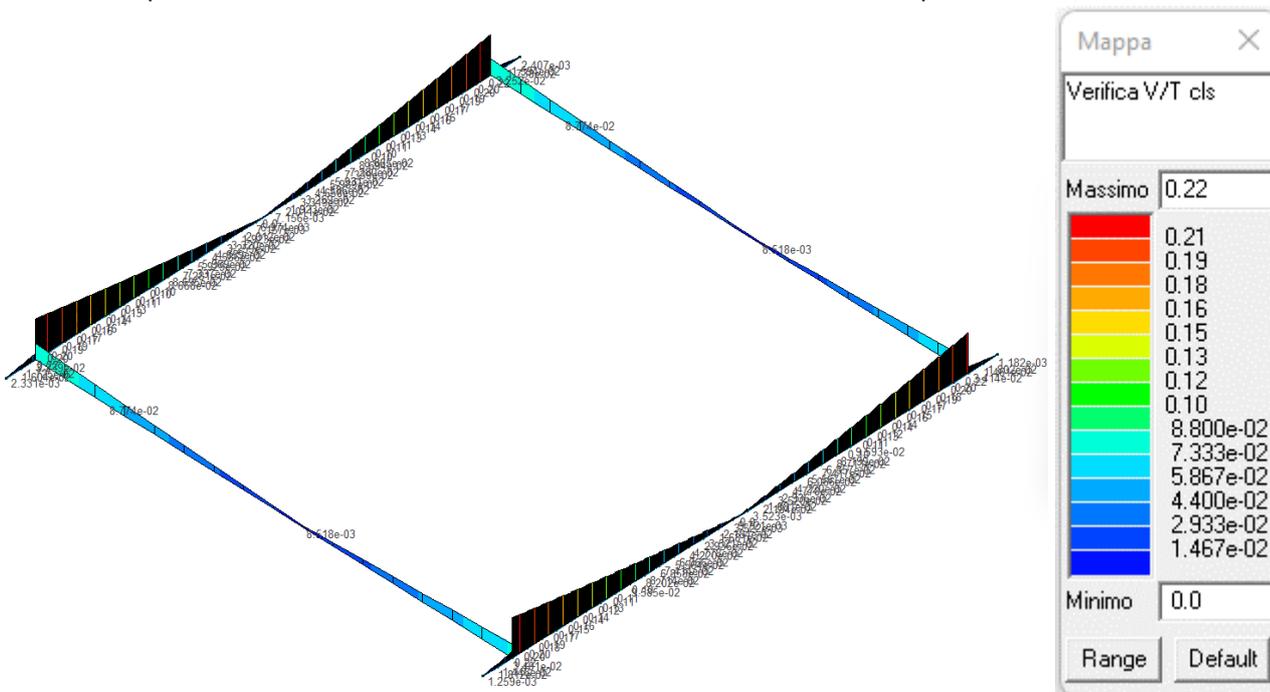


Fig. 137 – Esito verifica lato calcestruzzo

La verifica di sfruttamento lato calcestruzzo è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a $F.S. = 1/0.22 = 4.55 > 1$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	123 di 252

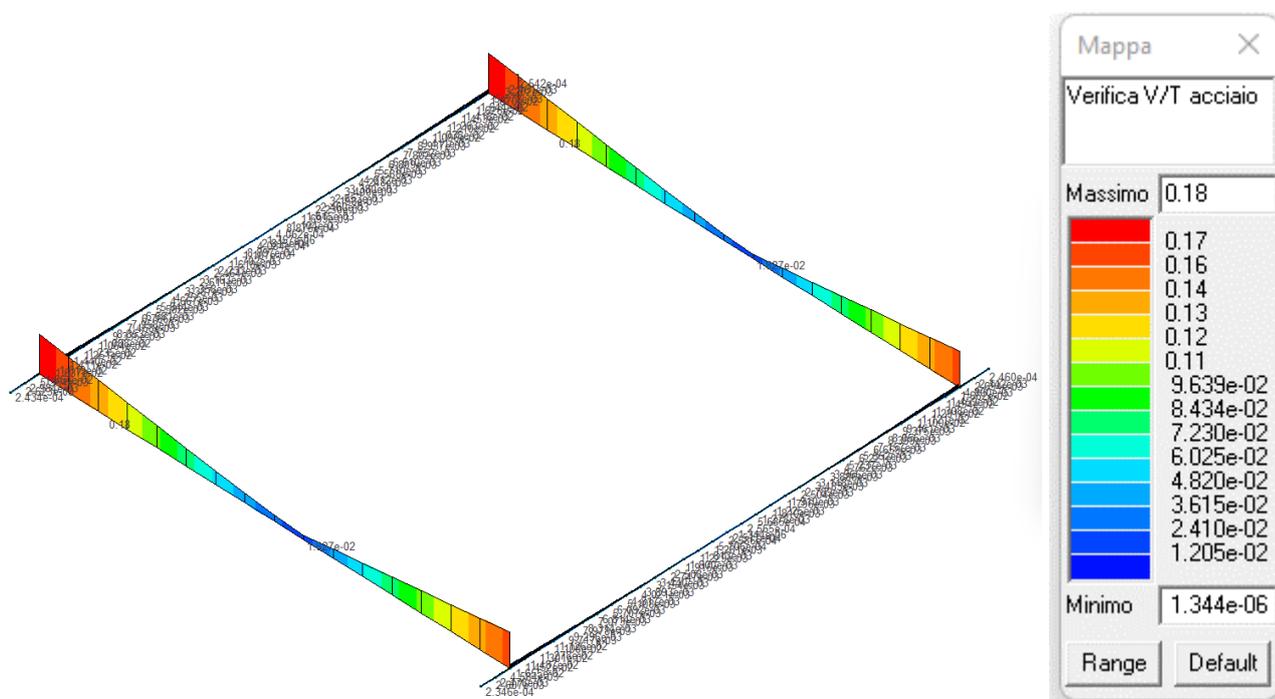


Fig. 138 – Esito verifica lato acciaio

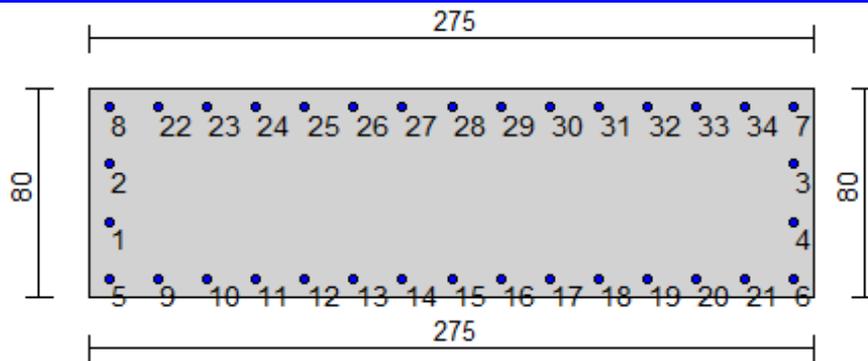
La verifica di sfruttamento lato acciaio è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a **F.S. = 1/0.18 = 5.56 > 1**

Si riportano per completezza le verifiche degli elementi più sollecitati della fondazione e del cordolo allo stato limite ultimo.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 124 di 252

7.13.5.2 Fondazione 2.75m x 0.80m

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezione Fondazione lato dx (piazzale)



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0.0	80.0
2	275.0	80.0
3	275.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area cmq	Pretens. (s/n)
1	7.6	29.2	3.14	no
2	7.6	50.8	3.14	no
3	267.4	50.8	3.14	no
4	267.4	29.2	3.14	no
5	7.6	7.6	3.14	no
6	267.4	7.6	3.14	no
7	267.4	72.4	3.14	no
8	7.6	72.4	3.14	no
9	26.2	7.6	3.14	no
10	44.7	7.6	3.14	no
11	63.3	7.6	3.14	no
12	81.8	7.6	3.14	no
13	100.4	7.6	3.14	no
14	118.9	7.6	3.14	no
15	137.5	7.6	3.14	no
16	156.1	7.6	3.14	no
17	174.6	7.6	3.14	no
18	193.2	7.6	3.14	no
19	211.7	7.6	3.14	no
20	230.3	7.6	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 – OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	125 di 252

21	248.8	7.6	3.14	no
22	26.2	72.4	3.14	no
23	44.7	72.4	3.14	no
24	63.3	72.4	3.14	no
25	81.8	72.4	3.14	no
26	100.4	72.4	3.14	no
27	118.9	72.4	3.14	no
28	137.5	72.4	3.14	no
29	156.1	72.4	3.14	no
30	174.6	72.4	3.14	no
31	193.2	72.4	3.14	no
32	211.7	72.4	3.14	no
33	230.3	72.4	3.14	no
34	248.8	72.4	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	126 di 252

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	-0.1	-1130042.0	-27486430.0	P	-0.1	-2145788.0	-52192780.0	0.350	2.273	0.530	OK
				M	-208384.7	-1129407.0	-27470970.0	0.350	5.070	0.000	OK
				N	-0.1	-2145788.0	-52192790.0	0.350	2.273	0.530	OK
2	-0.1	-1180108.0	-17772870.0	P	-0.2	-3430880.0	-51670340.0	0.350	1.968	0.340	OK
				M	-283398.5	-1181003.0	-17786350.0	0.350	7.200	0.000	OK
				N	-0.1	-3430881.0	-51670350.0	0.350	1.968	0.340	OK
3	-0.1	-1224484.0	-19211910.0	P	-0.2	-3297485.0	-51736880.0	0.350	1.994	0.370	OK
				M	-272473.0	-1224111.0	-19206060.0	0.350	6.674	0.000	OK
				N	-0.1	-3297485.0	-51736890.0	0.350	1.994	0.370	OK
4	-0.1	-1034391.0	-19067880.0	P	-0.1	-2818412.0	-51954370.0	0.350	2.095	0.370	OK
				M	-273574.4	-1035039.0	-19079820.0	0.350	7.215	0.000	OK
				N	-0.1	-2818412.0	-51954380.0	0.350	2.095	0.370	OK
5	-0.1	-909990.9	-21082660.0	P	-0.2	-2251274.0	-52157480.0	0.350	2.244	0.400	OK
				M	-258156.1	-910498.7	-21094420.0	0.350	6.946	0.000	OK
				N	-0.1	-2251274.0	-52157500.0	0.350	2.244	0.400	OK
6	-0.1	-906105.5	-21946090.0	P	-0.2	-2154801.0	-52189800.0	0.350	2.271	0.420	OK
				M	-251501.3	-906585.9	-21957720.0	0.350	6.708	0.000	OK
				N	-0.1	-2154802.0	-52189800.0	0.350	2.271	0.420	OK
7	-0.1	-890393.6	-24968400.0	P	-0.3	-1864464.0	-52283260.0	0.350	2.355	0.480	OK
				M	-228277.8	-890014.9	-24957780.0	0.350	5.969	0.000	OK
				N	-0.1	-1864464.0	-52283280.0	0.350	2.355	0.480	OK
8	-0.1	-887326.2	-25184250.0	P	-0.3	-1842359.0	-52290160.0	0.350	2.361	0.480	OK
				M	-226600.8	-886955.8	-25173740.0	0.350	5.924	0.000	OK
				N	-0.1	-1842359.0	-52290170.0	0.350	2.361	0.480	OK

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	-0.1	-1130042.0	-27486430.0	P	-0.1	-2145788.0	-52192780.0	0.350	2.273	0.530	OK
1	-0.1	-1130042.0	-27486430.0	M	-208384.7	-1129407.0	-27470970.0	0.350	5.070	0.000	OK
1	-0.1	-1130042.0	-27486430.0	N	-0.1	-2145788.0	-52192790.0	0.350	2.273	0.530	OK

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 80.0, altezza H = 275.0, altezza d = 267.4 (per verific. Vx)

Base Bw = 275.0, altezza H = 80.0, altezza d = 72.4 (per verific. Vy)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 127 di 252

Staffe = \emptyset 16 / 25.0, bracci: 6 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = daN e M = daN cm)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

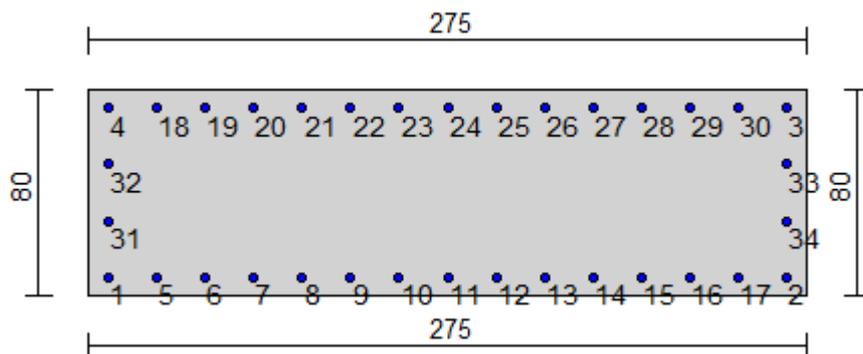
VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb.	Vx	Vy	T	N	α_c	$C_{tg}\theta$	Verif Tot	Verif.
	VRsdx VRcdx	VRsdy VRcdy	TRsd TRcd	Vx/VRsdx Vx/VRcdx	Vy/VRsdy Vy/VRcdy	T/TRsd T/TRcd	Verif acc Verif cls	
1 SLU	-2666	-75	23934	0	1.000	2.50	0.0083	OK
	378685	307593	18819597	0.0070	0.0002	0.0013	0.0083	
	546436	508580	21036676	0.0049	0.0001	0.0011	0.0062	
2 SLU	-2297	58	29591	0	1.000	2.50	0.0076	OK
	378685	307593	18819597	0.0061	0.0002	0.0016	0.0076	
	546436	508580	21036676	0.0042	0.0001	0.0014	0.0057	
3 SLU	-2324	-21	34194	0	1.000	2.50	0.0080	OK
	378685	307593	18819597	0.0061	0.0001	0.0018	0.0080	
	546436	508580	21036676	0.0043	0.0000	0.0016	0.0059	
4 SLU	-2018	-125	36007	0	1.000	2.50	0.0072	OK
	378685	307593	18819597	0.0053	0.0004	0.0019	0.0072	
	546436	508580	21036676	0.0037	0.0002	0.0017	0.0057	
5 SLU	-2382	-98	22700	0	1.000	2.50	0.0075	OK
	378685	307593	18819597	0.0063	0.0003	0.0012	0.0075	
	546436	508580	21036676	0.0044	0.0002	0.0011	0.0056	
6 SLU	-2426	-77	22327	0	1.000	2.50	0.0076	OK
	378685	307593	18819597	0.0064	0.0002	0.0012	0.0076	
	546436	508580	21036676	0.0044	0.0002	0.0011	0.0057	
7 SLU	-3296	-72	20649	0	1.000	2.50	0.0098	OK
	378685	307593	18819597	0.0087	0.0002	0.0011	0.0098	
	546436	508580	21036676	0.0060	0.0001	0.0010	0.0072	
8 SLU	-3302	25	20525	0	1.000	2.50	0.0098	OK
	378685	307593	18819597	0.0087	0.0001	0.0011	0.0098	
	546436	508580	21036676	0.0060	0.0000	0.0010	0.0071	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 128 di 252

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni lato sx (autostrada)



Geometria della sezione:

Vert. n.	X cm	Y cm
1	0.0	80.0
2	275.0	80.0
3	275.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos. n.	X cm	Y cm	Area cmq	Pretens. (s/n)
1	7.6	7.6	3.14	no
2	267.4	7.6	3.14	no
3	267.4	72.4	3.14	no
4	7.6	72.4	3.14	no
5	26.2	7.6	3.14	no
6	44.7	7.6	3.14	no
7	63.3	7.6	3.14	no
8	81.8	7.6	3.14	no
9	100.4	7.6	3.14	no
10	118.9	7.6	3.14	no
11	137.5	7.6	3.14	no
12	156.1	7.6	3.14	no
13	174.6	7.6	3.14	no
14	193.2	7.6	3.14	no
15	211.7	7.6	3.14	no
16	230.3	7.6	3.14	no
17	248.8	7.6	3.14	no
18	26.2	72.4	3.14	no
19	44.7	72.4	3.14	no
20	63.3	72.4	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 129 di 252

21	81.8	72.4	3.14	no
22	100.4	72.4	3.14	no
23	118.9	72.4	3.14	no
24	137.5	72.4	3.14	no
25	156.1	72.4	3.14	no
26	174.6	72.4	3.14	no
27	193.2	72.4	3.14	no
28	211.7	72.4	3.14	no
29	230.3	72.4	3.14	no
30	248.8	72.4	3.14	no
31	7.6	29.2	3.14	no
32	7.6	50.8	3.14	no
33	267.4	50.8	3.14	no
34	267.4	29.2	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 130 di 252

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	0.1	-1099985.0	27485900.0	P	0.1	-2089496.0	52211330.0	0.350	2.289	0.530	OK
				M	3755486.0	-1098773.0	27455620.0	0.291	0.086	0.000	OK
				N	0.1	-2089496.0	52211330.0	0.350	2.289	0.530	OK
2	0.1	-1047238.0	17772060.0	P	0.2	-3055630.0	51855290.0	0.350	2.041	0.340	OK
				M	3854551.0	-1046194.0	17754340.0	0.273	0.109	0.000	OK
				N	0.1	-3055629.0	51855270.0	0.350	2.041	0.340	OK
3	0.1	-1004345.0	19211160.0	P	0.2	-2718103.0	51992010.0	0.350	2.120	0.370	OK
				M	3840147.0	-1003309.0	19191350.0	0.276	0.106	0.000	OK
				N	0.1	-2718103.0	51992000.0	0.350	2.120	0.370	OK
4	0.1	-682104.3	19067370.0	P	0.1	-1870285.0	52281480.0	0.350	2.353	0.360	OK
				M	3842867.0	-681307.3	19045090.0	0.273	0.108	0.000	OK
				N	0.1	-1870285.0	52281480.0	0.350	2.353	0.360	OK
5	0.1	-806147.3	21081980.0	P	0.2	-1997632.0	52241120.0	0.350	2.315	0.400	OK
				M	3821851.0	-805271.1	21059070.0	0.278	0.103	0.000	OK
				N	0.1	-1997632.0	52241110.0	0.350	2.315	0.400	OK
6	0.1	-809625.1	21945420.0	P	0.2	-1928132.0	52263280.0	0.350	2.336	0.420	OK
				M	3813050.0	-808649.2	21918970.0	0.279	0.101	0.000	OK
				N	0.1	-1928131.0	52263270.0	0.350	2.336	0.420	OK
7	0.1	-825275.4	24967200.0	P	0.3	-1729568.0	52324930.0	0.350	2.395	0.480	OK
				M	3782119.0	-824367.1	24939720.0	0.285	0.094	0.000	OK
				N	0.1	-1729568.0	52324910.0	0.350	2.395	0.480	OK
8	0.1	-826434.7	25183060.0	P	0.3	-1717274.0	52328660.0	0.350	2.399	0.480	OK
				M	3779911.0	-825524.6	25155330.0	0.285	0.093	0.000	OK
				N	0.1	-1717274.0	52328650.0	0.350	2.399	0.480	OK

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	0.1	-1099985.0	27485900.0	P	0.1	-2089496.0	52211330.0	0.350	2.289	0.530	OK
1	0.1	-1099985.0	27485900.0	M	3755486.0	-1098773.0	27455620.0	0.291	0.086	0.000	OK
1	0.1	-1099985.0	27485900.0	N	0.1	-2089496.0	52211330.0	0.350	2.289	0.530	OK

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 80.0, altezza H = 275.0, altezza d = 267.4 (per verif. Vx)

Base Bw = 275.0, altezza H = 80.0, altezza d = 72.4 (per verif. Vy)

Staffe = Ø 16 / 25.0, bracci: 6 dir. X, 2 dir. Y

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 131 di 252	

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = daN e M = daN cm)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

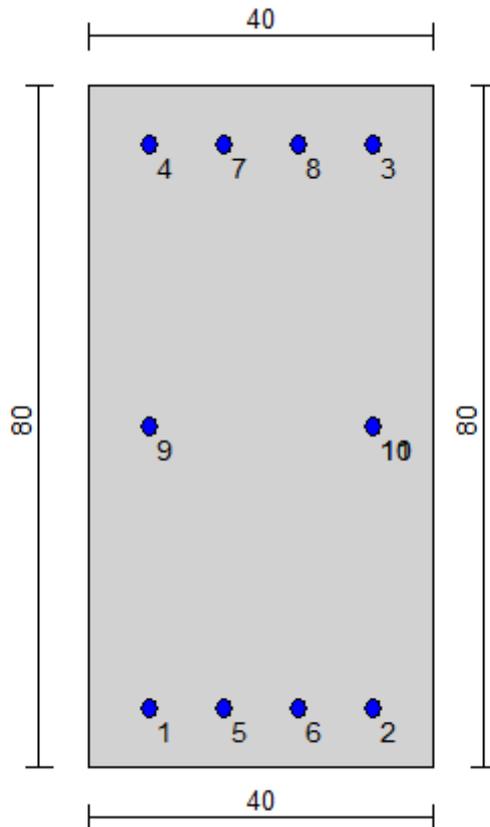
Verifiche cmb. SLU

Cmb.	Vx	Vy	T	N	α_c	$C_{tg}\theta$	Verif Tot	Verif.
	VRsdx VRcdx	VRsdy VRcdy	TRsd TRcd	Vx/VRsdx Vx/VRcdx	Vy/VRsdy Vy/VRcdy	T/TRsd T/TRcd	Verif acc Verif cls	
1 SLU	-4400	77	20705	0	1.000	2.50	0.0127	OK
	378685	307593	18819597	0.0116	0.0003	0.0011	0.0127	
	546437	508580	21036676	0.0081	0.0002	0.0010	0.0092	
2 SLU	-3418	74	15048	0	1.000	2.50	0.0098	OK
	378685	307593	18819597	0.0090	0.0002	0.0008	0.0098	
	546437	508580	21036676	0.0063	0.0001	0.0007	0.0071	
3 SLU	-3536	70	10447	0	1.000	2.50	0.0099	OK
	378685	307593	18819597	0.0093	0.0002	0.0006	0.0099	
	546437	508580	21036676	0.0065	0.0001	0.0005	0.0071	
4 SLU	-3221	48	-1666	0	1.000	2.50	0.0086	OK
	378685	307593	18819597	0.0085	0.0002	0.0001	0.0086	
	546437	508580	21036676	0.0059	0.0001	0.0001	0.0061	
5 SLU	-3713	57	11637	0	1.000	2.50	0.0104	OK
	378685	307593	18819597	0.0098	0.0002	0.0006	0.0104	
	546437	508580	21036676	0.0068	0.0001	0.0006	0.0075	
6 SLU	-3811	57	12010	0	1.000	2.50	0.0107	OK
	378685	307593	18819597	0.0101	0.0002	0.0006	0.0107	
	546437	508580	21036676	0.0070	0.0001	0.0006	0.0077	
7 SLU	-4871	58	13689	0	1.000	2.50	0.0136	OK
	378685	307593	18819597	0.0129	0.0002	0.0007	0.0136	
	546437	508580	21036676	0.0089	0.0001	0.0007	0.0097	
8 SLU	-4891	58	13813	0	1.000	2.50	0.0136	OK
	378685	307593	18819597	0.0129	0.0002	0.0007	0.0136	
	546437	508580	21036676	0.0090	0.0001	0.0007	0.0097	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 132 di 252

7.13.5.3 Cordolo 0.80m x 0.40m

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	80.0
2	40.0	80.0
3	40.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	7.0	7.0	3.14	no
2	33.0	7.0	3.14	no
3	33.0	73.0	3.14	no
4	7.0	73.0	3.14	no
5	15.7	7.0	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 133 di 252

6	24.3	7.0	3.14	no
7	15.7	73.0	3.14	no
8	24.3	73.0	3.14	no
9	7.0	40.0	3.14	no
10	33.0	40.0	3.14	no
11	33.0	40.0	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla verifica: tipo N)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI						
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	134 di 252

Verifiche SLU (verifica Ok per Sd/Su < 1)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	108867.6	-859059.3	53671.6	P	520008.4	-4103315.0	256363.7	0.350	0.028	0.210	OK
				M	631591.2	-858077.5	53610.3	0.266	0.129	0.170	OK
				N	108866.8	-6953112.0	434412.1	0.350	0.509	0.120	OK
2	70393.5	-1062080.0	34672.3	P	417979.5	-6306377.0	205875.7	0.350	0.040	0.170	OK
				M	624479.7	-1061246.0	34645.0	0.275	0.118	0.110	OK
				N	70393.5	-6449110.0	210535.3	0.350	0.680	0.160	OK
3	76093.3	-1227173.0	37488.5	P	404782.4	-6528010.0	199422.1	0.350	0.050	0.190	OK
				M	619073.3	-1226250.0	37460.3	0.280	0.112	0.120	OK
				N	76093.3	-6571192.0	200741.3	0.350	0.662	0.190	OK
4	75523.4	-1292186.0	37223.6	P	392729.0	-6719497.0	193566.5	0.350	0.060	0.190	OK
				M	616896.4	-1291463.0	37202.8	0.282	0.110	0.120	OK
				N	75523.4	-6570481.0	189273.9	0.350	0.667	0.200	OK
5	83503.2	-814753.3	41148.3	P	491999.5	-4800514.0	242445.4	0.350	0.012	0.170	OK
				M	632725.0	-814054.8	41113.1	0.265	0.129	0.130	OK
				N	83501.7	-6595318.0	333090.5	0.350	0.607	0.120	OK
6	86923.1	-801367.4	42836.6	P	499958.2	-4609249.0	246384.4	0.350	0.016	0.170	OK
				M	633202.8	-800634.6	42797.4	0.265	0.130	0.140	OK
				N	86922.0	-6641699.0	355027.9	0.350	0.591	0.120	OK
7	98892.8	-741130.6	48705.8	P	526178.6	-3943330.0	259148.6	0.350	0.032	0.190	OK
				M	635307.1	-740271.7	48649.3	0.262	0.133	0.160	OK
				N	98892.8	-6786598.0	446003.1	0.350	0.536	0.110	OK
8	99747.8	-736668.6	49128.1	P	527822.9	-3898136.0	259965.0	0.349	0.033	0.190	OK
				M	635462.4	-735804.1	49070.4	0.262	0.134	0.160	OK
				N	99747.8	-6795994.0	453221.8	0.350	0.532	0.110	OK

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	εc	εa	Sd/Su	Verif.
	daN	daN cm	daN cm		daN	daN cm	daN cm	%	%		
1	108867.6	-859059.3	53671.6	P	520008.4	-4103315.0	256363.7	0.350	0.028	0.210	OK
1	108867.6	-859059.3	53671.6	M	631591.2	-858077.5	53610.3	0.266	0.129	0.170	OK
4	75523.4	-1292186.0	37223.6	N	75523.4	-6570481.0	189273.9	0.350	0.667	0.200	OK

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 80.0, altezza H = 40.0, altezza d = 33.0 (per verific. Vx)

Base Bw = 40.0, altezza H = 80.0, altezza d = 73.0 (per verific. Vy)

Staffe = Ø 10 / 25.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = daN e M = daN cm)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 135 di 252	

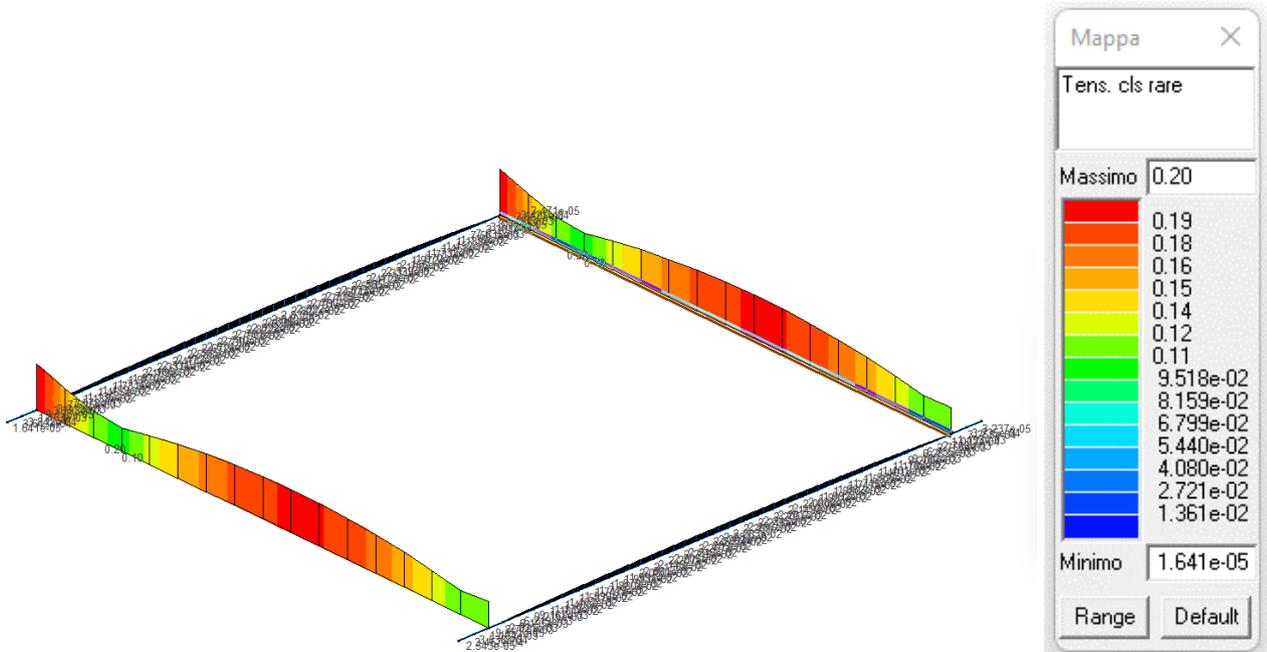
Verifiche cmb. SLU

Cmb.	Vx		Vy		T	N	α_c	Ctg θ	Verif Tot	Verif.
	VRsdx	VRsdy	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	0	-6721			413	108868	1.207	2.50	0.1668	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1664	0.0004	0.1668	
	81373	90003			1353277	0.0000	0.0747	0.0003	0.0750	
2 SLU	0	-7039			1860	70393	1.134	2.50	0.1760	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1743	0.0017	0.1760	
	76448	84556			1353277	0.0000	0.0833	0.0014	0.0846	
3 SLU	0	-7298			3036	76093	1.144	2.50	0.1835	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1807	0.0028	0.1835	
	77177	85363			1353277	0.0000	0.0855	0.0022	0.0877	
4 SLU	0	-6160			4816	75523	1.143	2.50	0.1570	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1525	0.0045	0.1570	
	77104	85282			1353277	0.0000	0.0722	0.0036	0.0758	
5 SLU	0	-5411			1415	83503	1.159	2.50	0.1353	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1340	0.0013	0.1353	
	78126	86412			1353277	0.0000	0.0626	0.0010	0.0637	
6 SLU	0	-5390			1319	86923	1.165	2.50	0.1347	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1335	0.0012	0.1347	
	78564	86896			1353277	0.0000	0.0620	0.0010	0.0630	
7 SLU	0	-5296			890	98893	1.188	2.50	0.1320	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1311	0.0008	0.1320	
	80096	88591			1353277	0.0000	0.0598	0.0007	0.0604	
8 SLU	0	-5289			858	99748	1.189	2.50	0.1318	OK
	18255	40383			1077473	0.0000	0.1310	0.0008	0.1318	
	80206	88712			1353277	0.0000	0.0596	0.0006	0.0603	

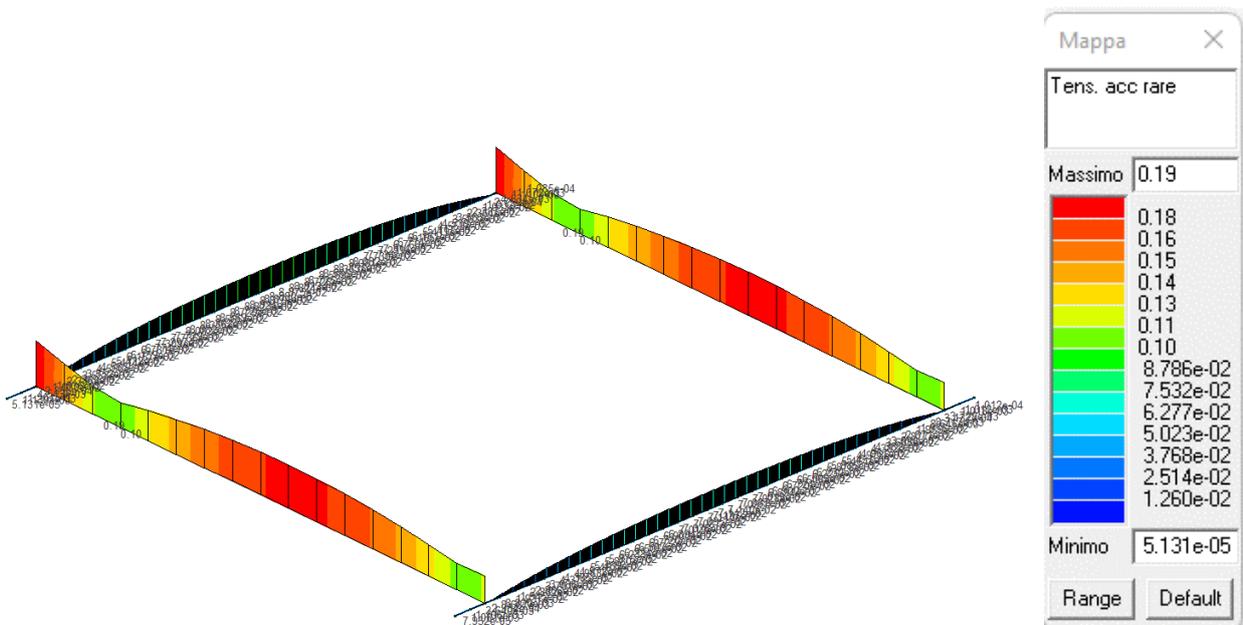
APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	136 di 252			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		PROGETTO ESECUTIVO								

7.13.6 Verifiche SLE

Si riportano qui di seguito l'esito delle verifiche del cordolo e della fondazione allo stato limite di esercizio.

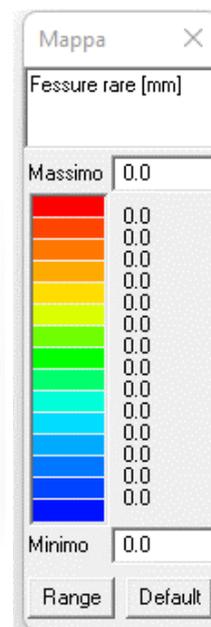
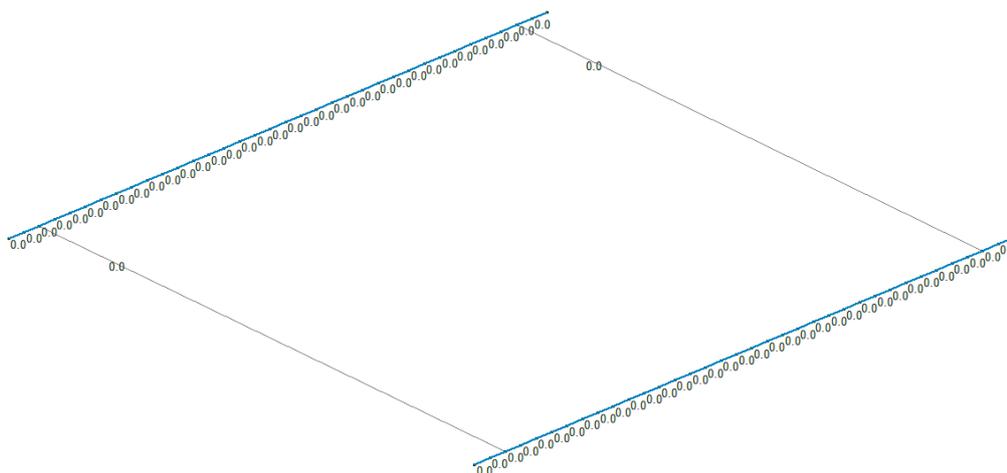


La verifica tensionale lato calcestruzzo in combinazione rara è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a **F.S. = 1/0.20 = 5 > 1** soddisfatta.

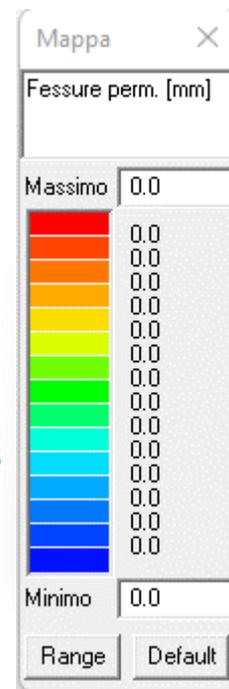
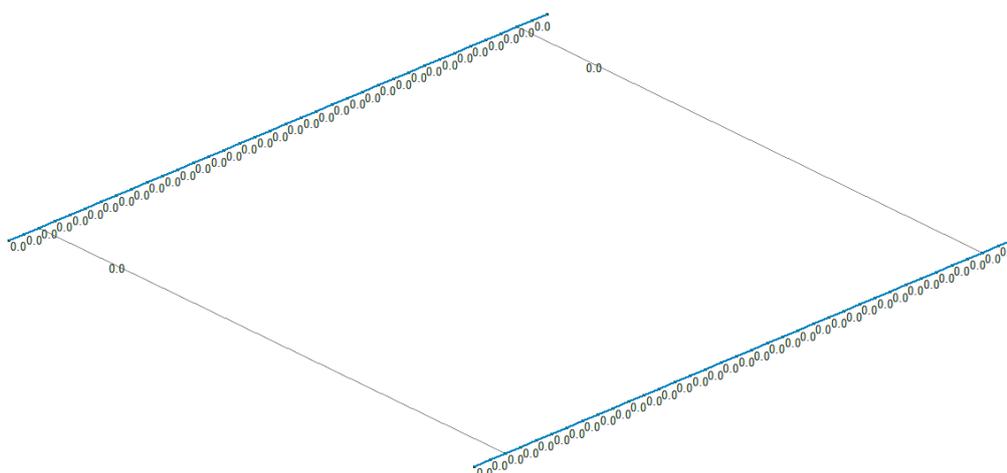


La verifica tensionale lato acciaio in combinazione rara è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a **F.S. = 1/0.19 = 5.26 > 1** soddisfatta.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	138 di 252



La verifica a fessurazione in combinazione rara è soddisfatta (non si aprono fessure).



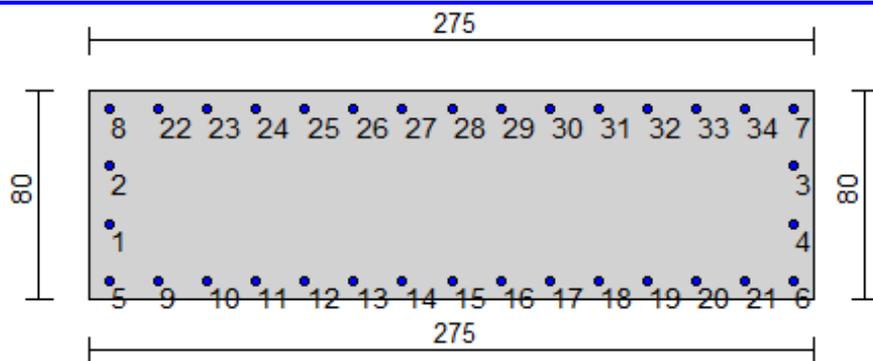
La verifica a fessurazione in combinazione permanente è soddisfatta (non si aprono fessure).

Si riportano per completezza le verifiche degli elementi più sollecitati della fondazione e del cordolo allo stato limite di esercizio.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 139 di 252

7.13.6.1 Fondazione scatolare (2.75m x0.8m)

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezione Fondazione lato dx (piazzale)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	80.0
2	275.0	80.0
3	275.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	7.6	29.2	3.14	no
2	7.6	50.8	3.14	no
3	267.4	50.8	3.14	no
4	267.4	29.2	3.14	no
5	7.6	7.6	3.14	no
6	267.4	7.6	3.14	no
7	267.4	72.4	3.14	no
8	7.6	72.4	3.14	no
9	26.2	7.6	3.14	no
10	44.7	7.6	3.14	no
11	63.3	7.6	3.14	no
12	81.8	7.6	3.14	no
13	100.4	7.6	3.14	no
14	118.9	7.6	3.14	no
15	137.5	7.6	3.14	no
16	156.1	7.6	3.14	no
17	174.6	7.6	3.14	no
18	193.2	7.6	3.14	no
19	211.7	7.6	3.14	no
20	230.3	7.6	3.14	no
21	248.8	7.6	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 140 di 252

22	26.2	72.4	3.14	no
23	44.7	72.4	3.14	no
24	63.3	72.4	3.14	no
25	81.8	72.4	3.14	no
26	100.4	72.4	3.14	no
27	118.9	72.4	3.14	no
28	137.5	72.4	3.14	no
29	156.1	72.4	3.14	no
30	174.6	72.4	3.14	no
31	193.2	72.4	3.14	no
32	211.7	72.4	3.14	no
33	230.3	72.4	3.14	no
34	248.8	72.4	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

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

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 141 di 252

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

CLS: $\sigma_{cL} = 174.3$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3600.0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
13 OK	-914694.2	-12807960.0	-0.1	35.4	0.20	-1586.4	0.44
14 OK	-945505.4	-14031140.0	-0.1	38.2	0.22	-1730.0	0.48
15 OK	-995196.4	-14102990.0	0.0	38.8	0.22	-1745.1	0.48

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

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	mm	
10 OK	-916466.0	-14750680.0	-0.1	0.00	0.00
11 OK	-938824.4	-15686060.0	0.0	0.00	0.00
12 OK	-976075.9	-15757930.0	0.0	0.00	0.00

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

Valori limite:

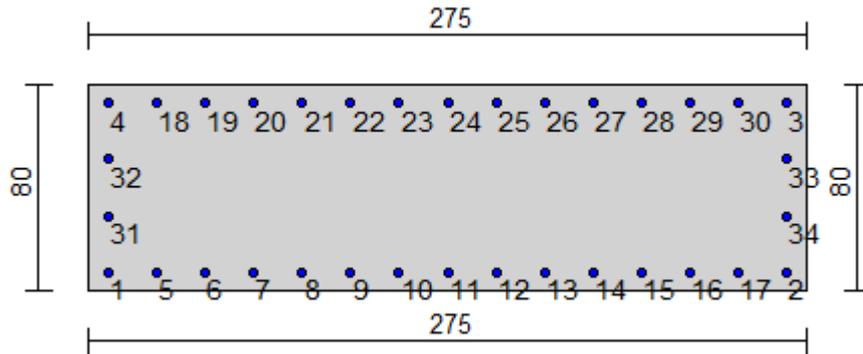
CLS: $\sigma_{cL} = 130.7$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0.20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
9 OK	-915341.9	-20362980.0	0.0	51.0	0.39	0.00	0.00

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 142 di 252

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni lato sx (autostrada)



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	80.0
2	275.0	80.0
3	275.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	7.6	7.6	3.14	no
2	267.4	7.6	3.14	no
3	267.4	72.4	3.14	no
4	7.6	72.4	3.14	no
5	26.2	7.6	3.14	no
6	44.7	7.6	3.14	no
7	63.3	7.6	3.14	no
8	81.8	7.6	3.14	no
9	100.4	7.6	3.14	no
10	118.9	7.6	3.14	no
11	137.5	7.6	3.14	no
12	156.1	7.6	3.14	no
13	174.6	7.6	3.14	no
14	193.2	7.6	3.14	no
15	211.7	7.6	3.14	no
16	230.3	7.6	3.14	no
17	248.8	7.6	3.14	no
18	26.2	72.4	3.14	no
19	44.7	72.4	3.14	no
20	63.3	72.4	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 143 di 252

21	81.8	72.4	3.14	no
22	100.4	72.4	3.14	no
23	118.9	72.4	3.14	no
24	137.5	72.4	3.14	no
25	156.1	72.4	3.14	no
26	174.6	72.4	3.14	no
27	193.2	72.4	3.14	no
28	211.7	72.4	3.14	no
29	230.3	72.4	3.14	no
30	248.8	72.4	3.14	no
31	7.6	29.2	3.14	no
32	7.6	50.8	3.14	no
33	267.4	50.8	3.14	no
34	267.4	29.2	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	144 di 252

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

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

CLS: $\sigma_{cL} = 174.3$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3600.0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
13 OK	-800350.8	12807420.0	0.1	34.3	0.20	-1570.4	0.44
14 OK	-769630.8	14030650.0	0.1	36.5	0.21	-1705.8	0.47
15 OK	-720360.4	14102700.0	0.0	36.2	0.21	-1707.3	0.47

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

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	mm	
10 OK	-800350.8	14750180.0	0.1	0.00	0.00
11 OK	-777165.1	15685590.0	0.0	0.00	0.00
12 OK	-740647.9	15757620.0	0.0	0.00	0.00

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

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 130.7$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

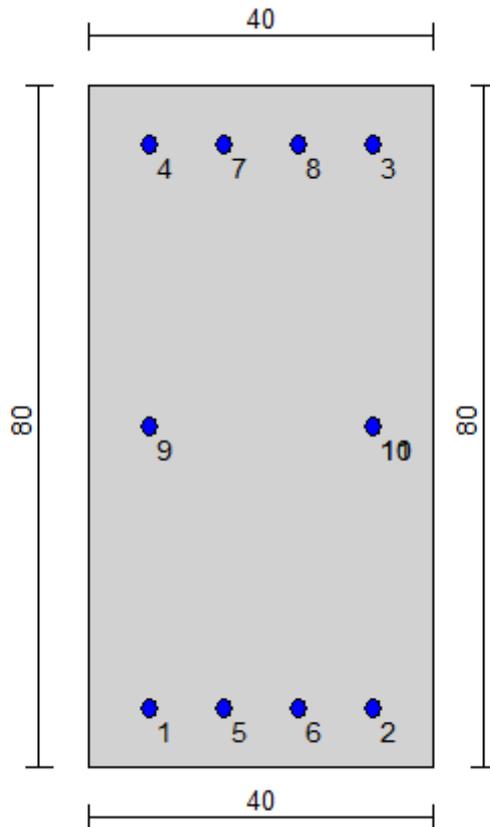
Fessure: $W_{kL} = 0.20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
9 OK	-799771.2	20362590.0	0.0	49.9	0.38	0.00	0.00

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 145 di 252

7.13.6.2 Cordolo scatolare (0.4mx0.80m)

2SI s.r.l - ProVLIM - Verifica sezioni



Geometria della sezione:

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0.0	80.0
2	40.0	80.0
3	40.0	0.0
4	0.0	0.0

Armature:

Pos.	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	7.0	7.0	3.14	no
2	33.0	7.0	3.14	no
3	33.0	73.0	3.14	no
4	7.0	73.0	3.14	no
5	15.7	7.0	3.14	no

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 146 di 252

6	24.3	7.0	3.14	no
7	15.7	73.0	3.14	no
8	24.3	73.0	3.14	no
9	7.0	40.0	3.14	no
10	33.0	40.0	3.14	no
11	33.0	40.0	3.14	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente aggressivo

Materiali:

Calcestruzzo classe: C28/35

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 350.00 daN/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 290.50 daN/cm²

fcd = 164.62 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 28.35 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 145483 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 325881 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 147 di 252

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

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

CLS: $\sigma_{cL} = 174.3$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3600.0$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato		daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²	
13	OK	-837063.3	24989.1	50728.9	30.3	0.17	409.0	0.00
14	OK	-955305.9	27383.0	55573.8	34.1	0.20	458.3	0.00
15	OK	-1144940.0	27537.2	55858.8	38.7	0.22	514.3	0.02

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

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		daN cm	daN cm	daN	mm	
10	OK	-837063.3	28787.9	58423.7	0.00	0.00
11	OK	-926303.0	30618.3	62128.7	0.00	0.00
12	OK	-1066856.0	30769.2	62413.6	0.00	0.00

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

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 130.7$ daN/cm² (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0.20$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato		daN cm	daN cm	daN	daN/cm ²		mm	
9	OK	-839294.3	39761.9	80653.2	38.6	0.30	0.00	0.00

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scitolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	148 di 252

7.13.7 Verifiche Geotecniche

Per le fondazioni dirette dello scatolare devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

a) SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- Scorrimento sul piano di posa;
- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

b) SLU di tipo strutturale (STR)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che, per ogni stato limite considerato, sia soddisfatta la condizione: $Ed \leq Rd$ con :

Ed valore di progetto dell'azione

Rd valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Sono stati analizzati due modelli di calcolo, il primo in cui la fondazione è stata modellata mediante elementi a plate per valutarne la capacità portante ed il secondo mediante elementi beam per le verifiche strutturali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

approccio 1:

- Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- Combinazione 2 (A2+M2+R2)

approccio 2: (A1+M1+R3)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del D.M. 14/01/2008.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 149 di 252

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_M $\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento è soddisfatta se risulta verificata la seguente disuguaglianza fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s : $F_s \geq F_r$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

Con riferimento all'Approccio 2: (A1 + M1 + R3), per il coefficiente γ_R decurtativo della resistenza globale del terreno si assume il valore di 1.1.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

La verifica è soddisfatta se risulta verificata la disuguaglianza: $Q_u \geq P$, dove:

Q_u è il carico limite, P la risultante verticale dei carichi in fondazione.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	150 di 252

La verifica viene effettuata con riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3), utilizzando per il coefficiente γ_R decurtativo della resistenza globale del terreno il valore di 1.4.

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di HANSEN.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

c coesione del terreno in fondazione;

ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ peso di volume del terreno in fondazione;

B larghezza della fondazione;

D profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e \pi \operatorname{tg} \phi$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 D/B \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \text{ per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 D/B \sqrt{K_p} \text{ per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\alpha$$

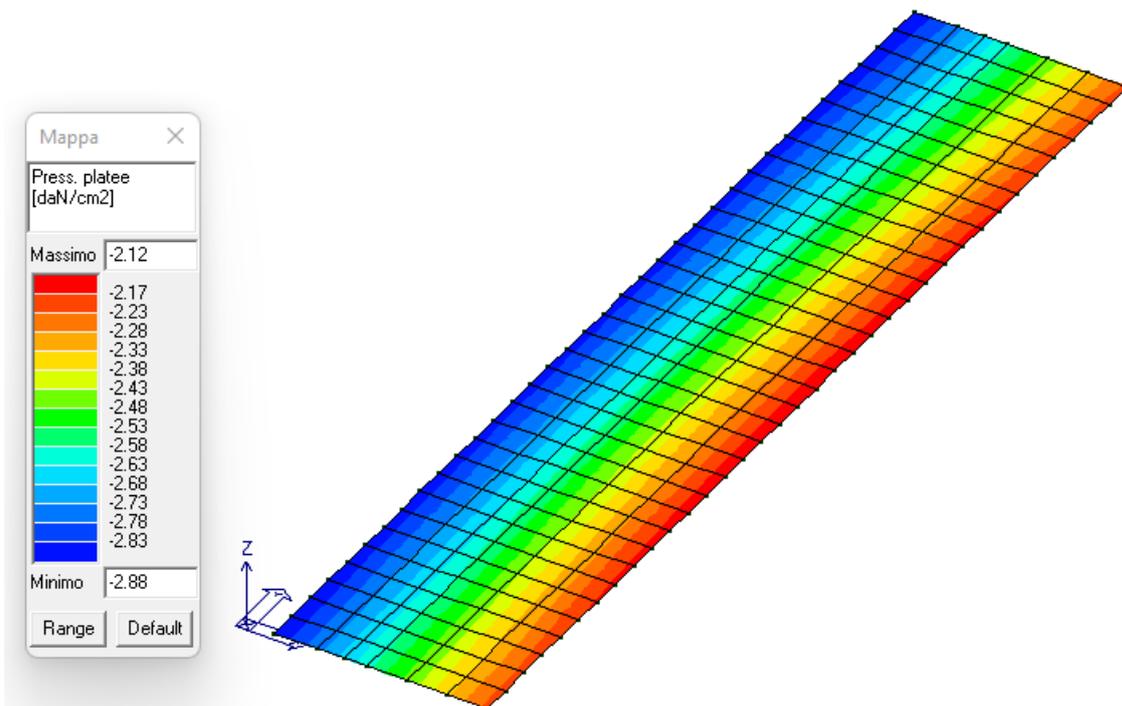
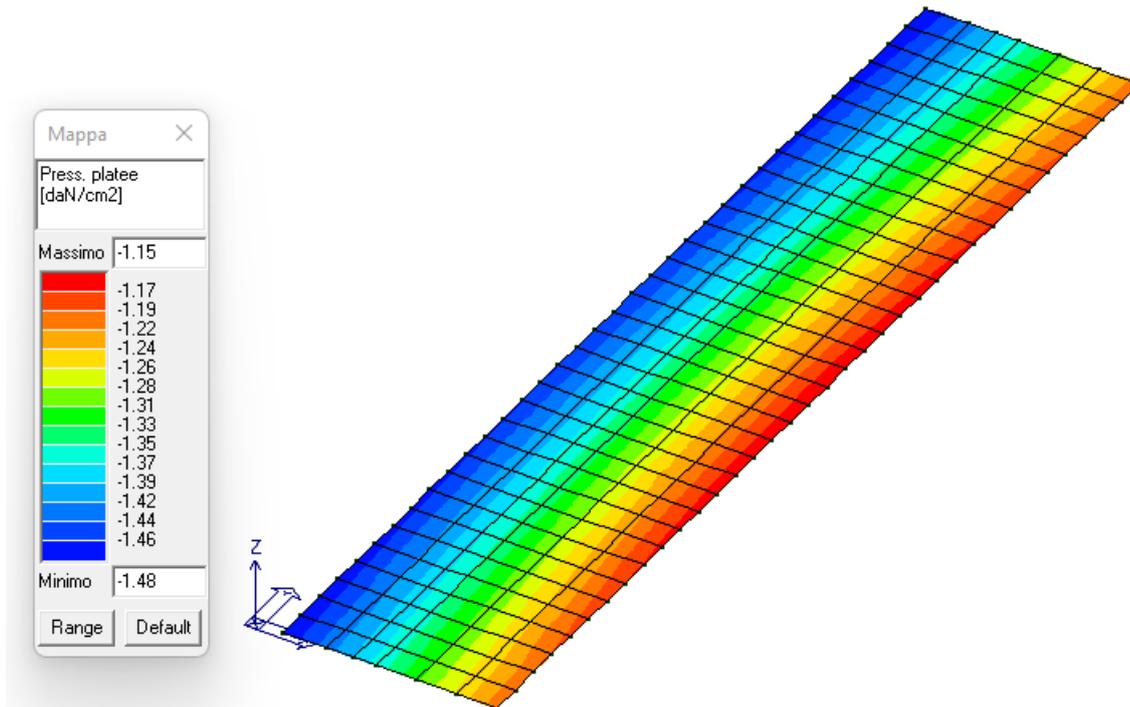
$$i_\gamma = (1 - \theta^\circ/\phi^\circ)^\alpha \text{ per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \text{ per } \phi = 0$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 151 di 252

7.13.7.1 Verifica a capacità portante lato dx (lato piazzale)

Si riporta la verifica a capacità portante con approccio A1+M1+R3 ($\gamma_{\text{capacità}} = 2.30$), in tensioni efficaci, considerando i carichi applicati al paragrafo 7.13 della presente relazione.



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 152 di 252

L = 13.75 m.	base	Fitr = ang. di attr. dal triassiale Fitr = Fips se $F_i \leq 34^\circ$ se $L/B \leq 2$, usare Fitr se $L/B > 2$, usare $Fips = 1.5 * Fitr - 17^\circ$	<table border="1"> <tr> <td>Nq</td> <td>Nc</td> <td>N_γ</td> <td>$N_\gamma(V)$</td> </tr> <tr> <td>26.09</td> <td>38.64</td> <td>24.44</td> <td>35.19</td> </tr> <tr> <td colspan="2">qu = 3683.85</td> <td colspan="2">KN m⁻²</td> </tr> </table>		Nq	Nc	N_γ	$N_\gamma(V)$	26.09	38.64	24.44	35.19	qu = 3683.85		KN m ⁻²		<table border="1"> <tr> <td>HANSEN</td> <td>Sic</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>qult. =</td> <td>1098.87</td> <td>KN m⁻²</td> </tr> <tr> <td>qamm. =</td> <td>477.77</td> <td>KN m⁻²</td> </tr> <tr> <td>VESIC</td> <td>Sic</td> <td>2.3</td> </tr> <tr> <td>qult. =</td> <td>1363.92</td> <td>KN m⁻²</td> </tr> <tr> <td>qamm. =</td> <td>593.01</td> <td>KN m⁻²</td> </tr> </table>	HANSEN	Sic	2.3	qult. =	1098.87	KN m ⁻²	qamm. =	477.77	KN m ⁻²	VESIC	Sic	2.3	qult. =	1363.92	KN m ⁻²	qamm. =	593.01	KN m ⁻²
Nq	Nc				N_γ	$N_\gamma(V)$																													
26.09	38.64				24.44	35.19																													
qu = 3683.85					KN m ⁻²																														
HANSEN	Sic				2.3																														
qult. =	1098.87	KN m ⁻²																																	
qamm. =	477.77	KN m ⁻²																																	
VESIC	Sic	2.3																																	
qult. =	1363.92	KN m ⁻²																																	
qamm. =	593.01	KN m ⁻²																																	
D = 2.75 m.	largh																																		
L/B = 5.00	prof																																		
D/B = 0.291																																			
$\gamma = 19.5000$ KN m ⁻³																																			
q = 15.6000 KN m ⁻²																																			
C = 0.00 KN m ⁻²																																			
$\phi = 33.00^\circ$																																			
Kp = 3.392																																			
Ka = 0.295																																			
FATTORI DI FORMA		s'c = 0.040	FATTORI DI PROFONDITA'		d'c = 0.116																														
		sc = 1.135			dc = 1.116																														
		sq = 1.130			dq = 1.078																														
		s γ = 0.920			d γ = 1.000																														
FATTORI DI INCLINAZIONE DEL CARICO		Hansen	Vesic	Indic. incl	FATTORI DI INCLINAZIONE DEL TERRENO (FOND. SU PENDIO)																														
N = 830.00 Kn	i'c =	0.000	0.000	0	Hansen Vesic																														
Mx = 0.00 Kn m	ic =	1.000	1.000	i pendio = 0°	g'c = 0.00 0.00																														
My = 0.00 Kn m	iq =	1.000	1.000		gc = 1.00 1.00																														
2ex = 0.00 m.	i γ =	1.000	1.000		gq=g γ = 1.00 1.00																														
2ey = 0.00 m.				FATTORI DI INCLINAZIONE DEL PIANO DI FONDAZIONE (BASE INCLINAT																															
B' = 2.75 m.		1.000	1.000	ca = 0.00 t/m2	b'c = 0.000 0.000 0.000																														
L' = 13.75 m.		1.000	1.000	$\mu = 0^\circ$	bc = 1.000 1.000 1.000																														
Af = 37.81 m ²		1.000	1.000	N = 830.00 t/m2	bq(H)= 1.000 1.000 1.000																														
m = 1.16666667				H = 0.00 t/m2	b γ (H)= 1.000 1.000 1.000																														
					bq=b γ (V)= 1.000 1.000 1.000																														
	13.75																																		
	2.75																																		

Come si può osservare dalle immagini precedenti:

σ terreno massima è pari a 288 KN/m² < qamm = 477.77 KN /m² (**F.S. = 1.66 > 1**)

Ottenuta mediante la formulazione di Hansen, pertanto, la verifica a capacità portante della fondazione lato dx (piazzale) è soddisfatta.

7.13.7.2 Verifica a scorrimento lato dx (lato piazzale)

Si riporta la verifica a scorrimento con approccio A1+M1+R3 ($\gamma_{scorrimento} = 1.10$), considerando i carichi applicati al paragrafo 7.13 della presente relazione.

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 158.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\phi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 271.45 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 246.77 \geq H_d = 158.00 \quad (\text{kN})$$

La verifica a scorrimento è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a: **F.S. = 1.57**

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 153 di 252

7.13.7.3 Verifica a capacità portante lato sx (lato autostrada)

Si riporta la verifica a capacità portante con approccio A1+M1+R3 ($\gamma_{capacità} = 2.30$), in tensioni efficaci, considerando i carichi applicati al paragrafo 7.13 della presente relazione.

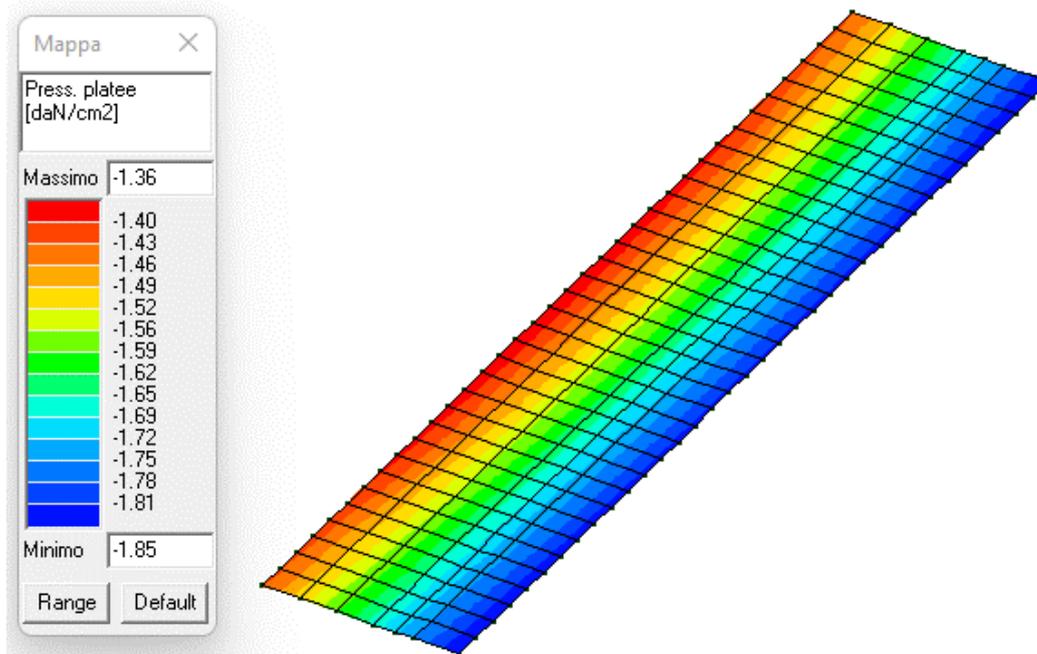


Fig. 141 – Massima Pressioni sul terreno lato sx (autostrada)

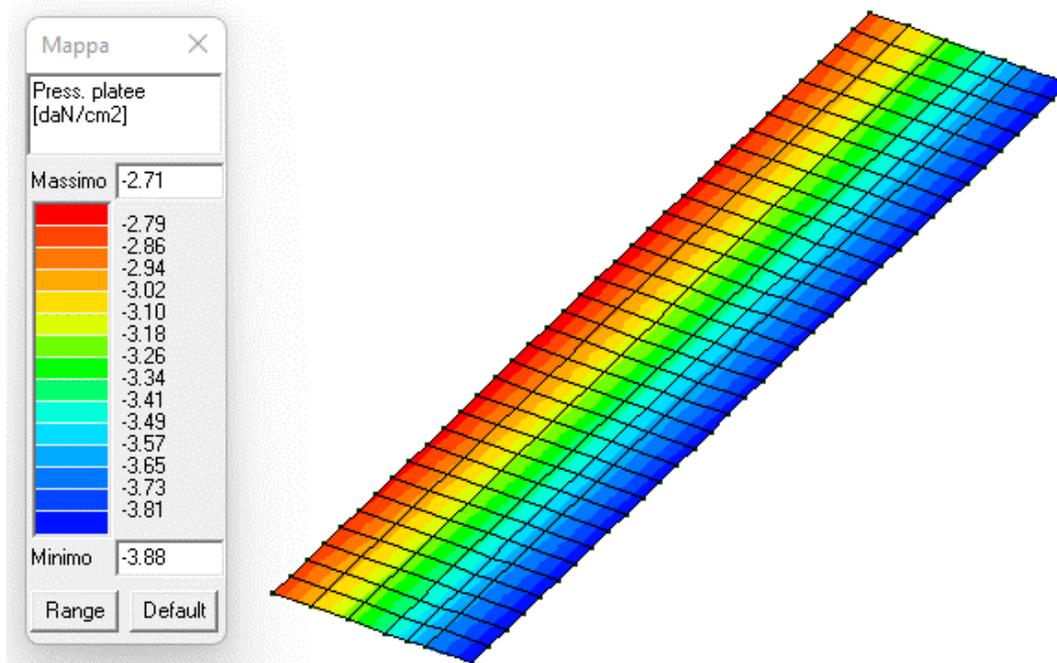


Fig. 142 – Minima Pressioni sul terreno lato sx (autostrada)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 155 di 252

7.14. VERIFICA CORDOLO

Le verifiche dei cordoli sono state effettuate con l'ausilio del software di calcolo ProSAP (2SI). Tali elementi garantiscono, oltre alla chiusura laterale del rilevato sopra allo scatolare, il supporto per le barriere / sicurvia.

7.14.1 Muro di risvolto Spalla 1

Si fa riferimento ad una mensola d'altezza massima $h = 3.50$ m, lunghezza circa 15.0 m e spessore $s = 0.75$ m. Il muro sul lato interno ed esterno è armato verticalmente con barre longitudinali $\phi 16/20$, mentre orizzontalmente sono presenti barre $\phi 16/20$. (Incidenza 60 kg/m^3)

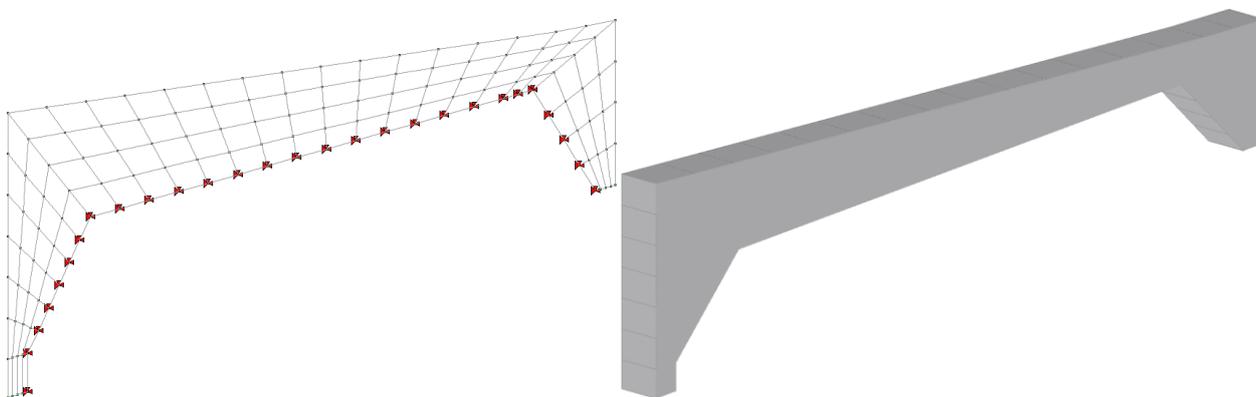


Fig. 143; Vista filo di ferro e vista solida

I carichi agenti considerati per il calcolo sono riportati nelle seguenti figure:

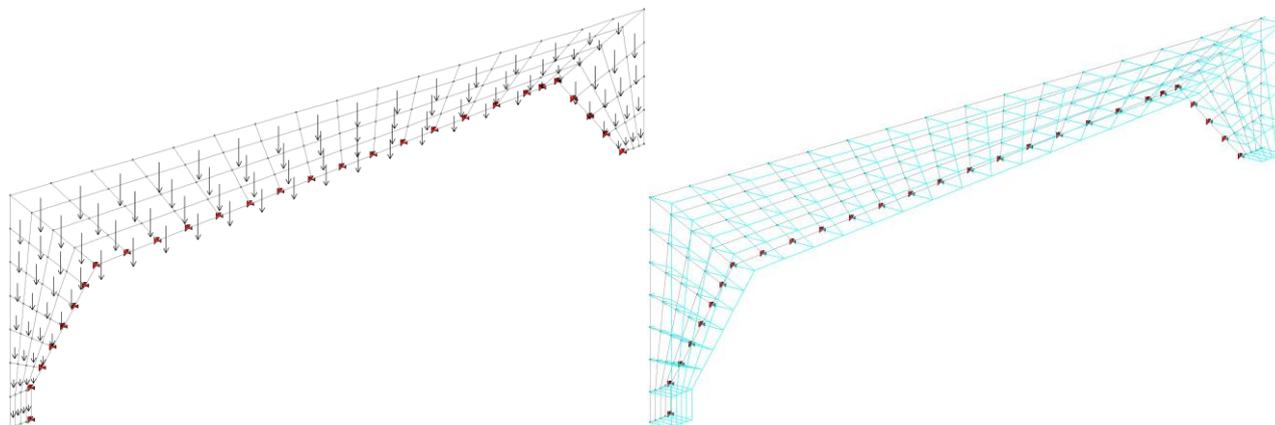


Fig. 144; Peso proprio e spinta dovuta al carico da traffico

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 156 di 252

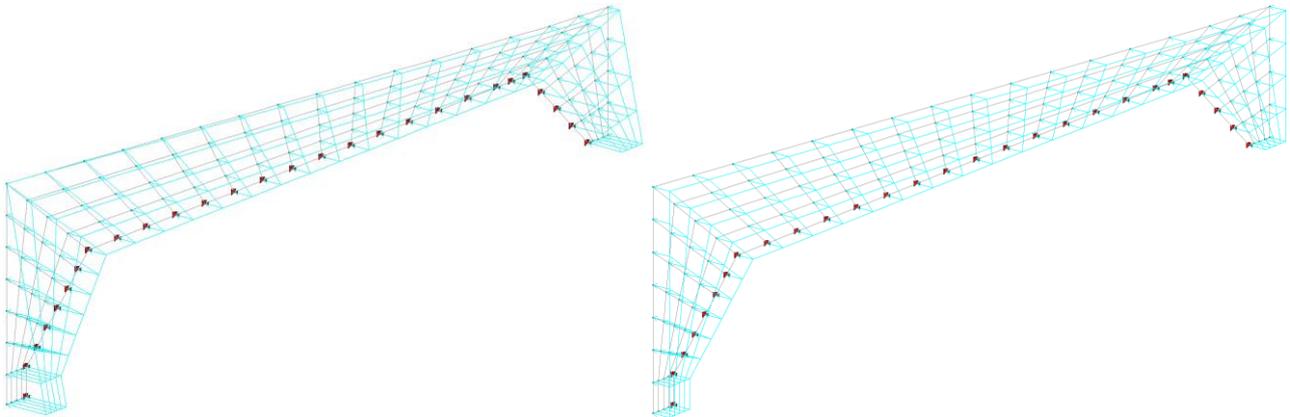


Fig. 145; Spinta terreno statica e spinta dovuta al sisma

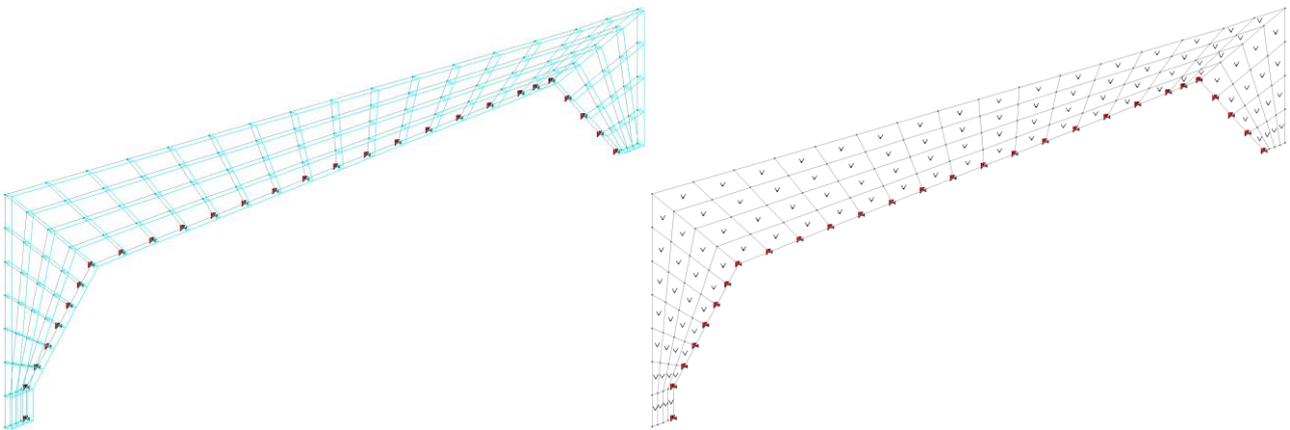


Fig. 146; Inerzia in X e Inerzia Z+

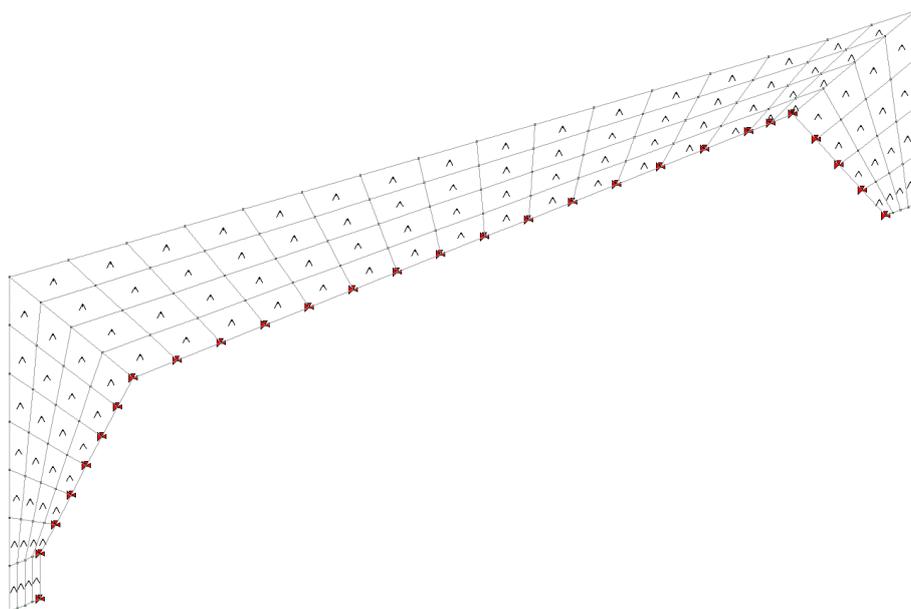


Fig. 147; Inerzia Z-

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 157 di 252

Spinta traffico: $Q_{\text{traffico}} = Q * k_a = 20 \text{ kN/m}^2 * 0.317 = 6.34 \text{ kN/m}^2$

Spinta del terreno: $Q_{\text{terreno}} = \gamma * h * k_a = 19.5 \text{ kN/m}^3 * 6.66 \text{ m} * 0.317 = 22.87 \text{ kN/m}^2$

Spinta sisma: $Q_{\text{sisma terreno}} = \gamma * h * [k_{ae} * (1 - k_v) - k_a] =$
 $= 19.5 \text{ kN/m}^3 * 3.70 \text{ m} * [0.404 * (1 - 0.052) - 0.317] = 4.76 \text{ kN/m}^2$

$Q_{\text{inerzia muro y}} = \gamma * \text{sp. muro} * k_h = 25 \text{ kN/m}^3 * 0.75 \text{ m} * 0.104 = 1.95 \text{ kN/m}^2$

$Q_{\text{inerzia muro z}} = \gamma * \text{sp. muro} * k_h = 25 \text{ kN/m}^3 * 0.75 \text{ m} * 0.052 = 0.975 \text{ kN/m}^2$

Combinazioni di calcolo:

Comb.	Peso Proprio	Spinta Terreno	Variabile Traffico	Sisma Terreno	Sisma orizz. Struttura	Sisma vert. Struttura z= +1	Sisma vert. Struttura z= -1
SLU1	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0
SLU2_SLV	1	1	0	1	1	0.3	0
SLU3_SLV	1	1	0	1	1	0	0.3
SLU4_SLV	1	1	0	0.3	0.3	1	0
SLU5_SLV	1	1	0	0.3	0.3	0	1
SLE6 rara	1	1	1	0	0	0	0
SLE7 freq.	1	1	0.75	0	0	0	0
SLE8 q.p.	1	1	0	0	0	0	0

Si riportano le sollecitazioni massime ottenute dalla modellazione:

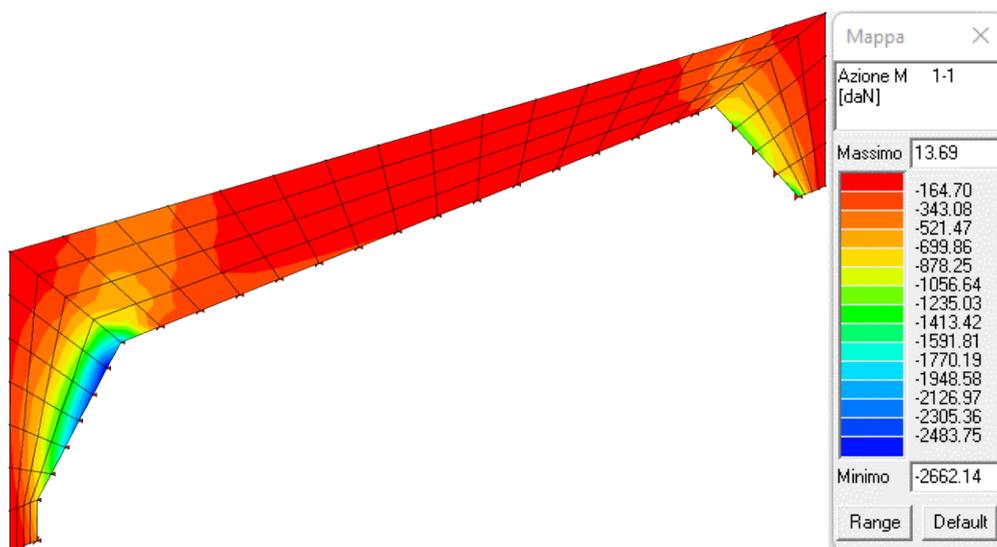


Fig. 148; Sollecitazioni flettente M11- comb. SLU

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	158 di 252
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		PROGETTO ESECUTIVO								

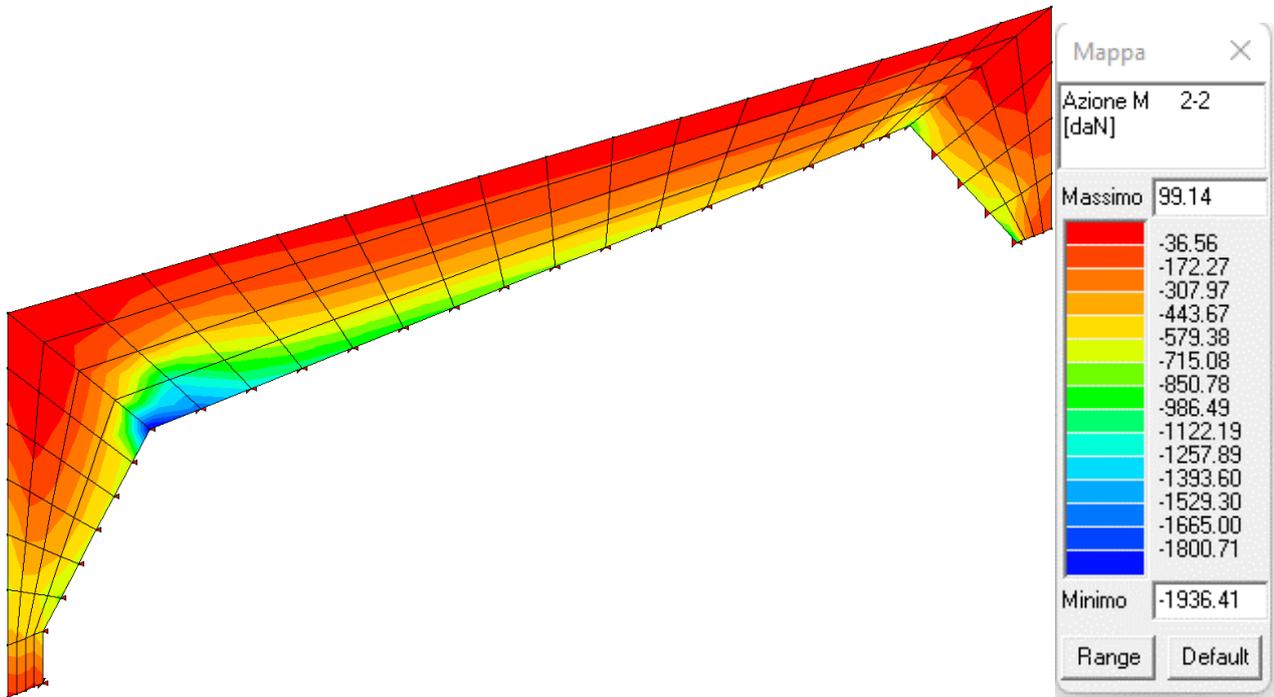


Fig. 149; Sollecitazione flettente M22 – comb. SLU

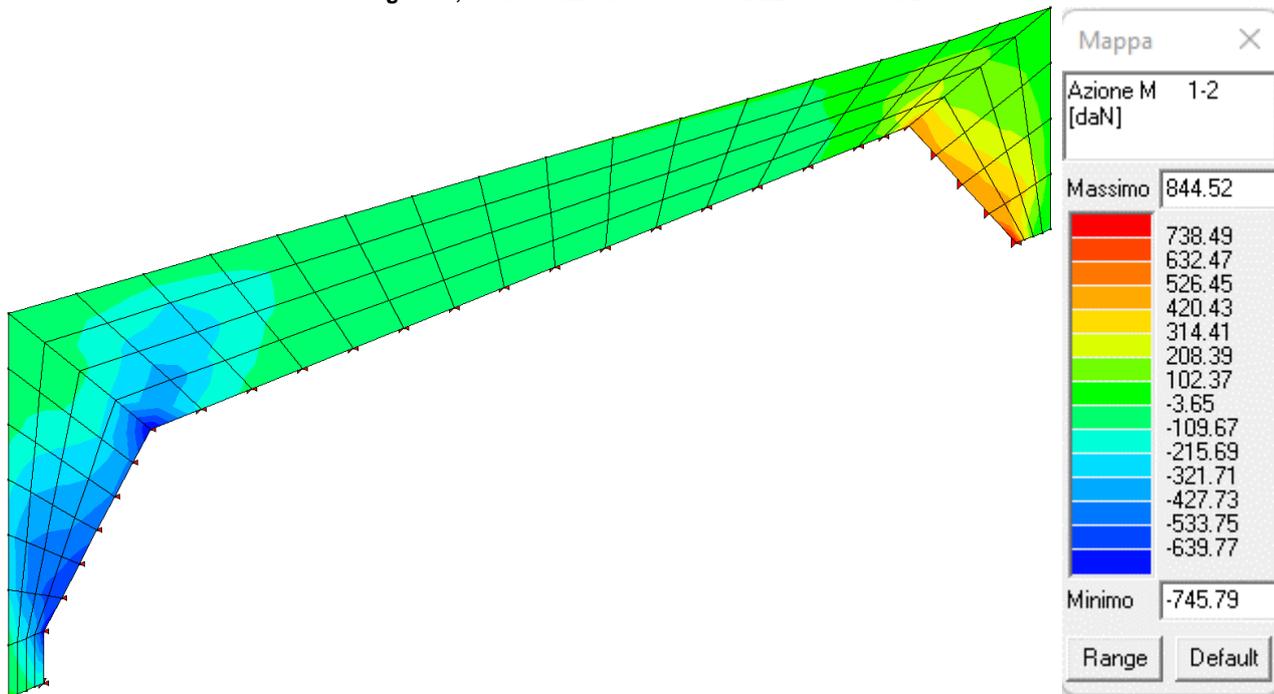


Fig. 150; Sollecitazione flettente M12 – comb. SLU

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	159 di 252

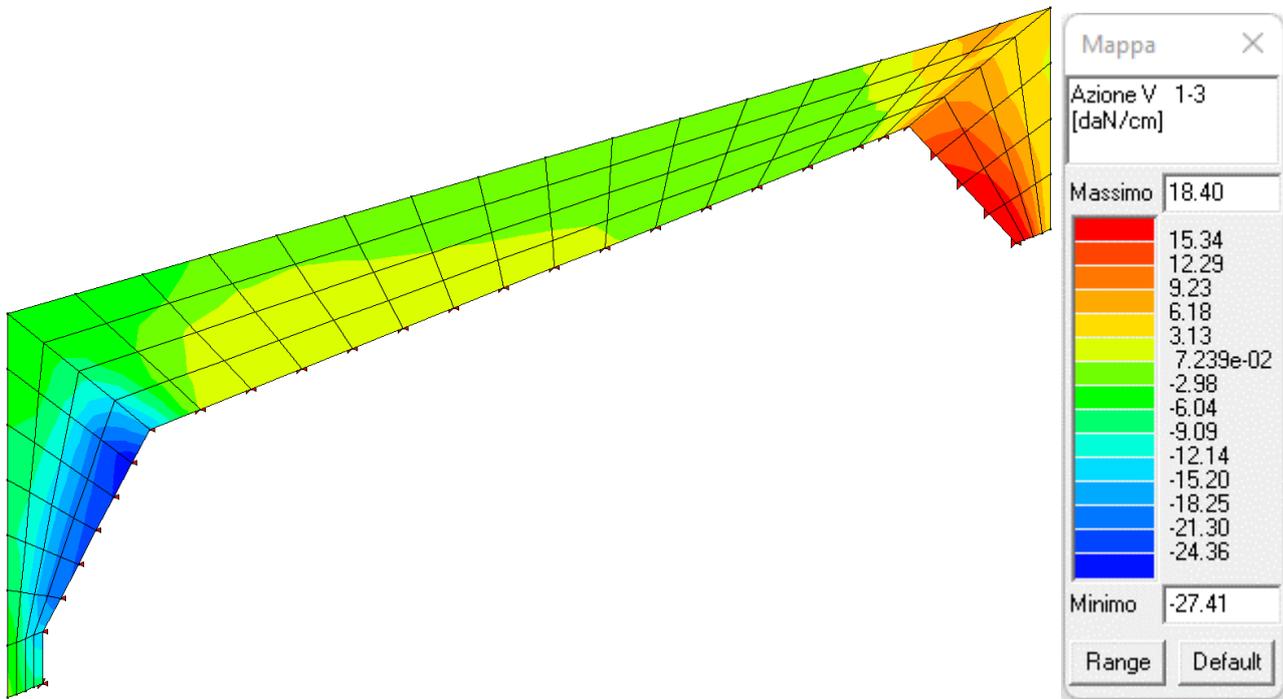


Fig. 151; Sollecitazione di taglio V13 – comb. SLU

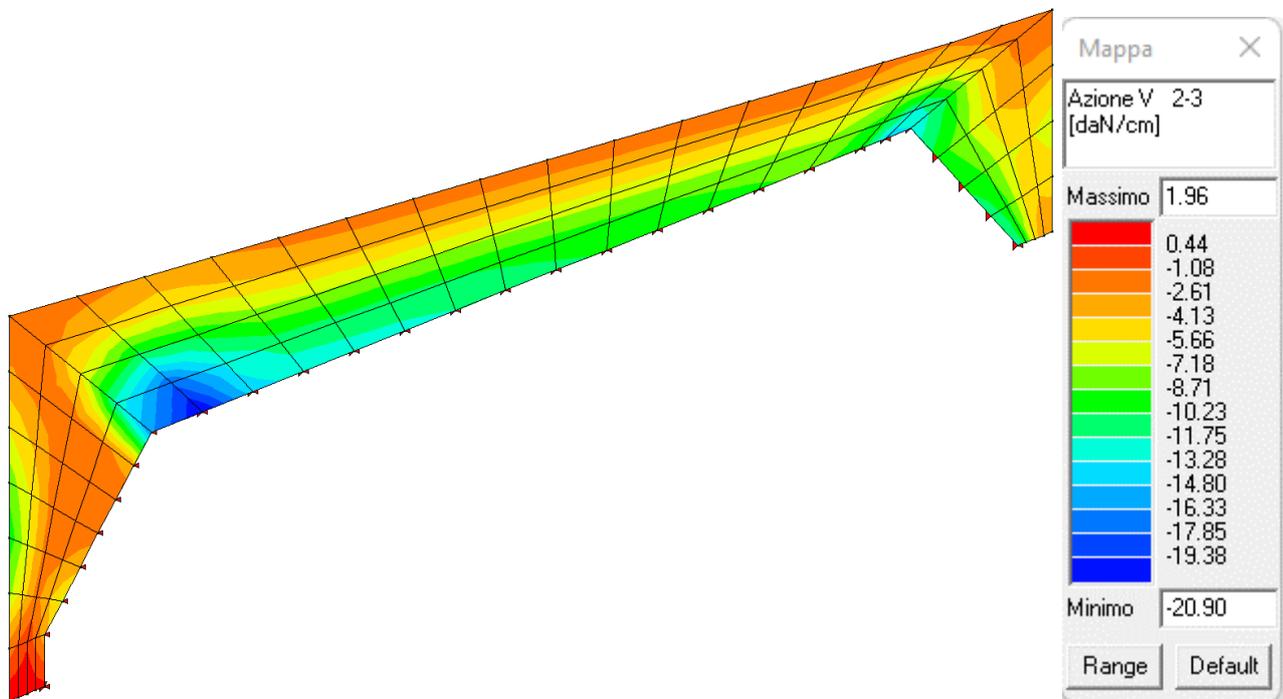


Fig. 152; Sollecitazione di taglio V23 – comb. SLU

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	160 di 252
11 – OPERE CIVILI		PROGETTO ESECUTIVO								
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo										

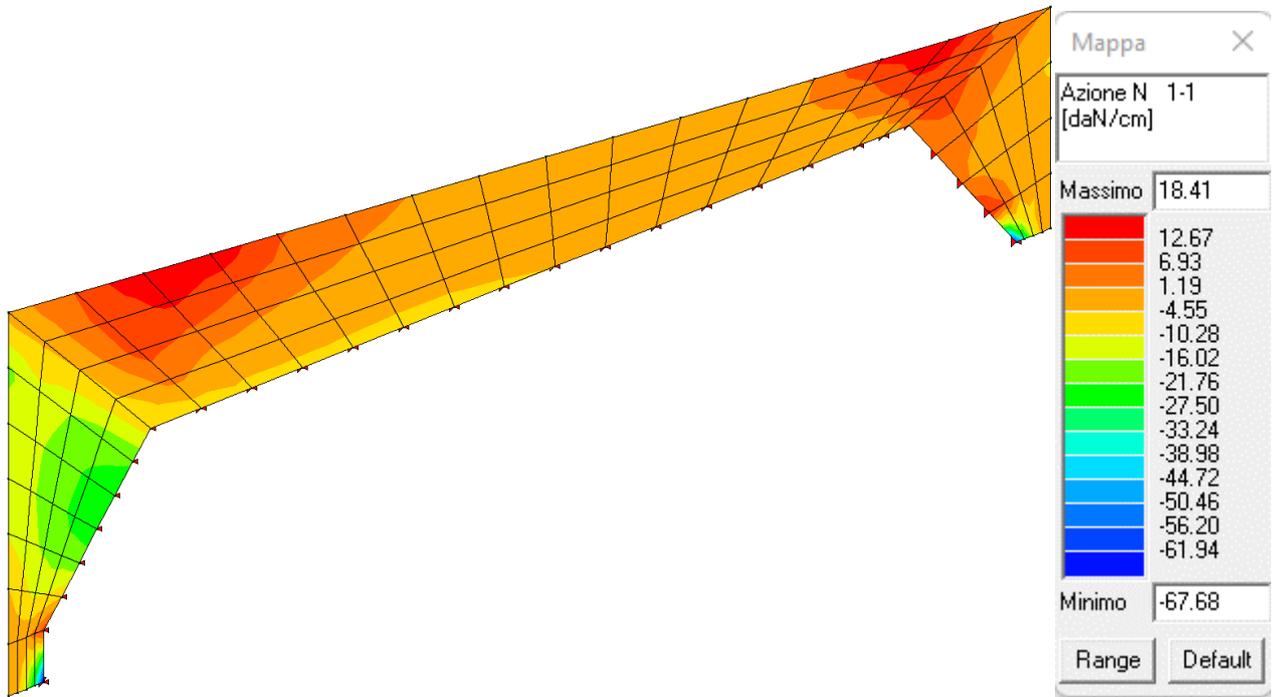


Fig. 153; Sollecitazione N11- comb. SLU

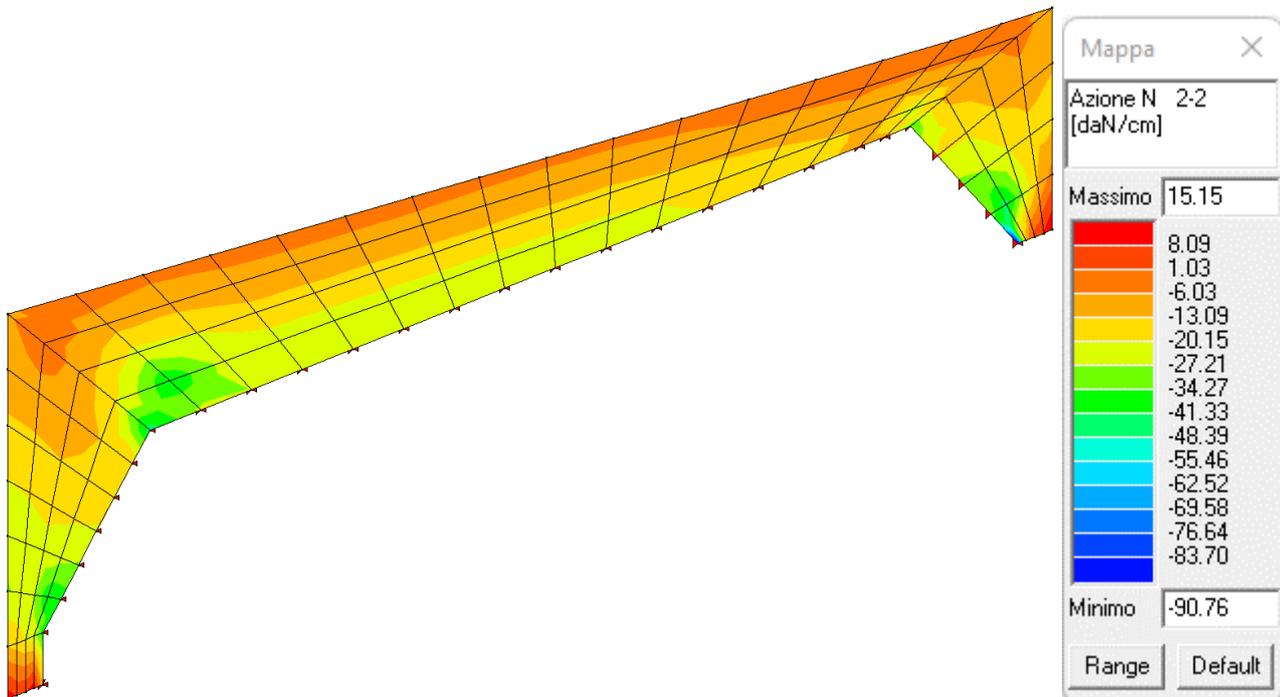


Fig. 154; Sollecitazione N22- comb. SLU

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	161 di 252

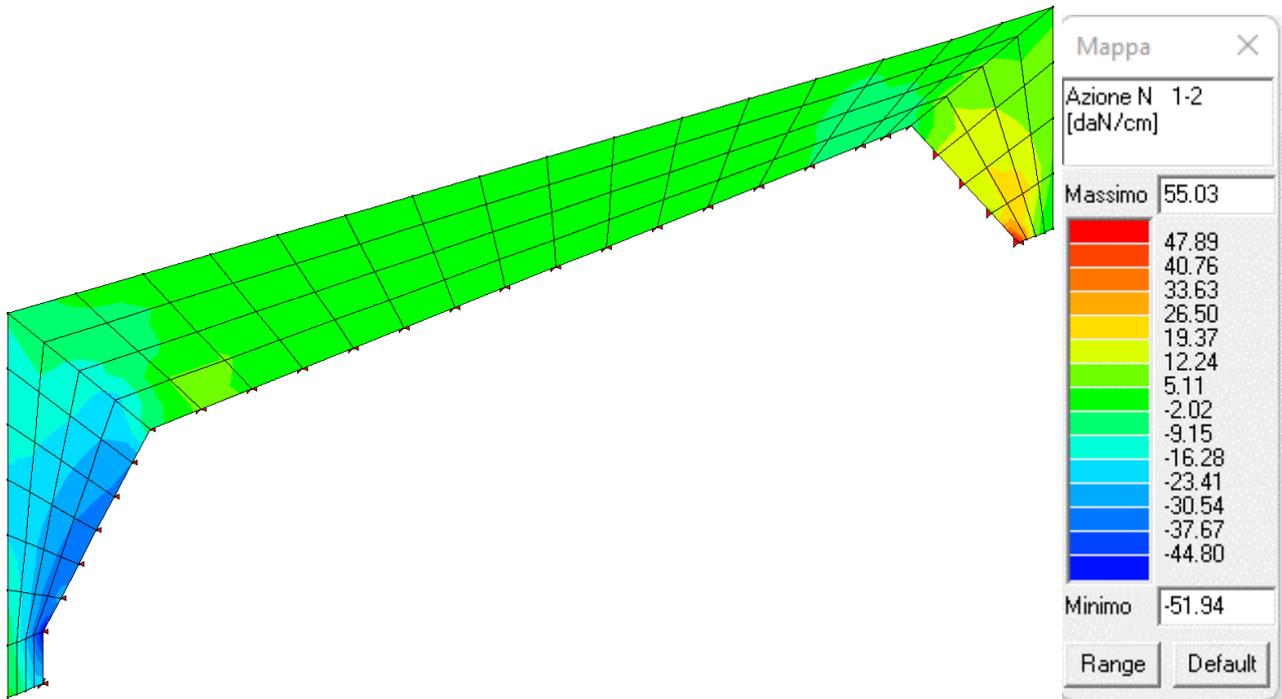


Fig. 155; Sollecitazione N12- comb. SLU

Il muro sul lato interno ed esterno è armato verticalmente con barre longitudinali $\phi 16/20$, mentre orizzontalmente sono presenti barre $\phi 16/20$

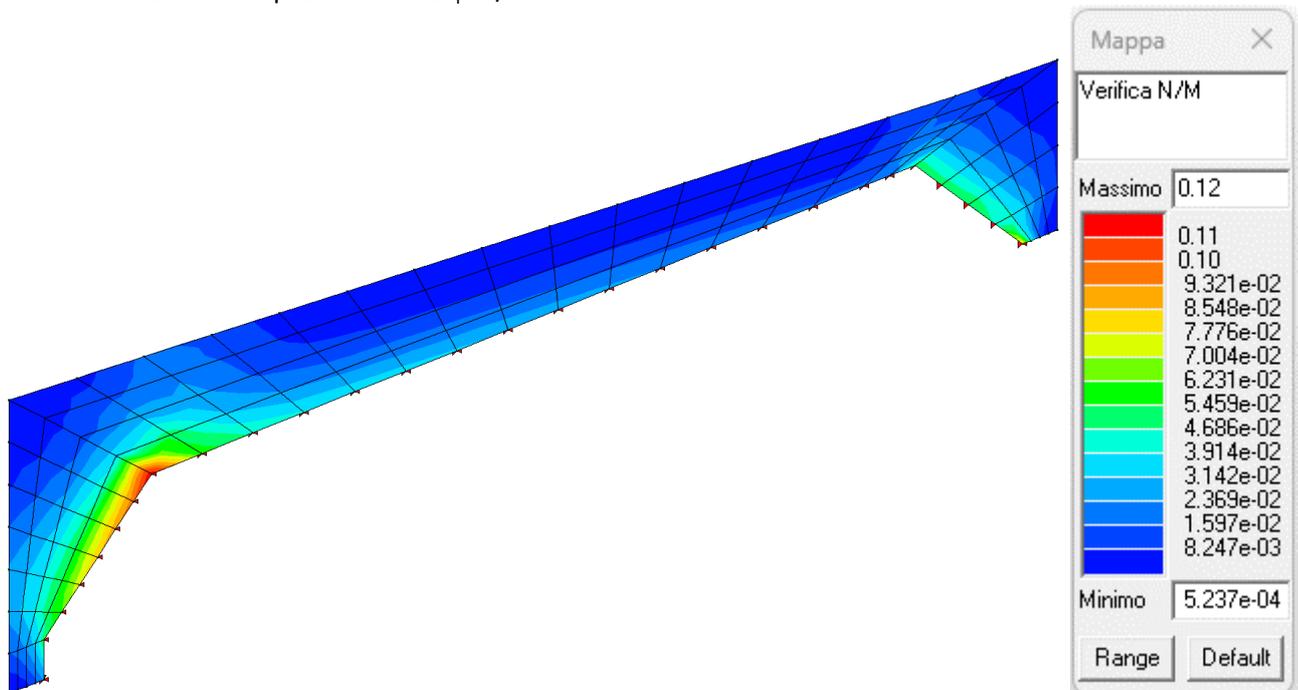


Fig. 156; Verifica N/M SLU

La verifica a pressoflessione è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a: $F.S. = 1/0.12 = 8.33$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	162 di 252

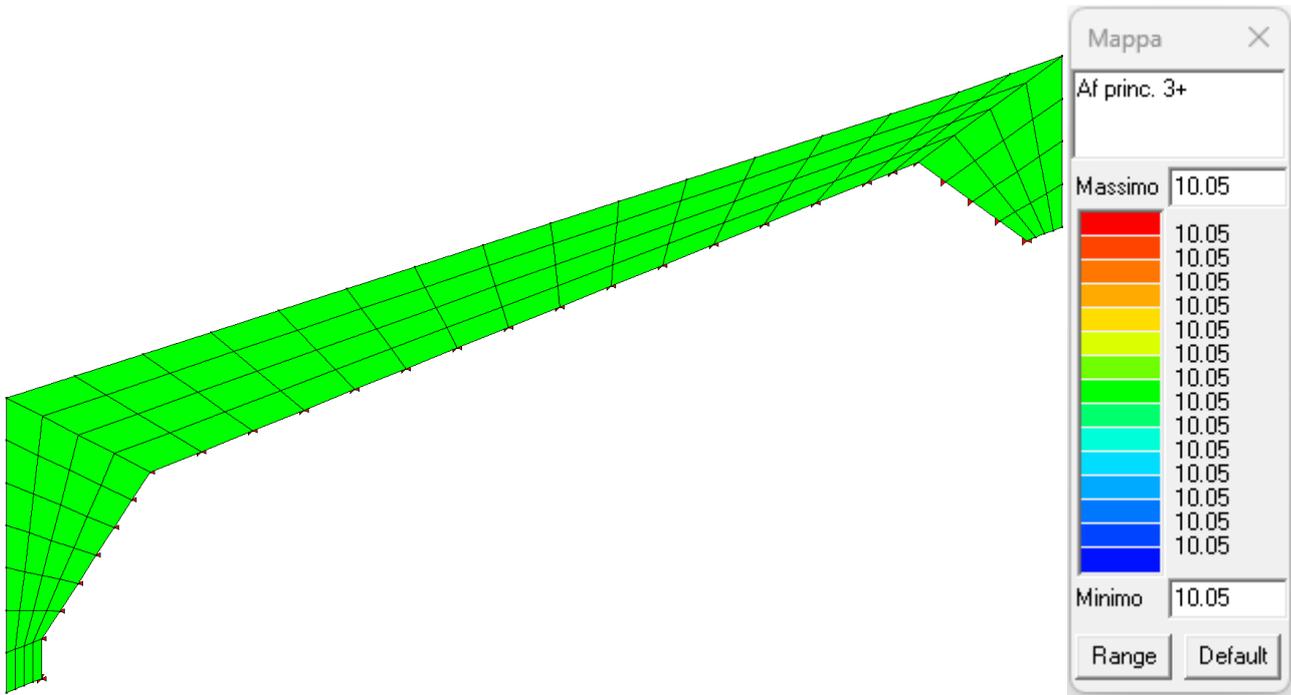


Fig. 157; Armatura principale Af 3+

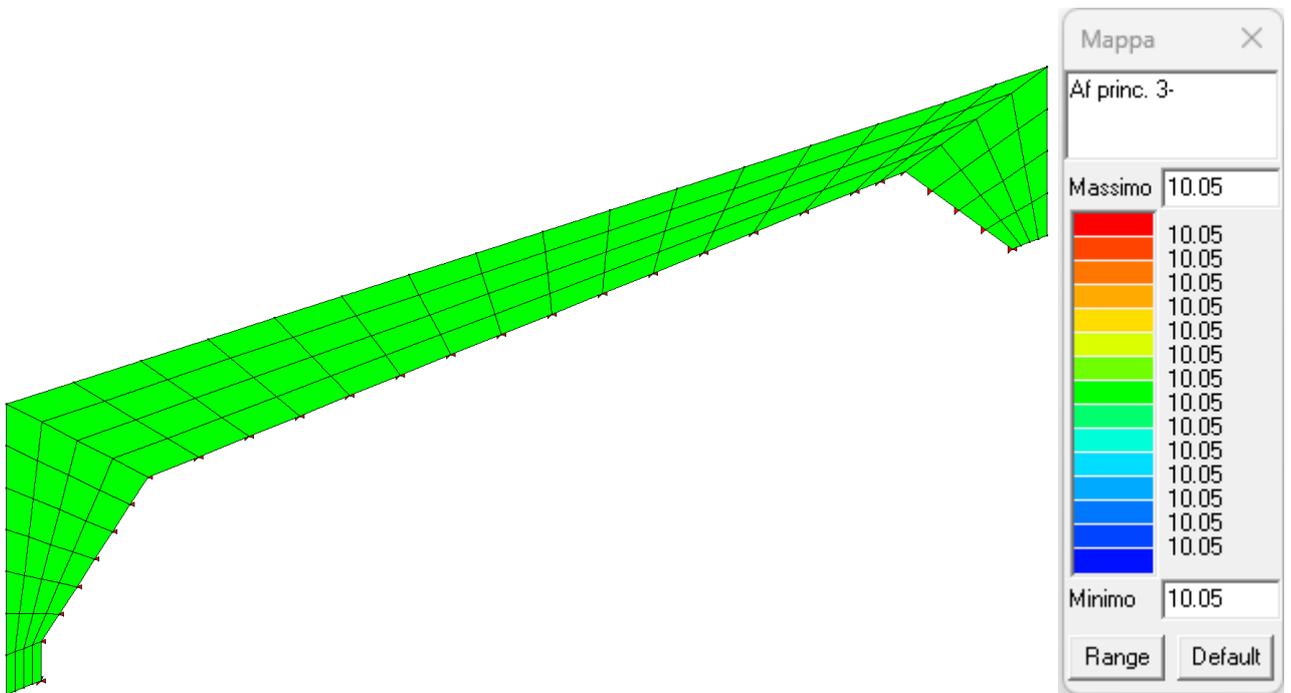


Fig. 158; Armatura principale Af 3-

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	163 di 252

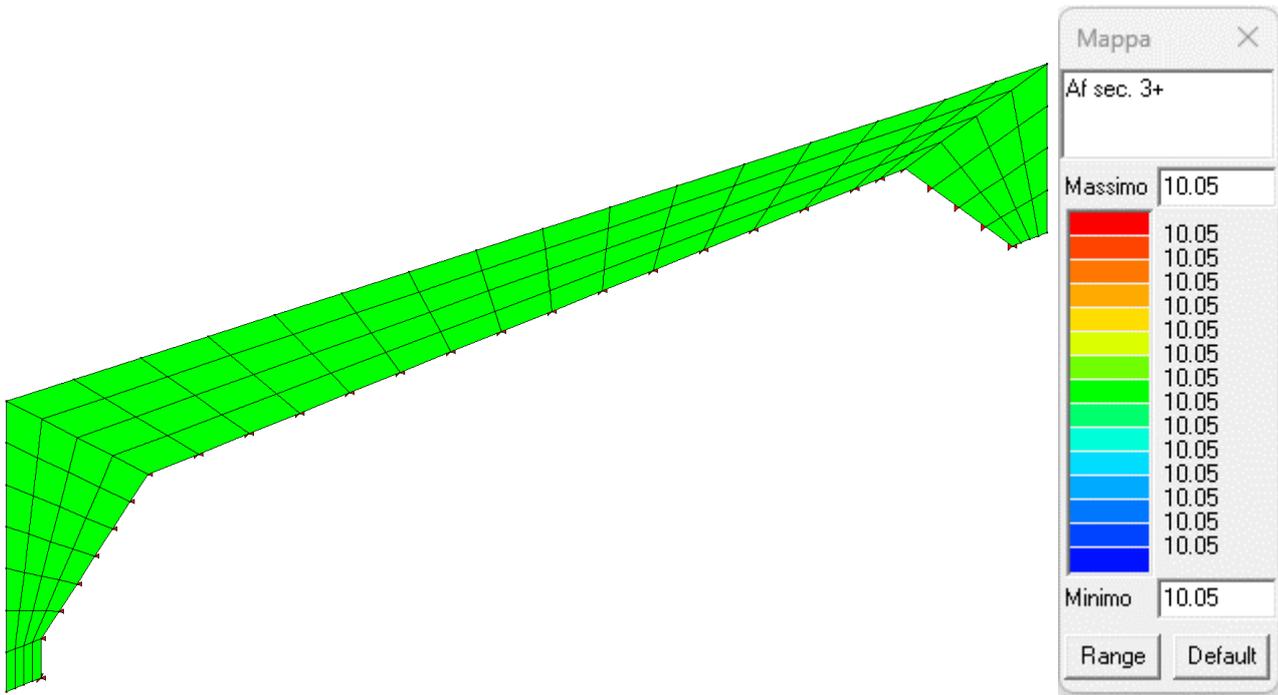


Fig. 159; Armatura secondaria Af 3+

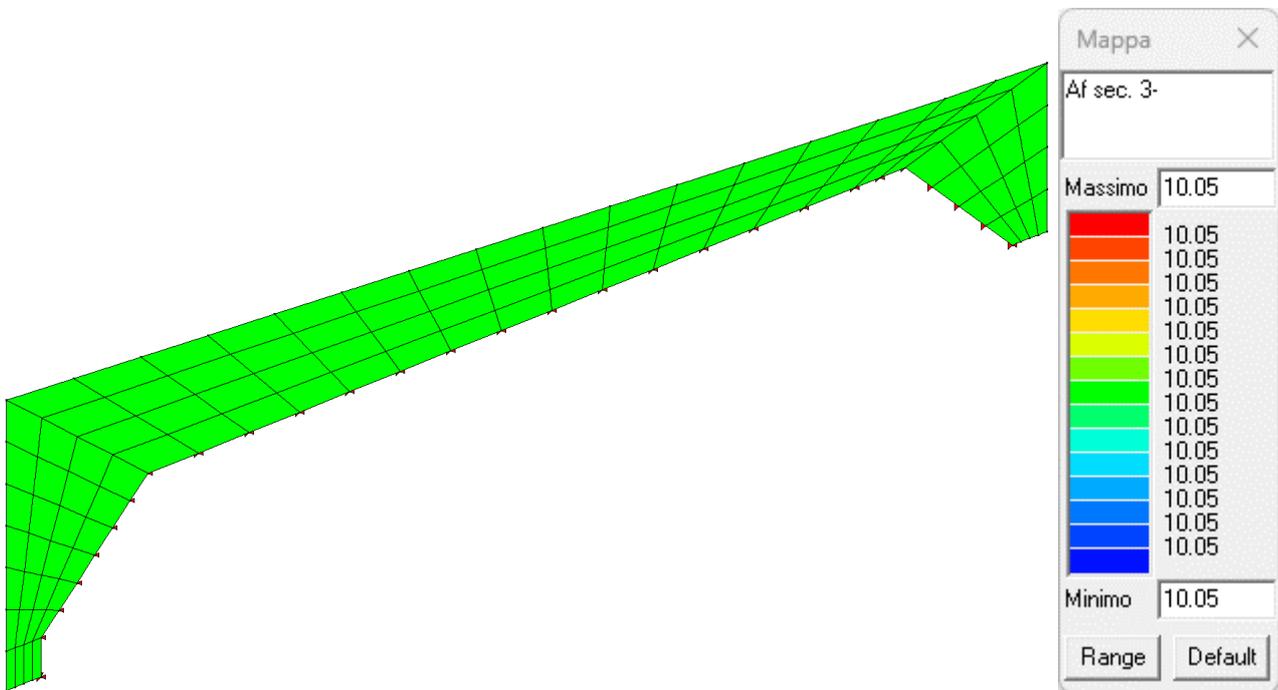


Fig. 160; Armatura secondaria Af 3-

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	164 di 252

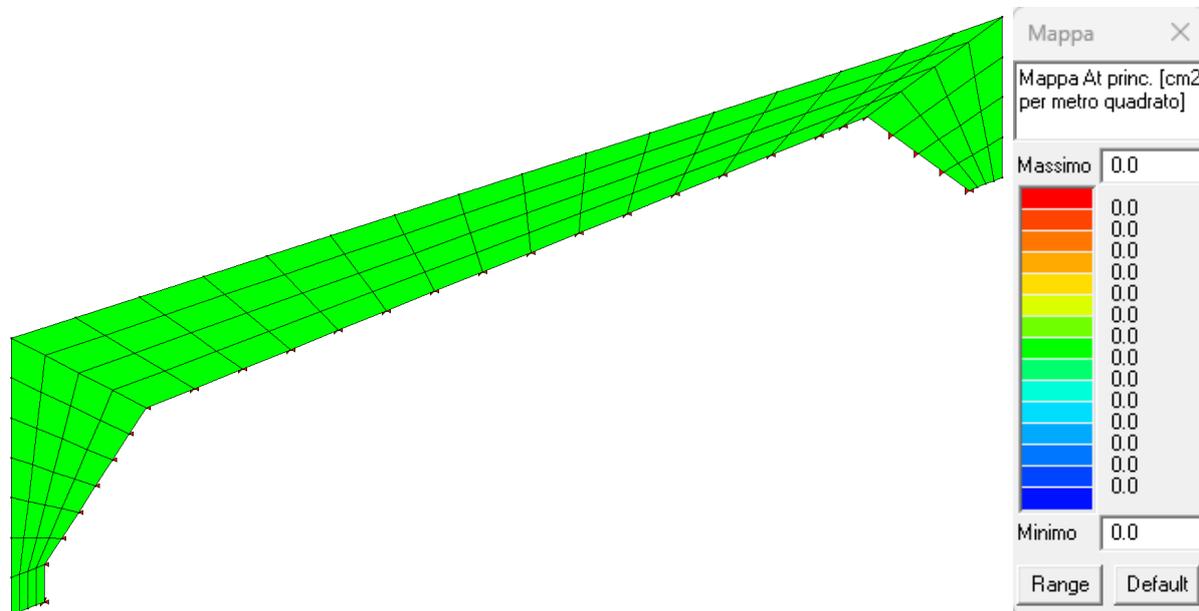


Fig. 161; Armatura taglio principale At

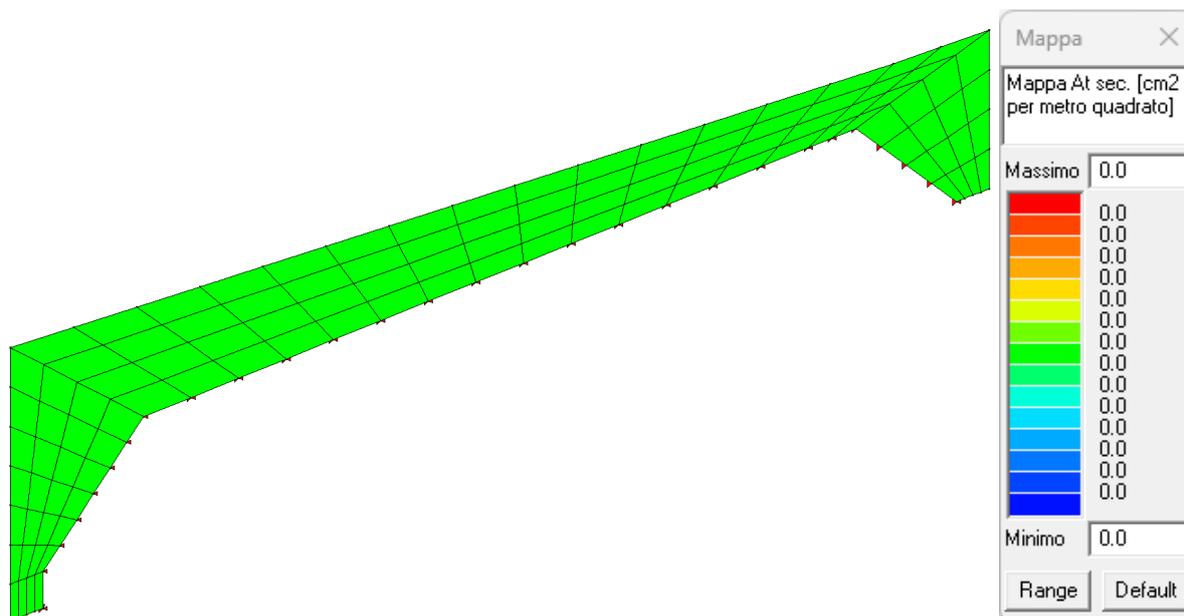


Fig. 162; Armatura taglio secondaria At

Si adottano le seguenti armature:

Armatura superiore direzione X (Af. Princ. 3+): $\phi 16/20$ cm

Armatura inferiore direzione X (Af. Princ. 3-): $\phi 16/20$ cm

Armatura superiore direzione Y (Af. Sec. 3+): $\phi 16/20$ cm

Armatura inferiore direzione Y (Af. Sec 3-): $\phi 16/20$ cm

Si dispongono armature a taglio costituite da spilli in numero pari a $9\phi 12m^2$.

Si osserva che le verifiche risultano soddisfatte.

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandanti:				
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria	
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	165 di 252

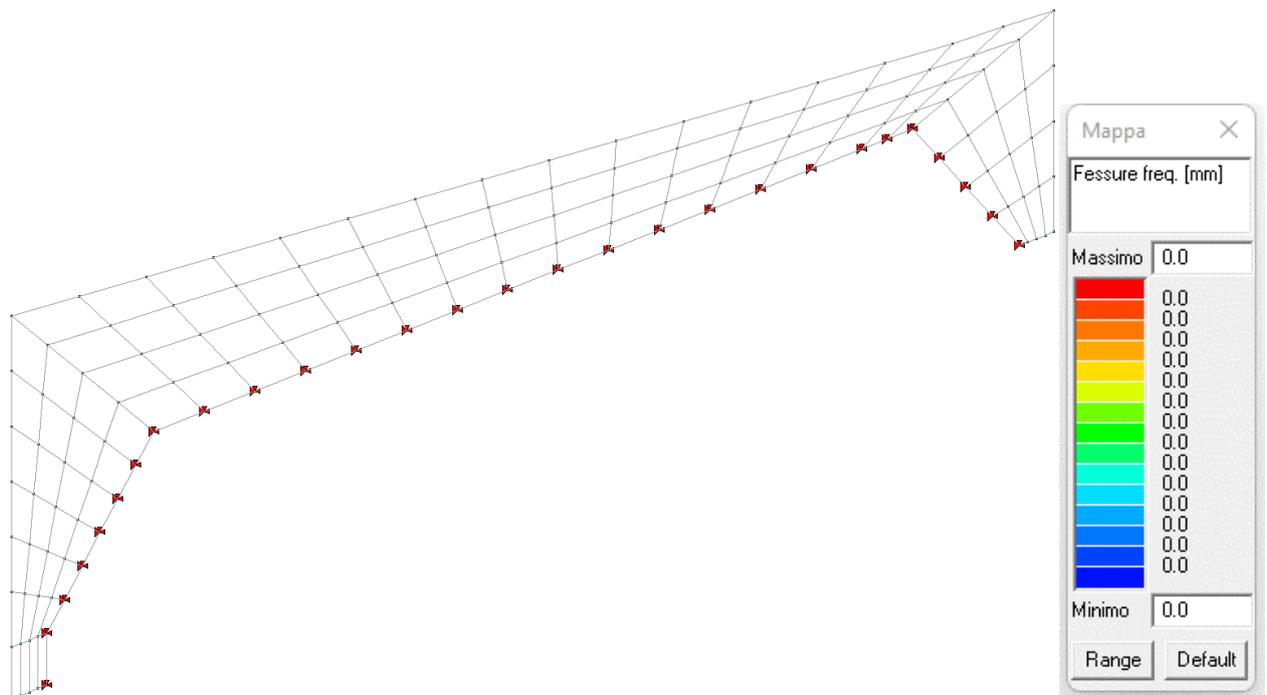
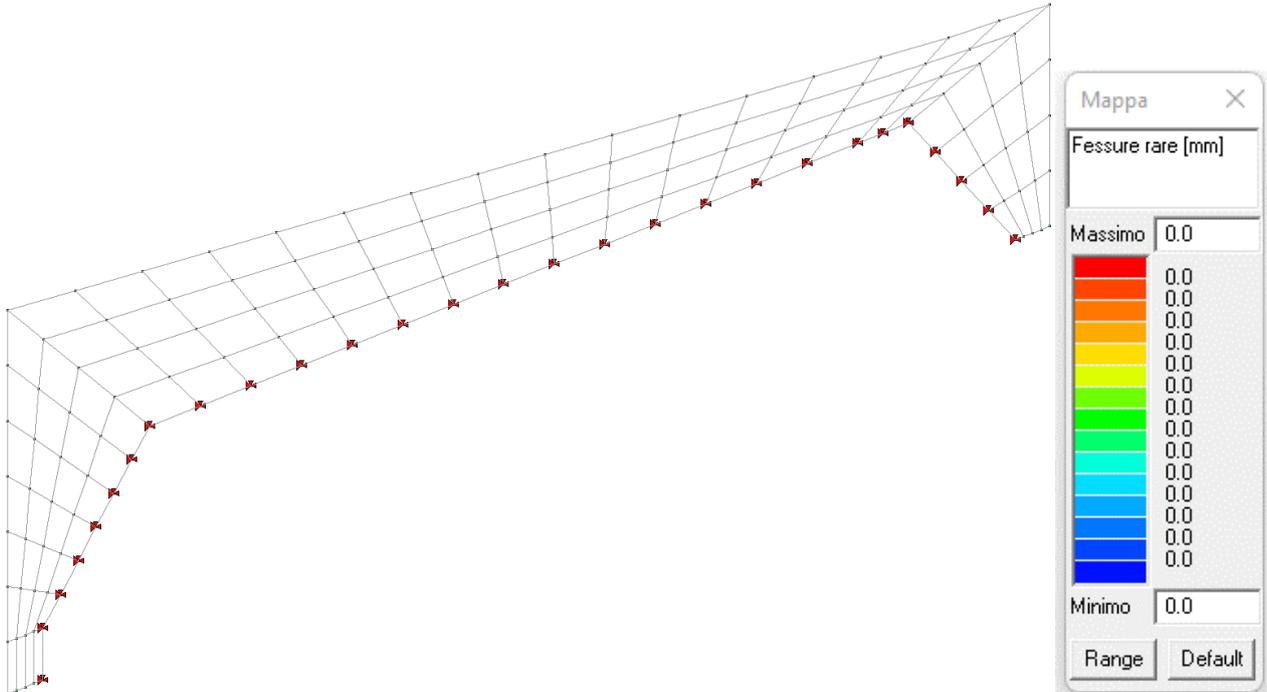
Si riporta la verifica con taglio massimo:

VERIFICA ALLO SLU A TAGLIO PER ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO						
classe cls		Rck		40.0		N/mm ²
resist. caratteristica cilindrica		fck		33.20		N/mm ²
resist. media a compressione cilindrica		fcm		41.20		N/mm ²
coeff riduttivo per carichi lunga durata		α_{cc}		0.85		
coeff. parziale		γ_c		1.50		
resist. di calcolo a compressione		fcd		18.81		N/mm ²
resist. media trazione cls (trazione semplice)		fctm		3.10		N/mm ²
resist. media trazione cls (flessione)		fcfm		3.72		N/mm ²
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fctk		2.17		N/mm ²
resist. caratteristica a trazione cls (flessione)		fcfk		2.60		N/mm ²
resist. progetto a trazione cls (flessione)		fctd		1.45		N/mm ²
resist. progetto a trazione cls (trazione)		fcfd		1.74		N/mm ²
altezza membratura resistente a V	D			0.75		m
altezza utile sezione	d			0.67		m
tensione media di compressione nella sezione < 0.2fcd				0.00		N/mm ²
larghezza membratura resist. a V	bw			1.00		m
k				1.54		
vmin				0.39		
Asl= armatura trazione ancorata (1)	n ferri	4		diametro (mm)		16
Asl= armatura trazione ancorata (2)	n ferri			diametro (mm)		
Asl= armatura trazione ancorata (3)	n ferri			diametro (mm)		
Asl= armatura trazione ancorata (4)	n ferri			diametro (mm)		
			Area tot	804		mm ²
percentuale geometrica di armatura	ρ_l			0.0012		
Resistenza taglio elemento fessurato						
TAGLIO RESISTENTE	Vrd			261		kN
TAGLIO AGENTE	Vsdu			27.41		kN
				ok		
				F.S. =		9.52
Resistenza taglio elemento non fessurato						
TAGLIO RESISTENTE	Vrd			682		kN
TAGLIO AGENTE	Vsdu			27.41		kN
				ok		
				F.S. =		24.89

Non è necessaria specifica armature a taglio. Si dispongono ugualmente spilli in numero pari a $9\phi 12m^2$. La verifica condotta ha dato esito positivo.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	166 di 252

Per i cordoli le verifiche a fessurazione sono soddisfatte in quanto non si formano fessure



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	167 di 252

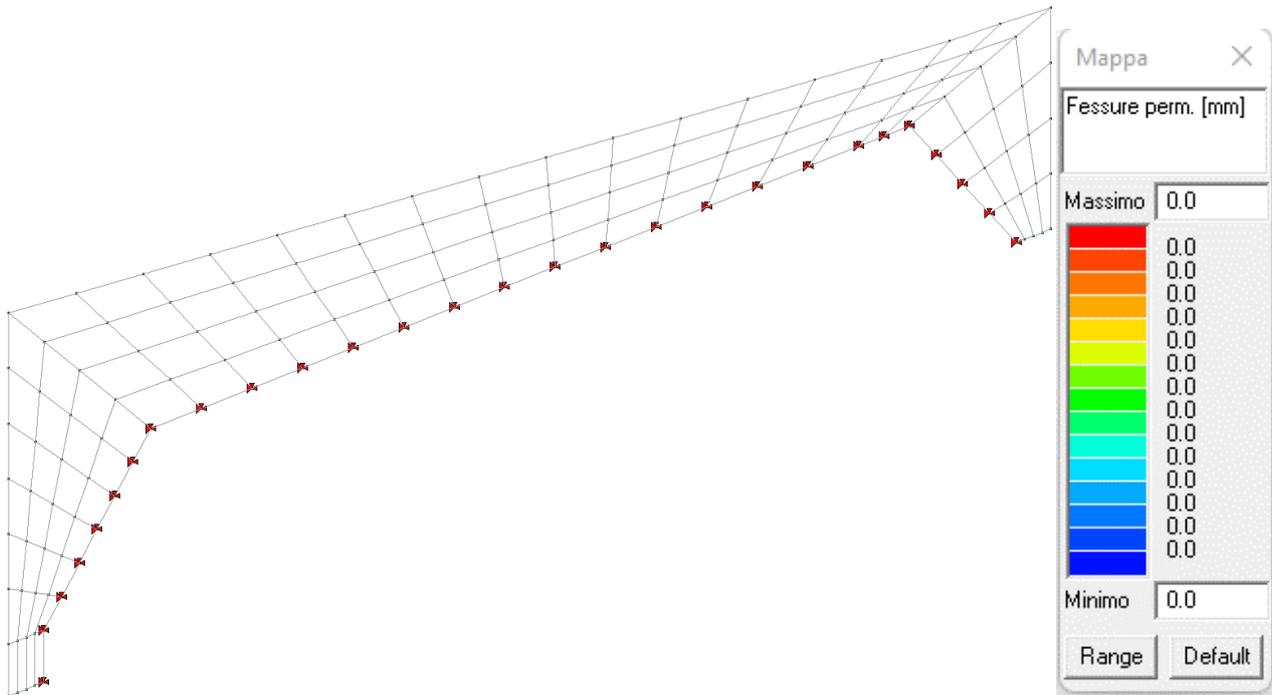


Fig. 163; Verifica Fessurazione SLE freq, SLE q.p. e S.L.E rare

Le verifiche a fessurazione si ritengono soddisfatte.

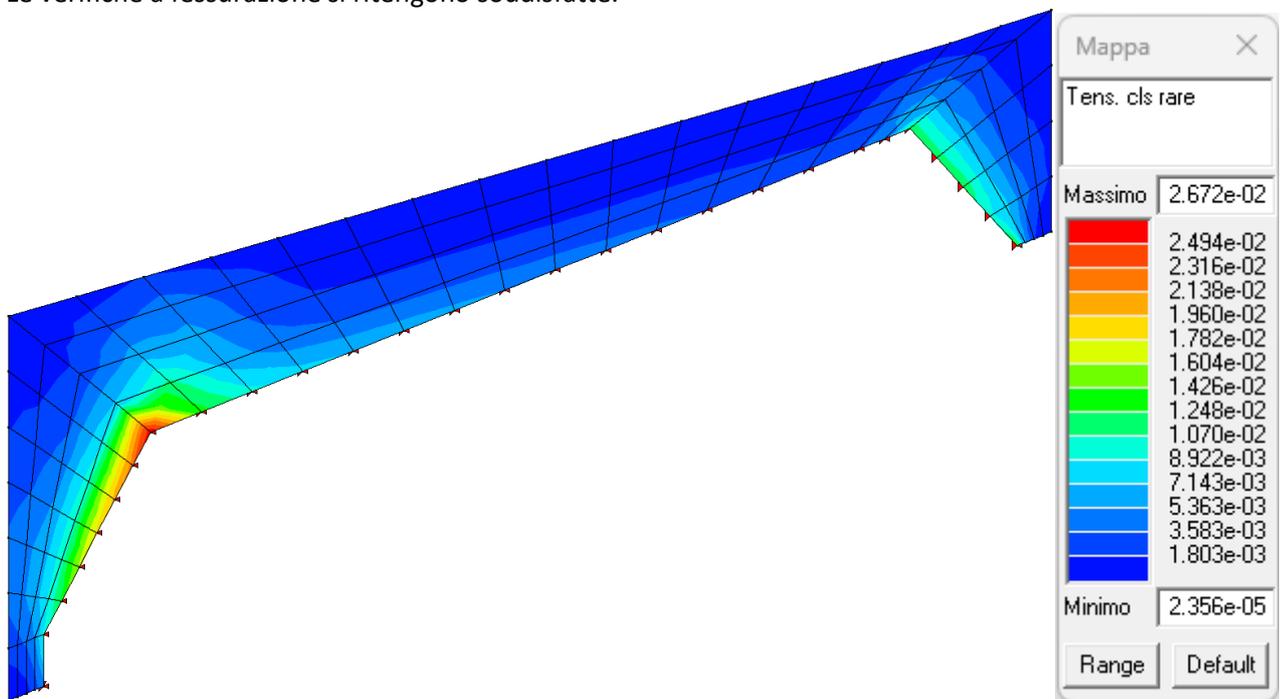


Fig. 164; Verifica Tensioni cls SLE rare

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	168 di 252
11 – OPERE CIVILI		PROGETTO ESECUTIVO								
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo										

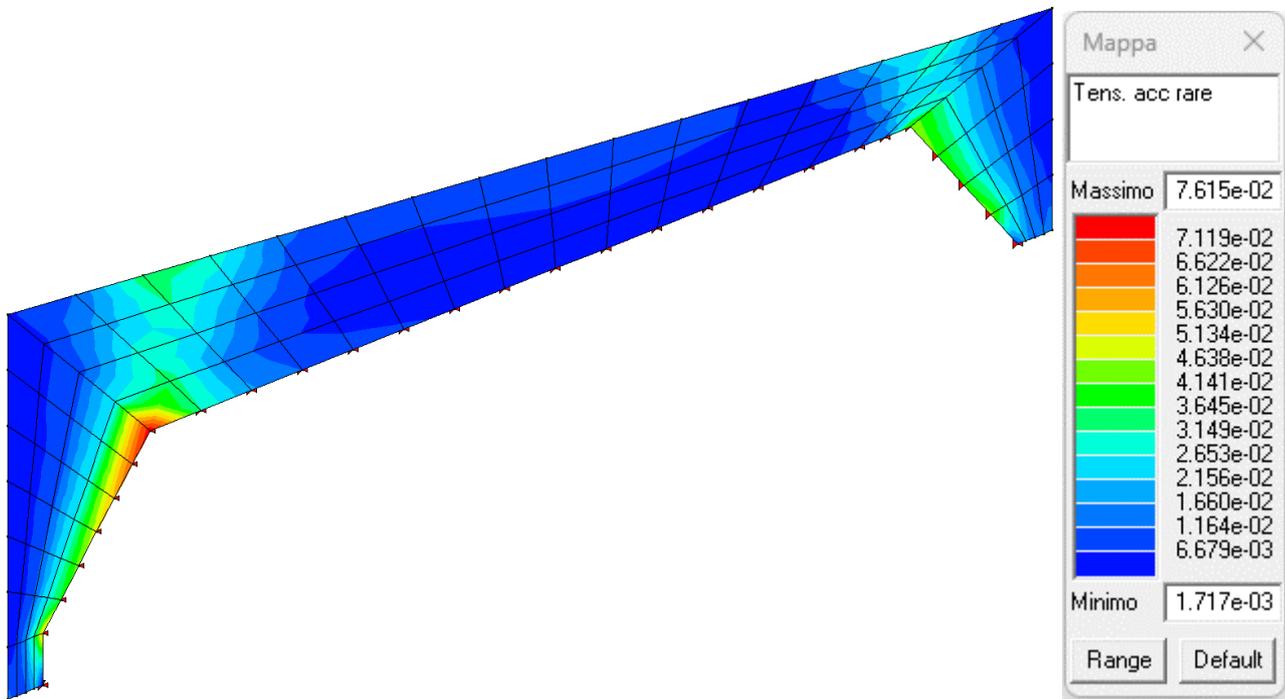


Fig. 165; Verifica Tensioni acciaio SLE rare

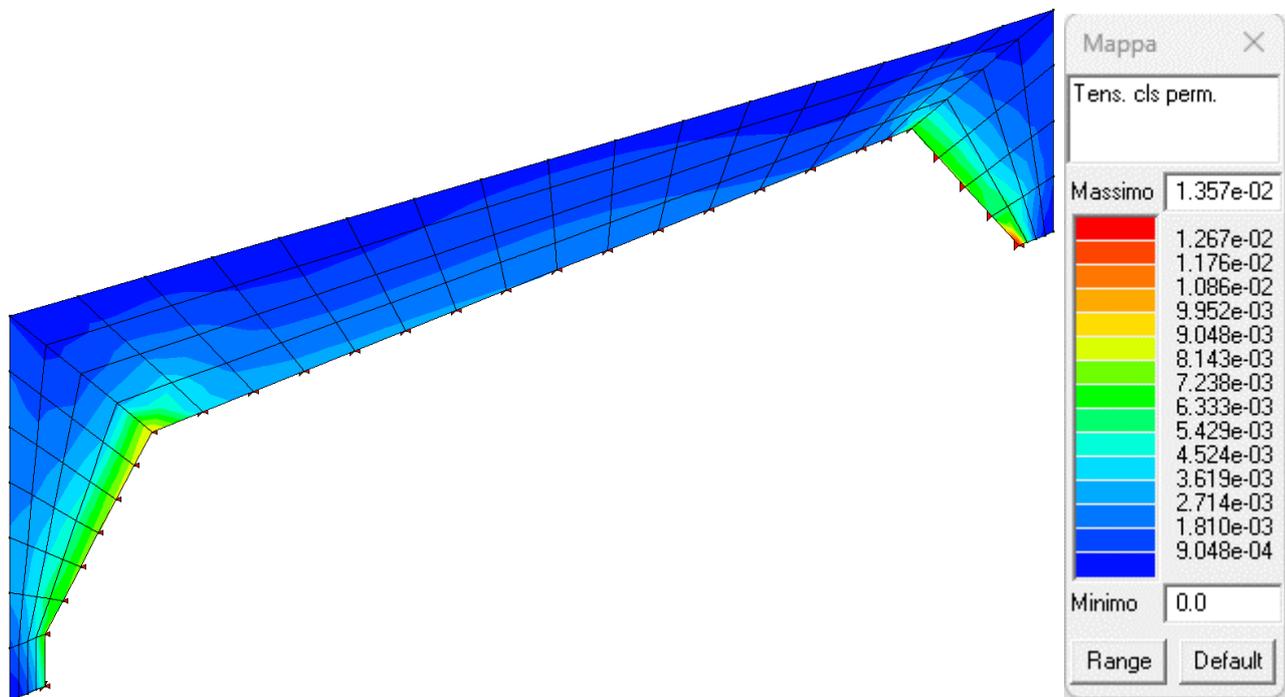


Fig. 166 Verifica Tensioni cls SLE q.p.

Le verifiche riportate hanno dato tutte esito positivo. Il fattore di sicurezza in tutti i casi è maggiore di 1.

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 169 di 252

7.14.2 Muro di risvolto: Urto

In accordo alla normativa italiana e con le scelte progettuali effettuate dallo Scrittore, come indicato al paragrafo 5.1.3.10 delle NTC 2008, "per altri elementi", vale quanto riportato al paragrafo 3.6.3.3.2 delle NTC 2008; ovvero in assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Se non diversamente indicato, la forza deve essere considerata distribuita su 0,50 m ed applicata ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h1, h2, dove h1 = (altezza della barriera - 0,10m) , h2 = 1,00m.

Gli schemi comunemente utilizzati nella progettazione dei cordoli utilizzano la seguente definizione del sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinarie:

- **Forze trasversali:** si assume una forza orizzontale di collisione pari a 100 kN, applicata su singolo montante per interasse di montanti;
- **Carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezz'area della zona di carreggiata interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

Combinazione delle azioni

Essendo l'urto un'azione eccezionale, le sollecitazioni indotte sulla struttura verranno studiate secondo la combinazione di carico eccezionale.

A seguito della definizione della geometria e delle armature occorre verificare l'elemento nei confronti della combinazione eccezionale, che come visto prevede l'introduzione dell'azione da urto. Ai sensi di quanto definito al punto 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2008, la combinazione eccezionale dei carichi assume la forma:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

- G_1 è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;
- G_2 è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (se presenti);
- A_d è il valore delle azioni eccezionali;
- Q_{ki} è il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- ψ_{2i} è il coefficiente di combinazione che tiene conto di azioni variabili concomitanti ($\psi_{2i} = 0.0$ per azione neve a quota ≤ 1000 m s.l.m.; $\psi_{2i} = 0.2$ per azione neve a quota > 1000 m s.l.m.; $\psi_{2i} = 0.0$ per variazioni termiche).

Per combinazioni che non coinvolgono la forza d'urto in svio, si utilizzerà la combinazione fondamentale SLU.

APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandanti:					COMMESSA	LOTTO
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	170 di 252
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo								

Gli archi prefabbricati Tensiter sono completati, a posa terminata, con getti in opera. La soletta di completamento in opera, collegata agli archi prefabbricati tramite le staffe numero 15, è armata con una maglia di ferri disposti nella direzione longitudinale e trasversale dell'impalcato. Nel getto della soletta, al fine di garantire il perfetto vincolo di incastro, si andranno a predisporre armature di ripresa dei cordoli su cui saranno installati i dispositivi di ritenuta stradale H2BP.

7.14.2.1 Dati generali di progetto (verifica urto eccezionale)

Si fa riferimento ad una mensola d'altezza massima $h = 3.50$ m, lunghezza circa 15.0 m e spessore $s = 0.75$ m. Il muro sul lato interno ed esterno è armato verticalmente con barre longitudinali $\phi 16/20$, mentre orizzontalmente sono presenti barre $\phi 16/20$. (Incidenza 60 kg/m³). I montanti vengono applicati ad interasse di 3m.

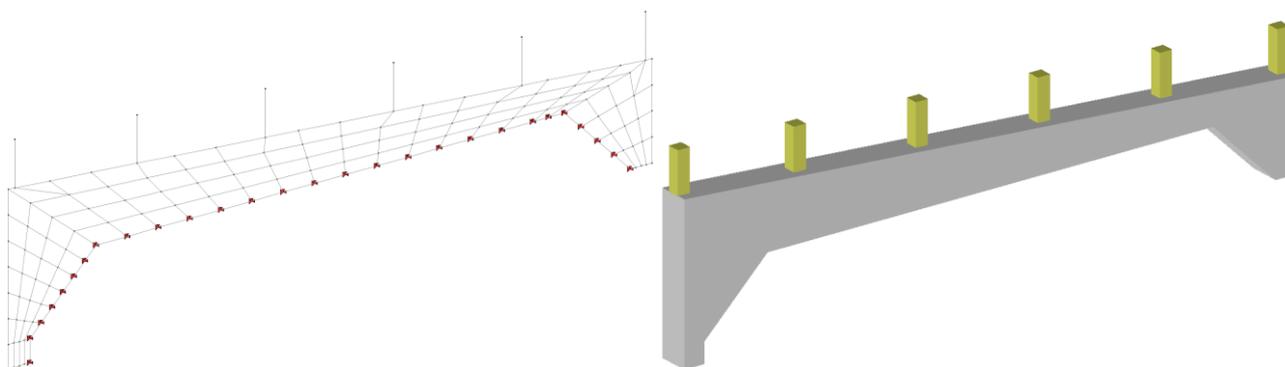


Fig. 167; Vista filo di ferro e vista solida

I carichi agenti considerati per il calcolo sono riportati nelle seguenti figure:

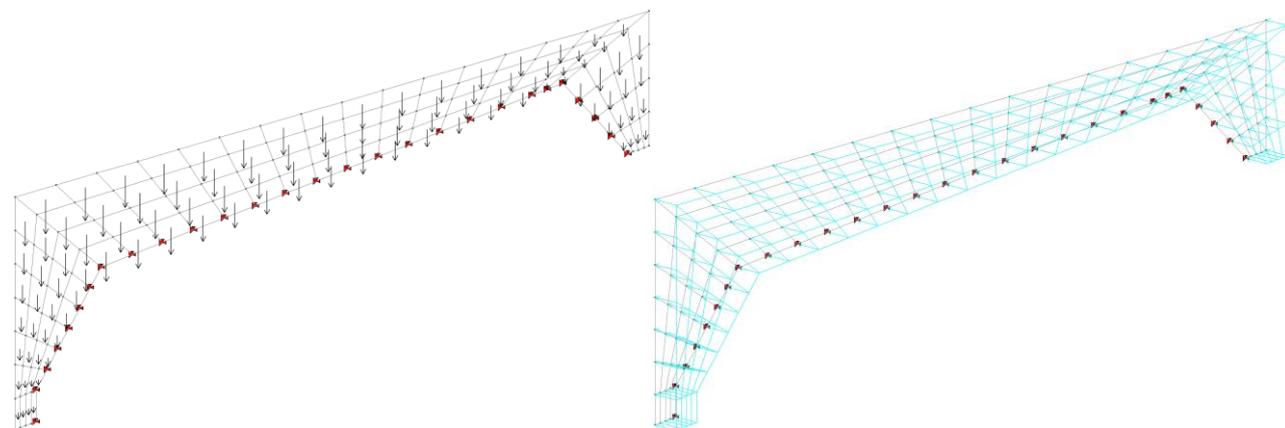


Fig. 168; Peso proprio e spinta dovuta al carico da traffico

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV043003</td> <td>C</td> <td>171 di 252</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	171 di 252
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	171 di 252								

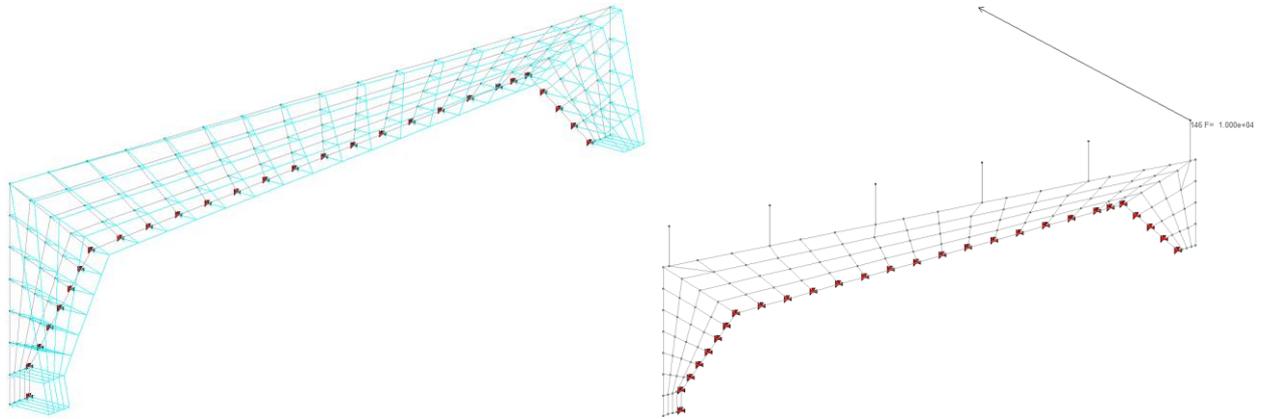


Fig. 169; Spinta terreno statica e azione da urto 1° montante

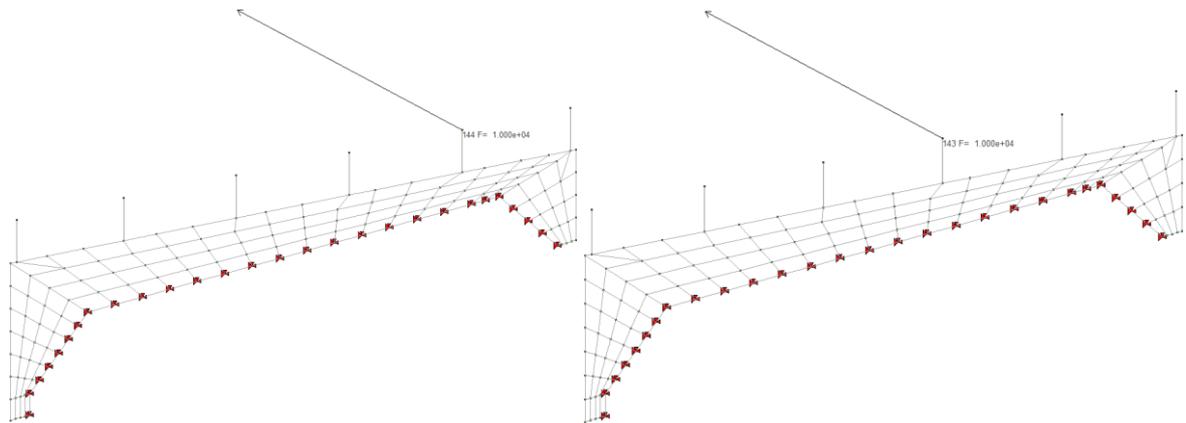


Fig. 170; Azione da urto 2° e 3° montante

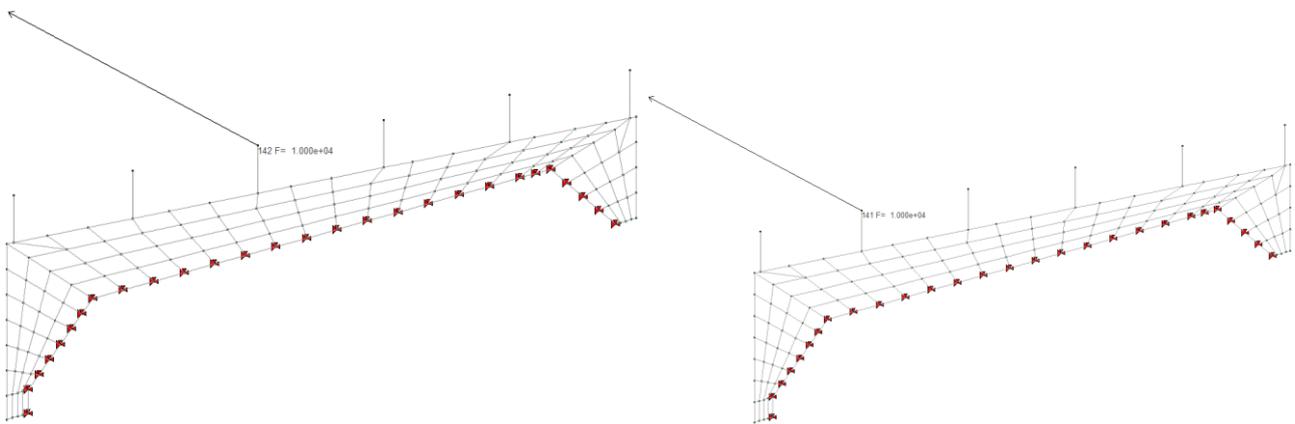


Fig. 171; Azione da urto 4° e 5° montante

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	<u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A.	<u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 172 di 252

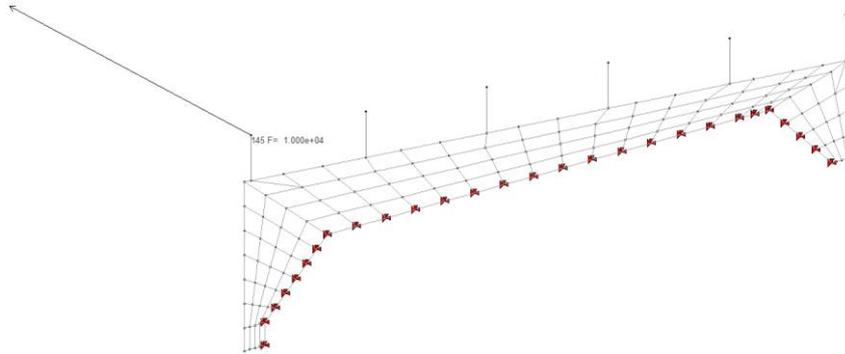


Fig. 172; Azione da urto 6° montante

Spinta traffico:

$$Q_{\text{traffico}} = Q * k_a = 20 \text{ kN/m}^2 * 0.317 = 6.34 \text{ kN/m}^2$$

Spinta del terreno:

$$Q_{\text{terreno}} = \gamma * h * k_a = 19.5 \text{ kN/m}^3 * 6.66 \text{ m} * 0.317 = 22.87 \text{ kN/m}^2$$

Combinazioni di calcolo:

Comb.	Peso Proprio	Spinta Terreno	Variabile Traffico	Urto 1	Urto 2	Urto 3	Urto 4	Urto 5	Urto 6
SLU1_eccezionale	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0
SLU2_eccezionale	1.00	1.00	1.00	0	1.00	0	0	0	0
SLU3_eccezionale	1.00	1.00	1.00	0	0	1.00	0	0	0
SLU4_eccezionale	1.00	1.00	1.00	0	0	0	1.00	0	0
SLU5_eccezionale	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	1.00	0
SLU6_eccezionale	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1.00

Si riportano le sollecitazioni massime ottenute dalla modellazione:

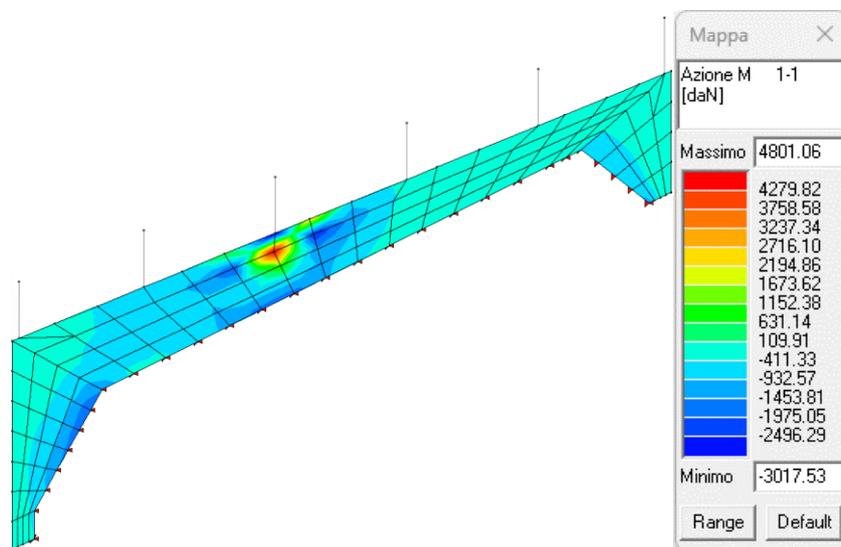


Fig. 173; Sollecitazioni flettente massimo M11- comb. SLU

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	173 di 252

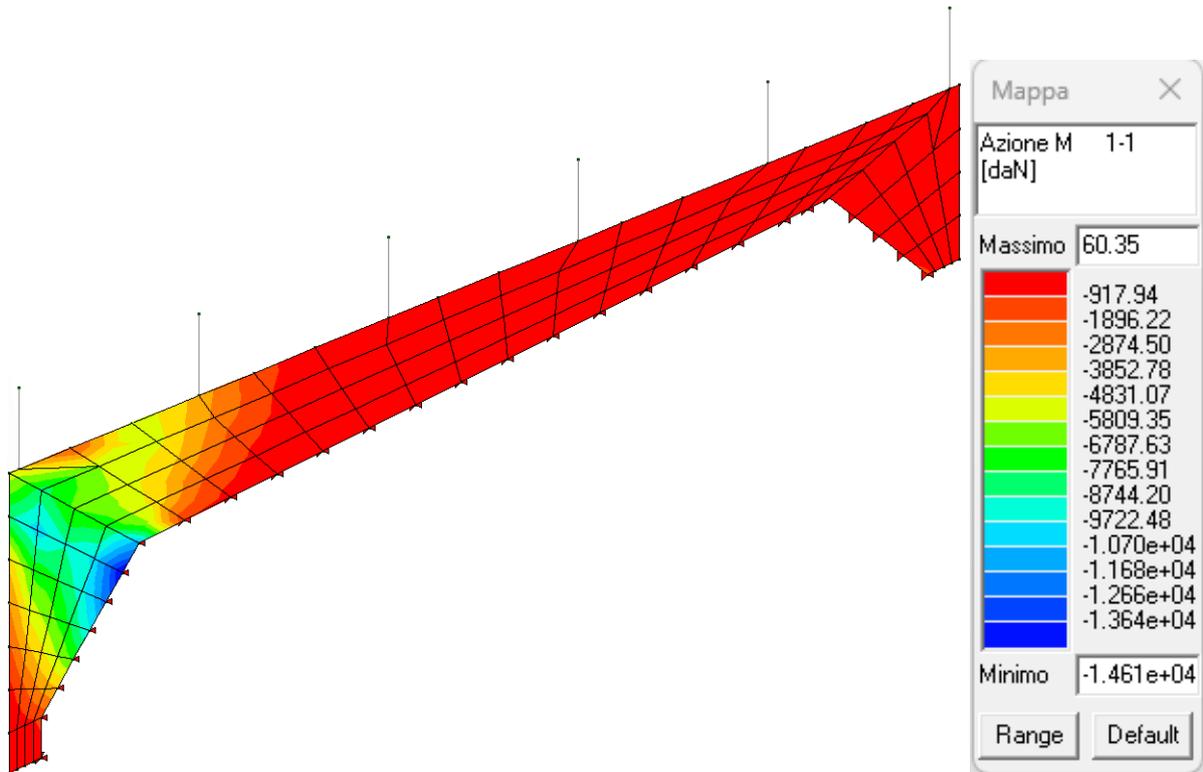


Fig. 174; Sollecitazioni flettente minimo M11– comb. SLU

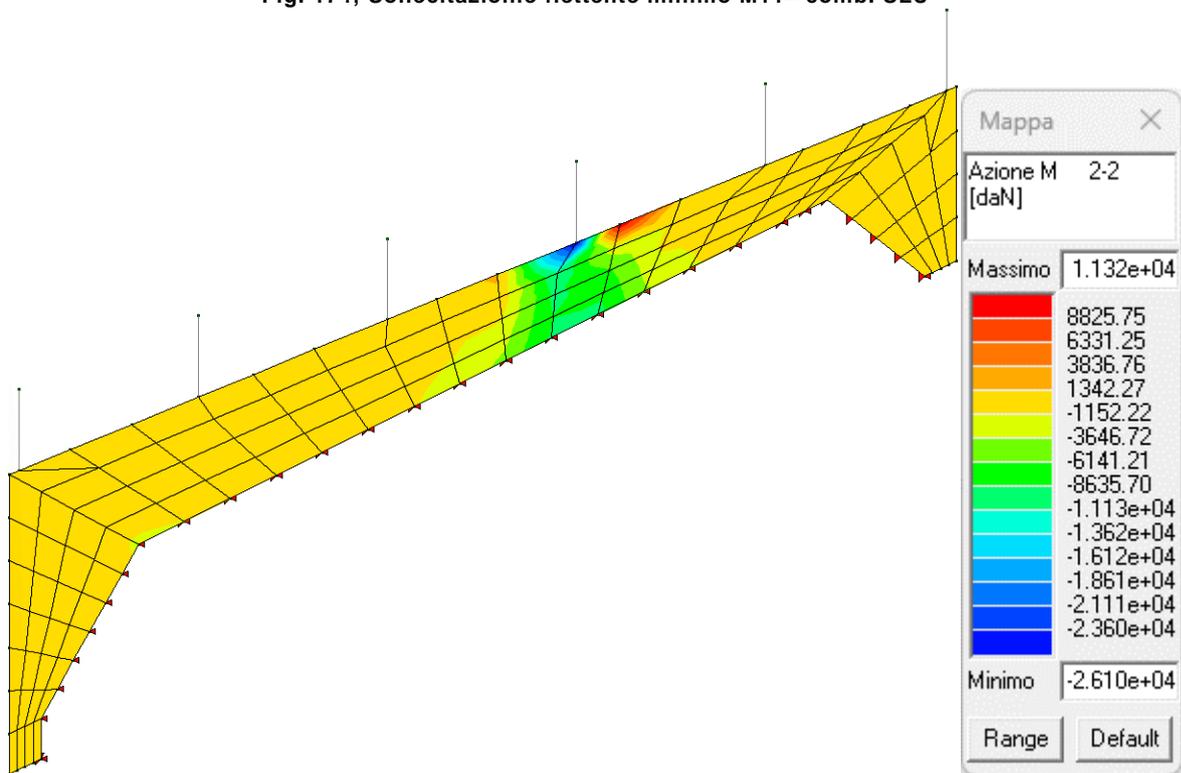


Fig. 175; Sollecitazione flettente massimo M22 – comb. SLU

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 174 di 252

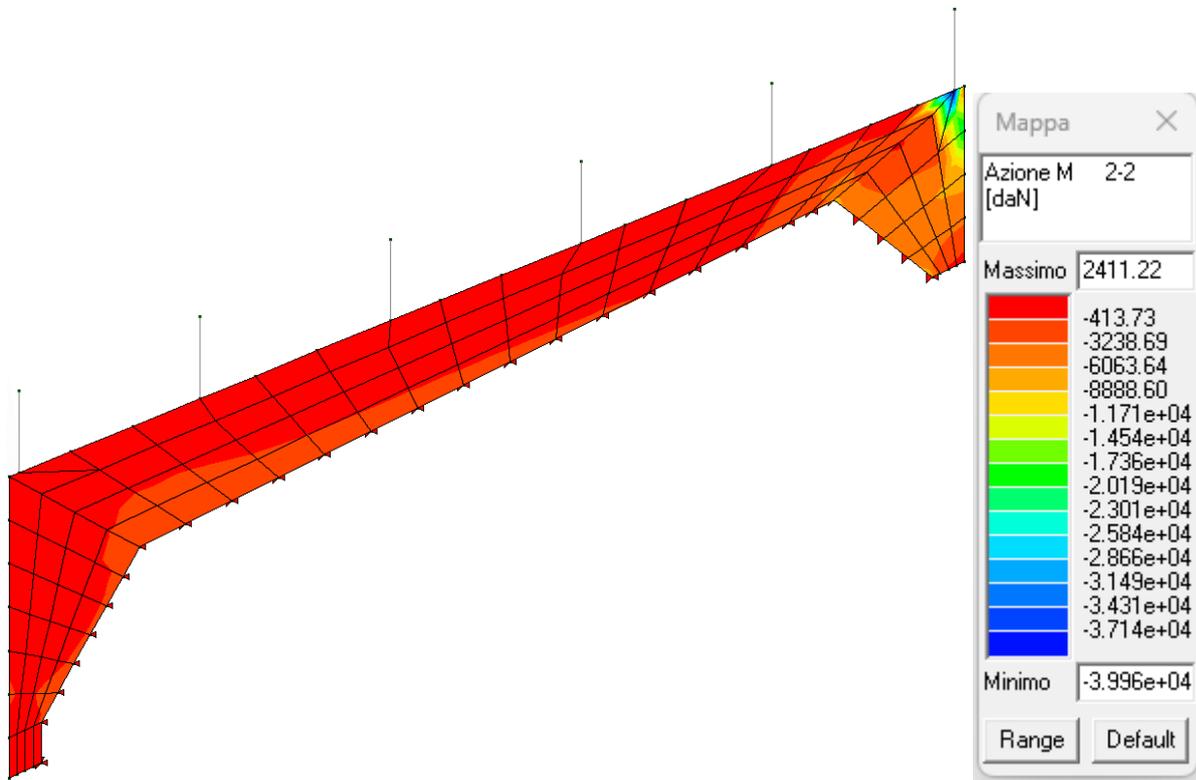


Fig. 176; Sollecitazione flettente minimo M22 – comb. SLU

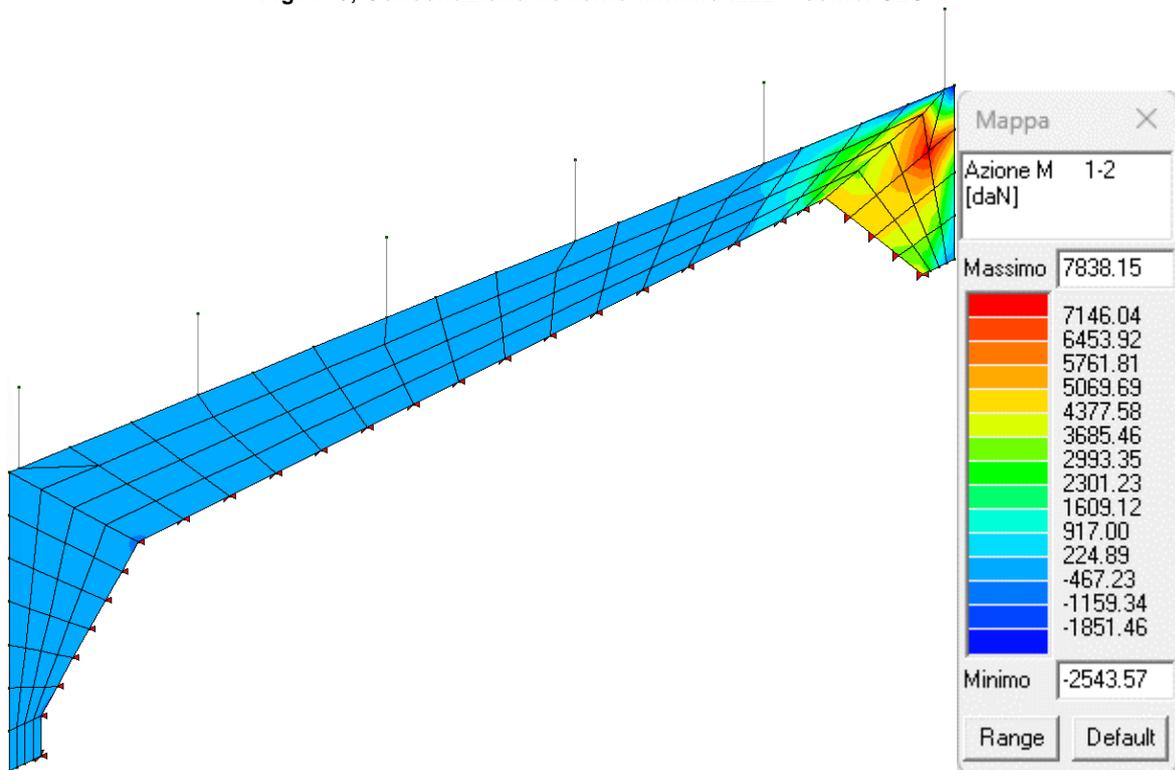


Fig. 177; Sollecitazione flettente massimo M12 – comb. SLU

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 175 di 252

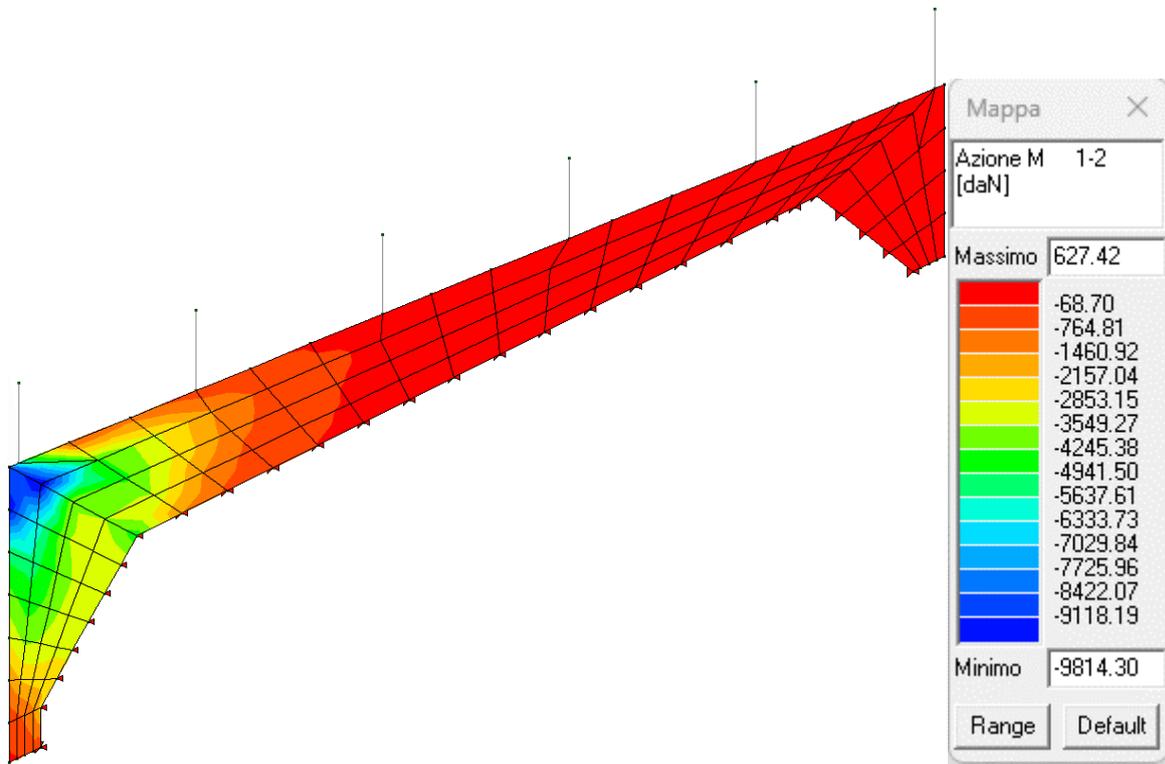


Fig. 178; Sollecitazione flettente minimo M12 – comb. SLU

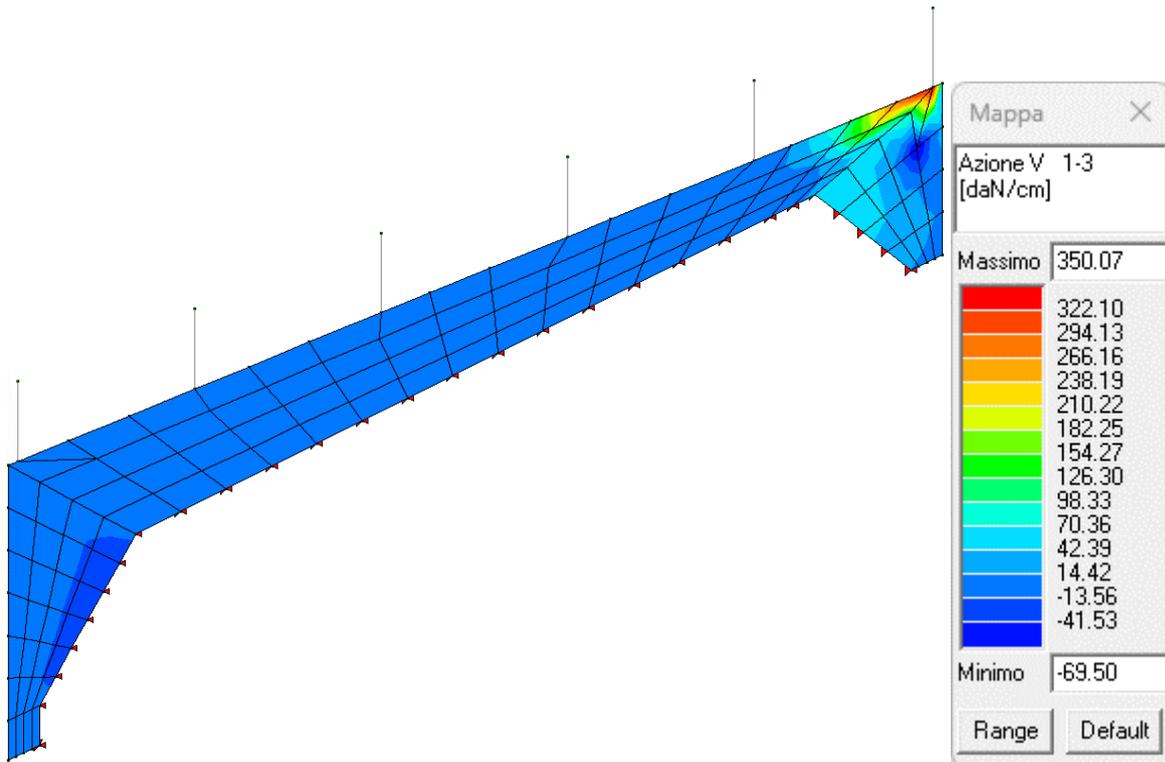


Fig. 179; Sollecitazione di taglio massimo V13 – comb. SLU

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 176 di 252

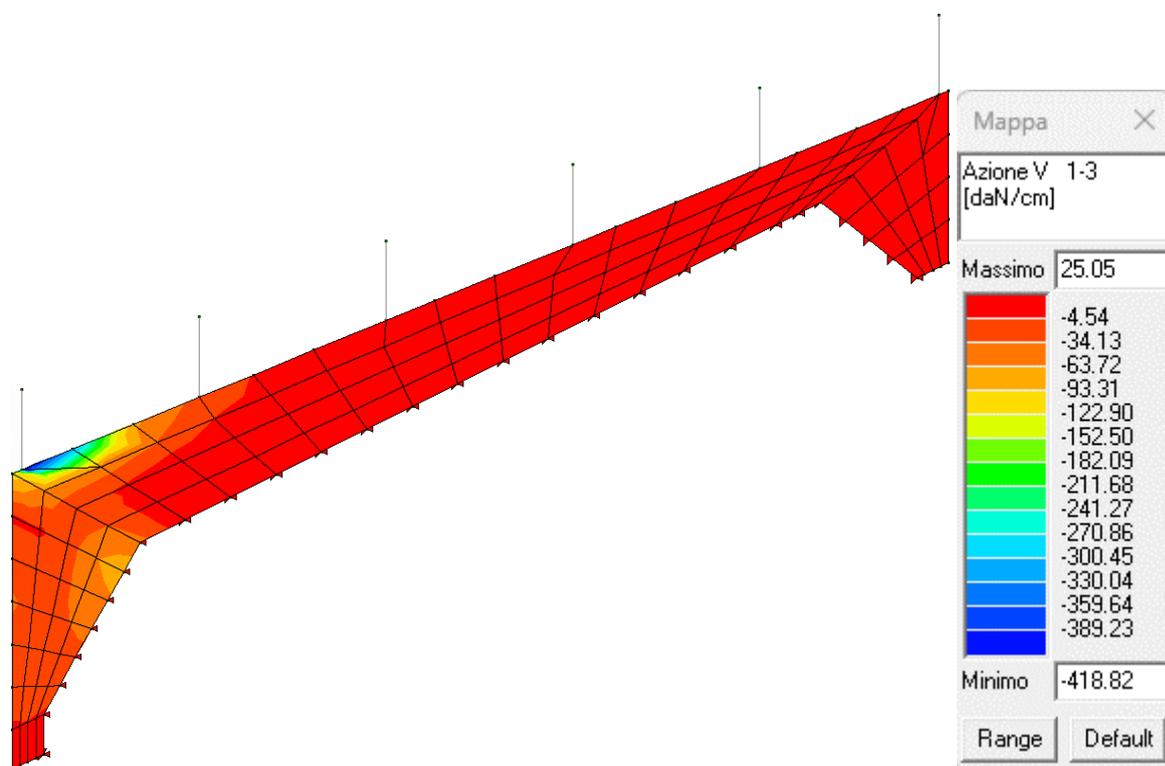


Fig. 180; Sollecitazione di taglio minimo V13 – comb. SLU

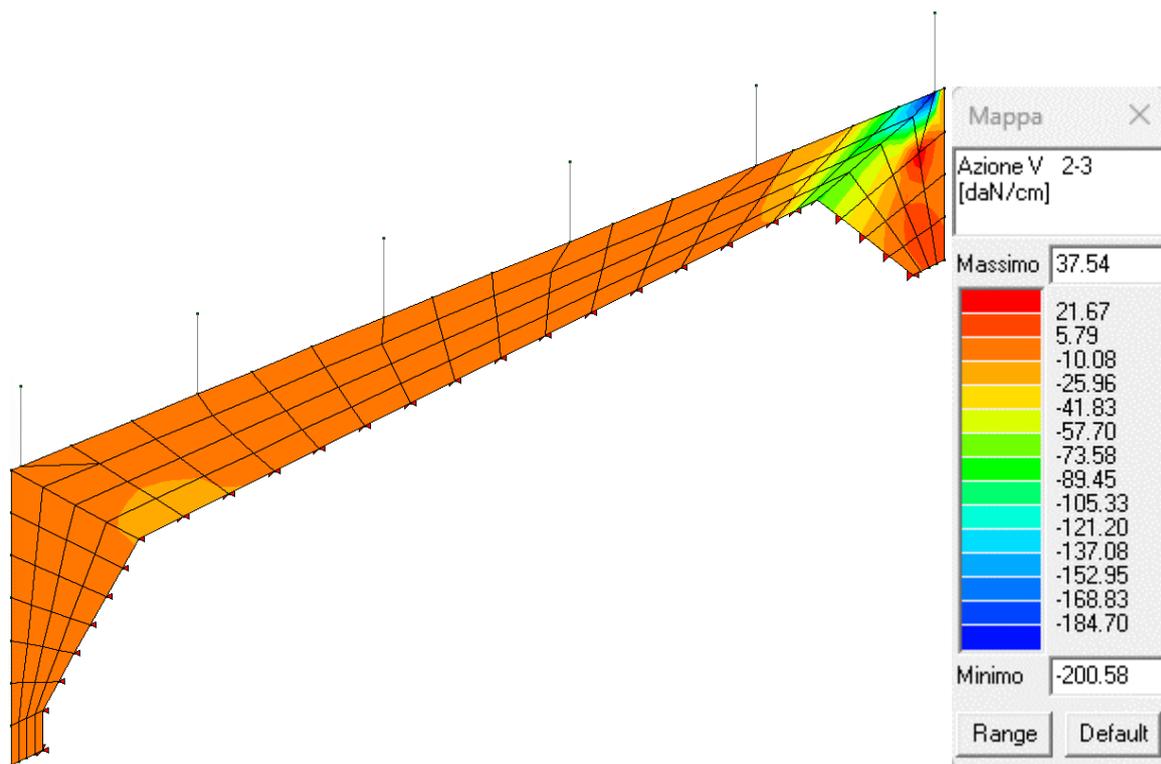


Fig. 181; Sollecitazione di taglio massimo e minimo V23 – comb. SLU

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 177 di 252

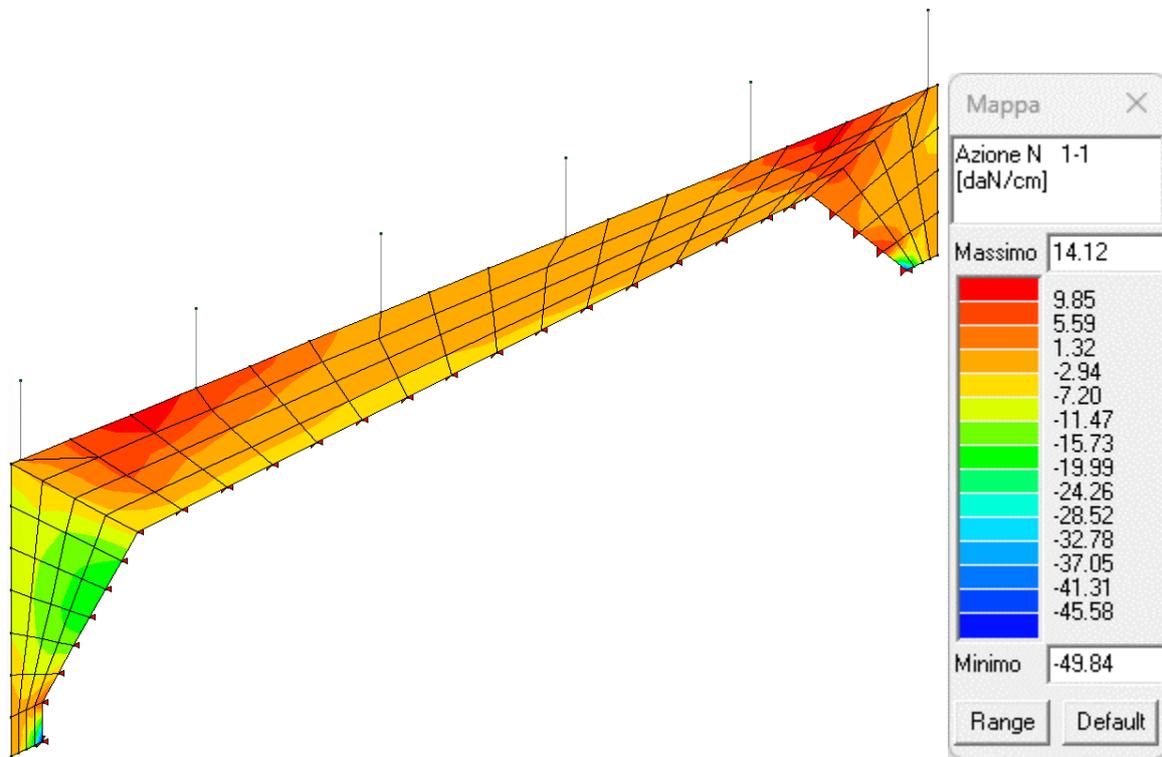


Fig. 182; Sollecitazione N11– comb. SLU

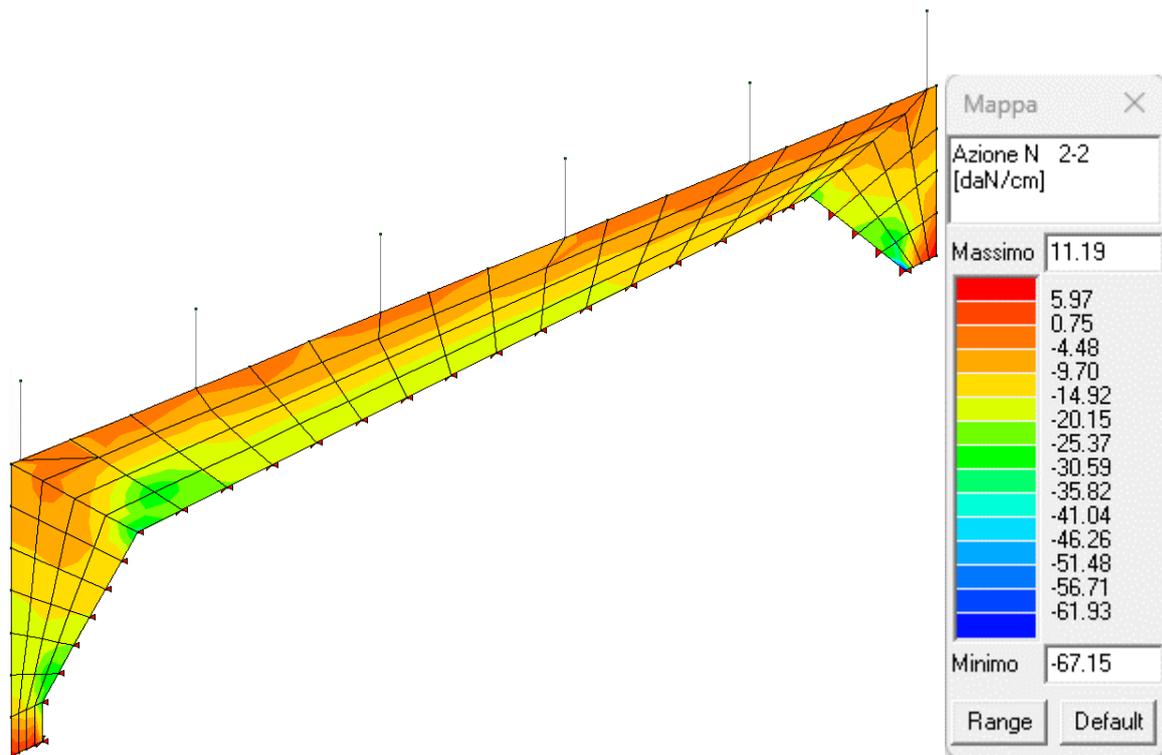


Fig. 183; Sollecitazione N22– comb. SLU

APPALTATORE:										
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"									
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ	CL	NV043003	C	178 di 252
11 – OPERE CIVILI		PROGETTO ESECUTIVO								
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo										

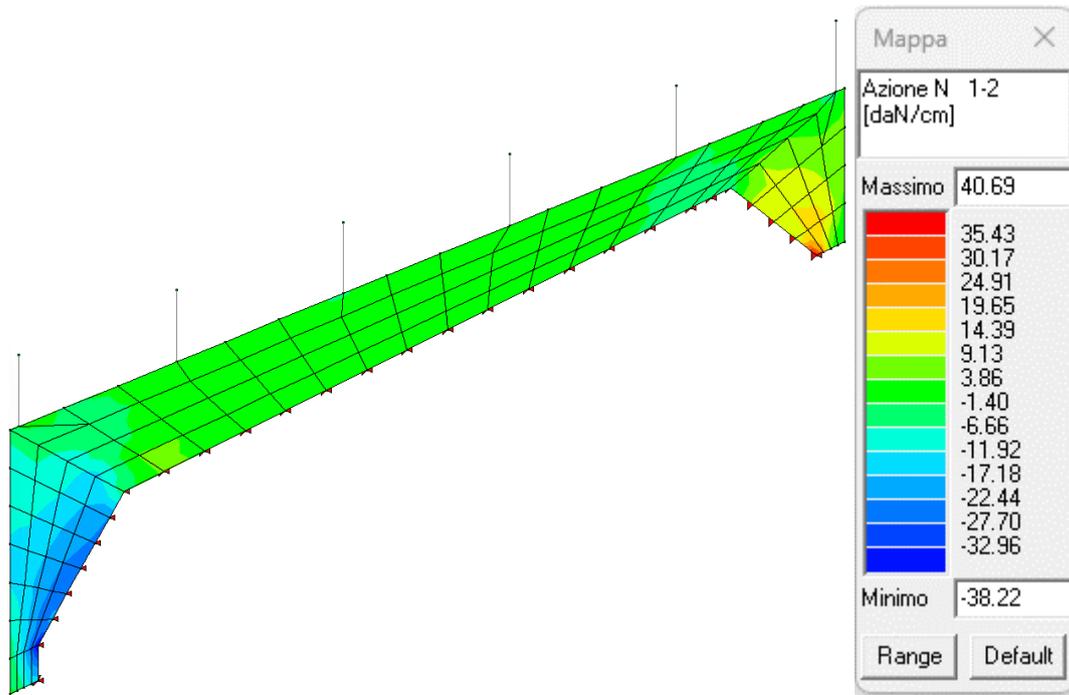


Fig. 184; Sollecitazione N12- comb. SLU

Il muro sul lato interno ed esterno è armato verticalmente con barre longitudinali $\phi 16/20$, mentre orizzontalmente sono presenti barre $\phi 16/20$

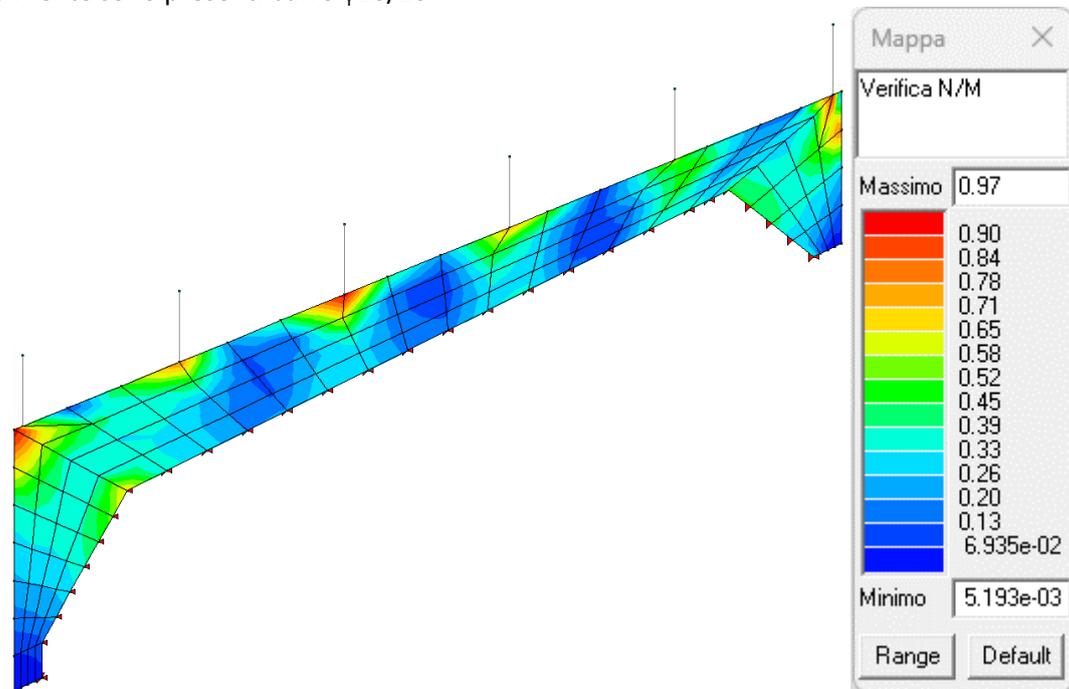
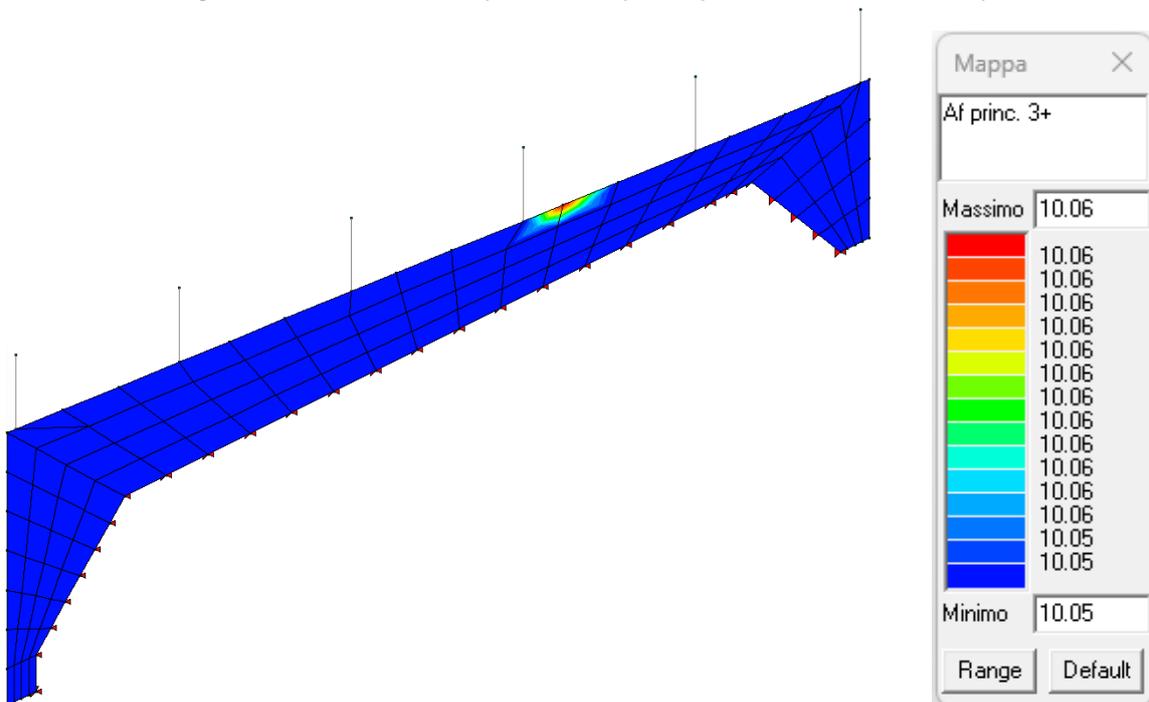
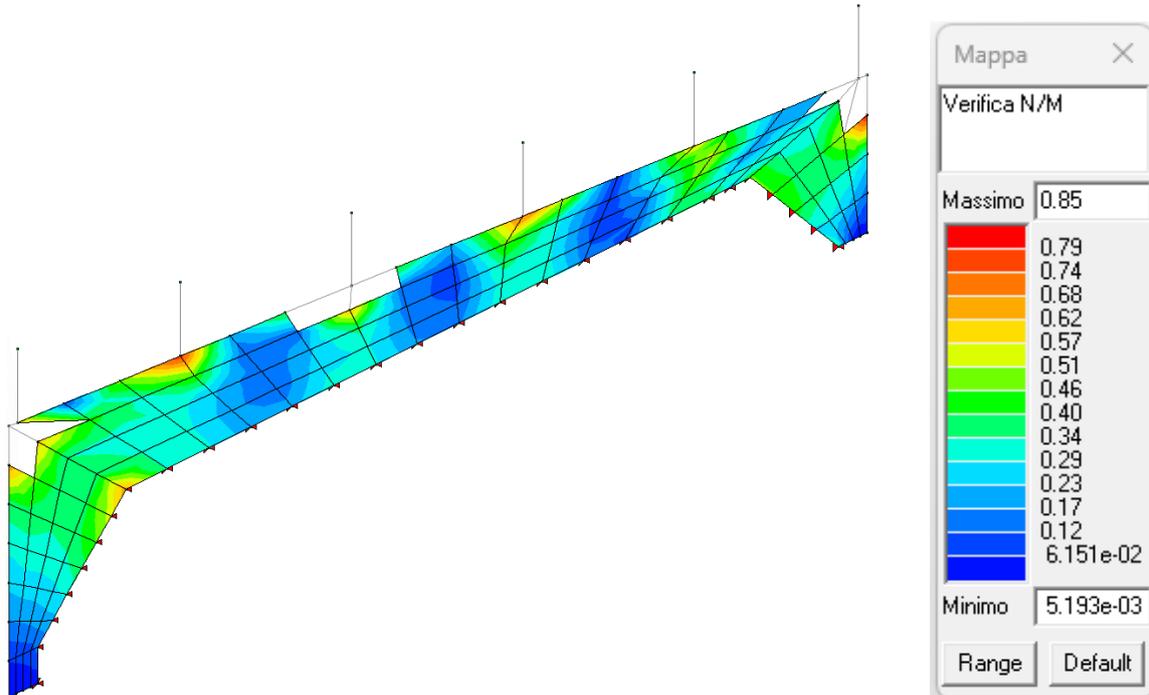


Fig. 185; Verifica N/M SLU

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	179 di 252

Come indicato nell'immagine precedente, anche considerando i valori di picco legati alla modellazione che nascono in corrispondenza dell'attacco del cordolo con la barriera, la verifica a pressoflessione è soddisfatta con un fattore di sicurezza pari a: $F.S. = 1/0.97 = 1.03$, trascurando tali valori, il fattore di sicurezza è pari a $1/0.85 = 1.18$ come è possibile osservare anche nell'immagine nel seguito riportata.



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 181 di 252

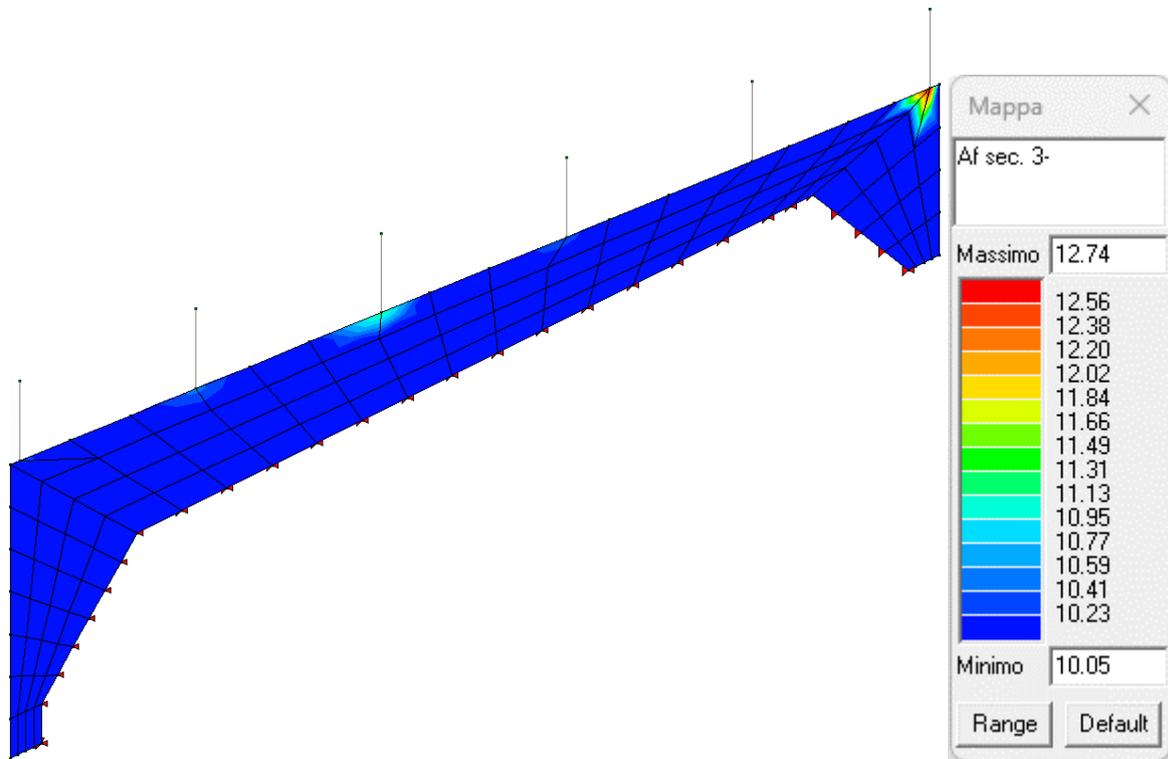


Fig. 190; Armatura secondaria Af 3+

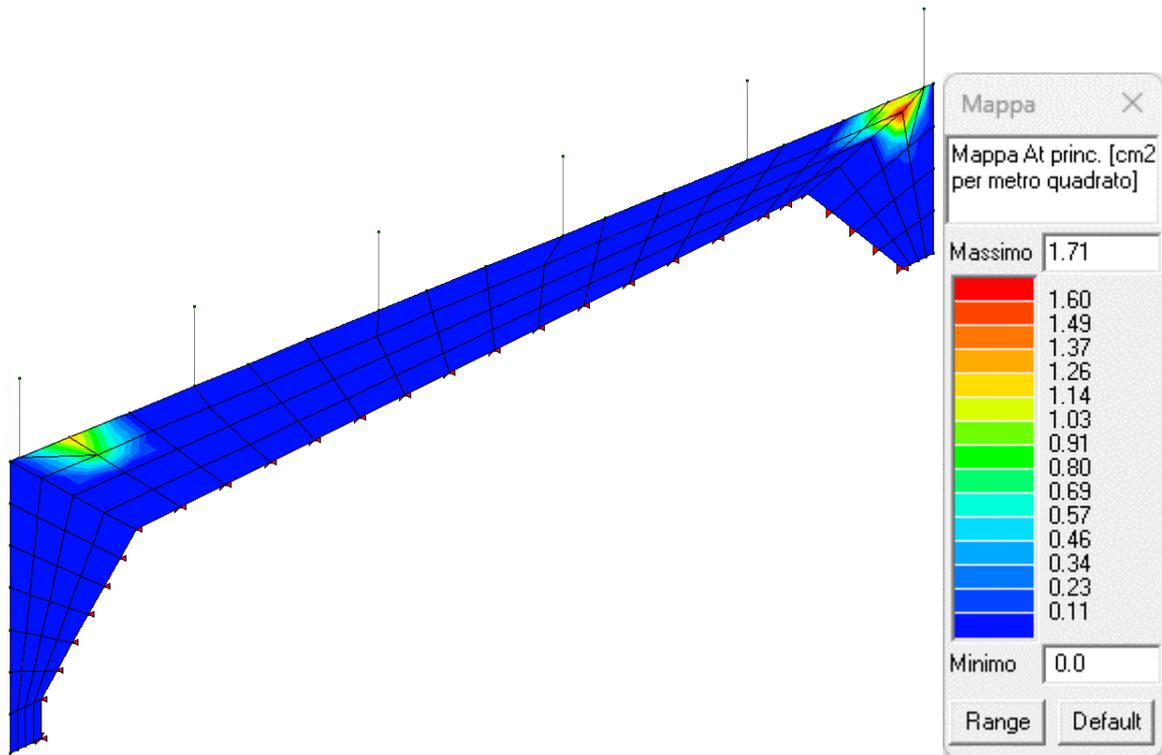


Fig. 191; Armatura taglio principale At

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	182 di 252

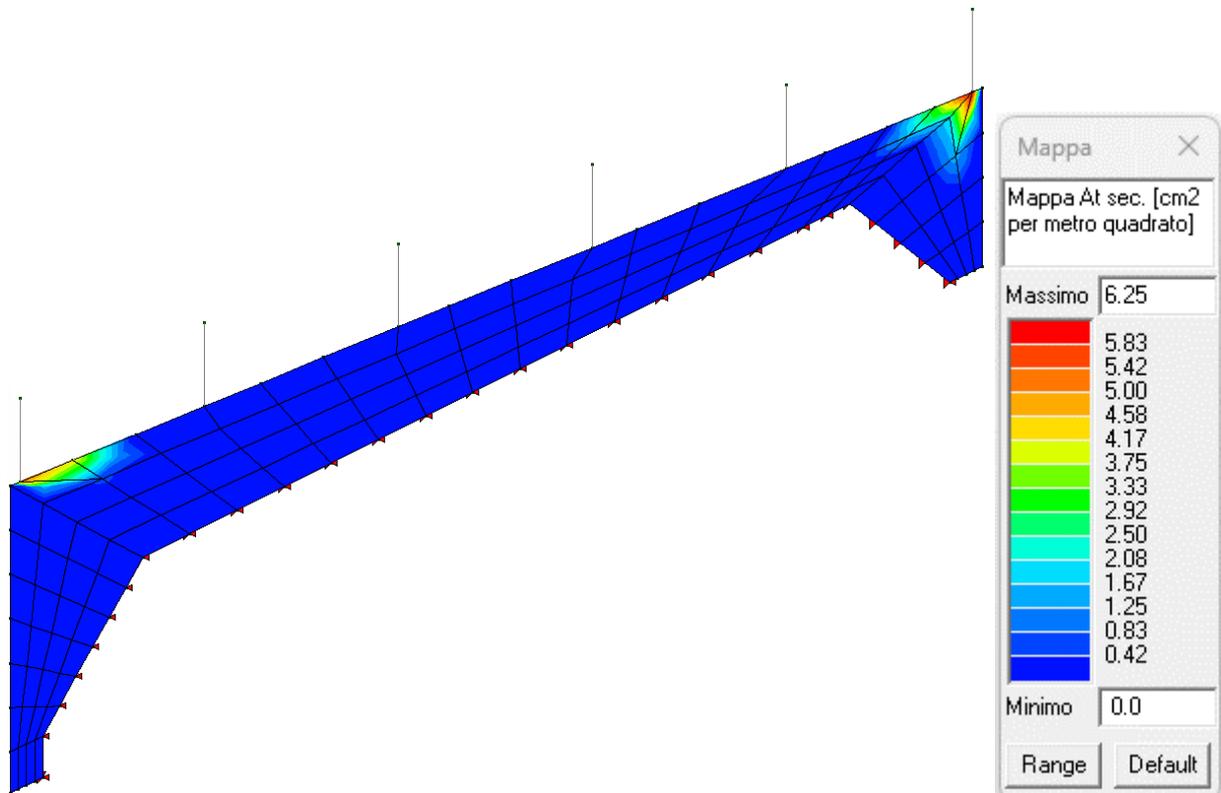


Fig. 192; Armatura taglio secondaria At

Si adottano le seguenti armature:

Armatura superiore direzione X (Af. Princ. 3+): $\phi 16/20$ cm

Armatura inferiore direzione X (Af. Princ. 3-): $\phi 16/20$ cm

Armatura superiore direzione Y (Af. Sec. 3+): $\phi 16/20$ cm

Armatura inferiore direzione Y (Af. Sec 3-): $\phi 16/20$ cm

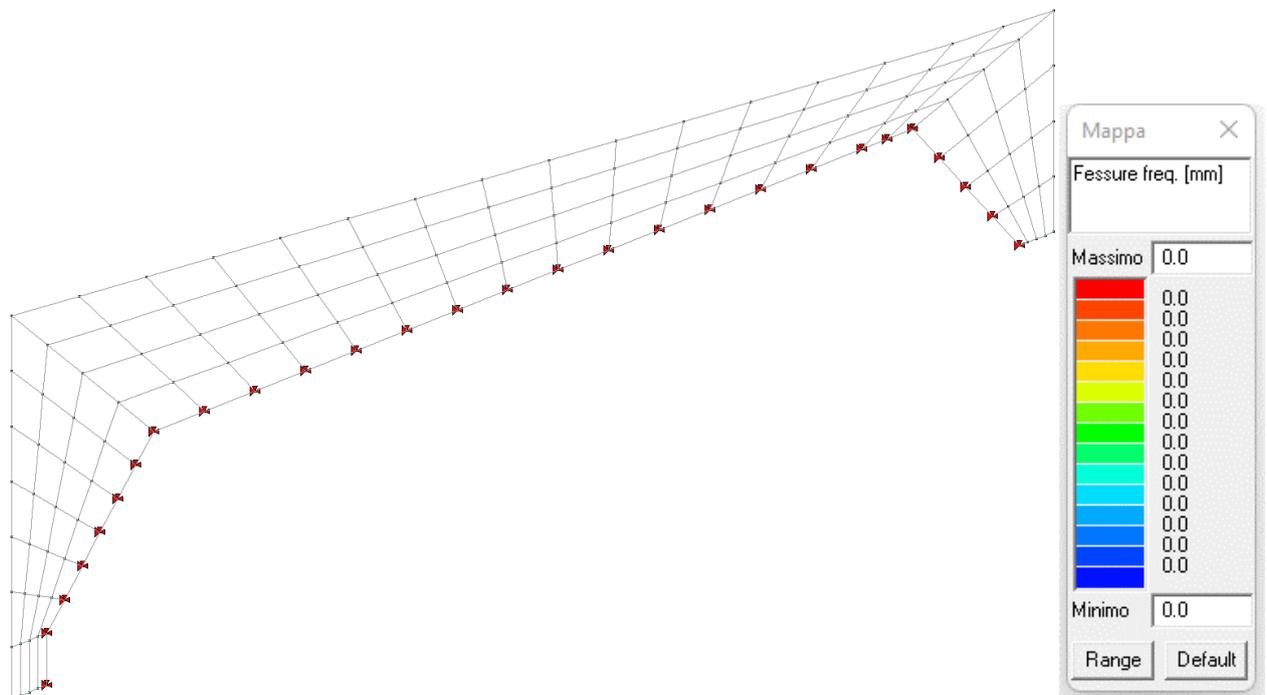
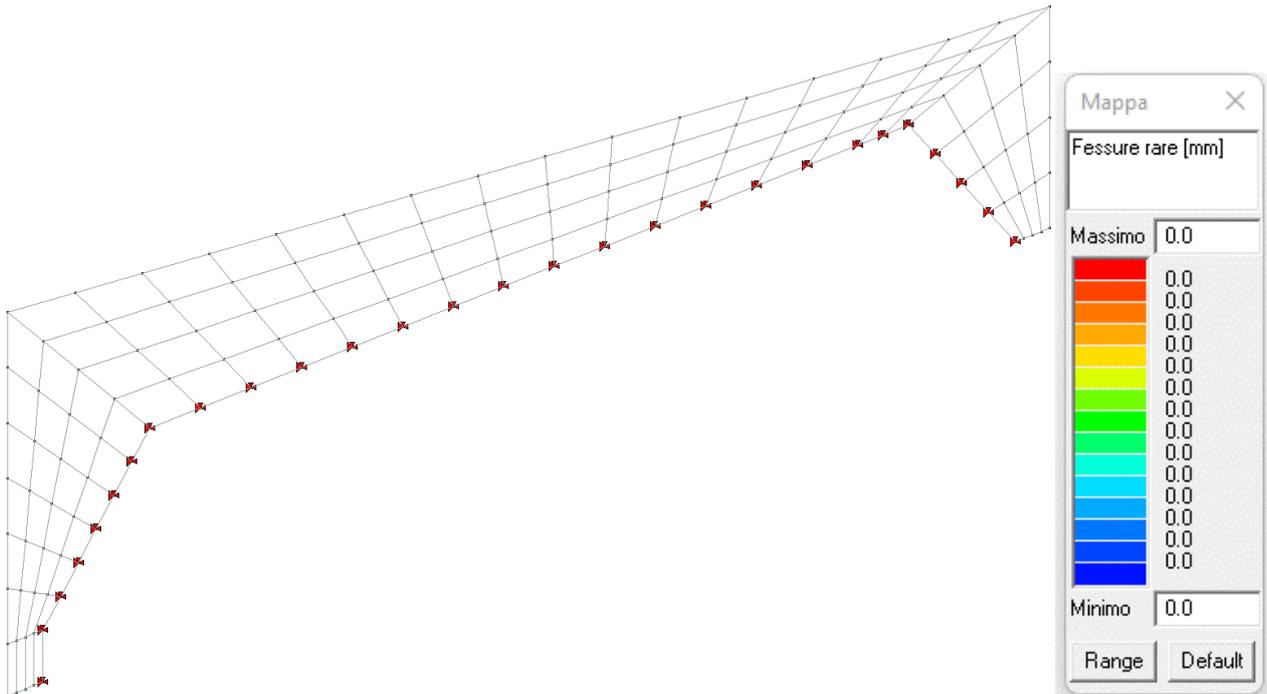
Si trascurano i valori di picco dovuti alla modellazione.

Si dispongono armature a taglio costituite da spilli in numero pari a $9\phi 12$ m² la cui area è pari a $10.18 \text{ cm}^2 > 6.25 \text{ cm}^2$ (Verifica soddisfatta) richiesti in maniera puntuale in alcuni picchi dovuti alla modellazione.

Pertanto, si osserva che le verifiche risultano soddisfatte.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	183 di 252

Per i cordoli le verifiche a fessurazione sono soddisfatte in quanto non si formano fessure



APPALTATORE:							
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO						
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	184 di 252
11 – OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo						

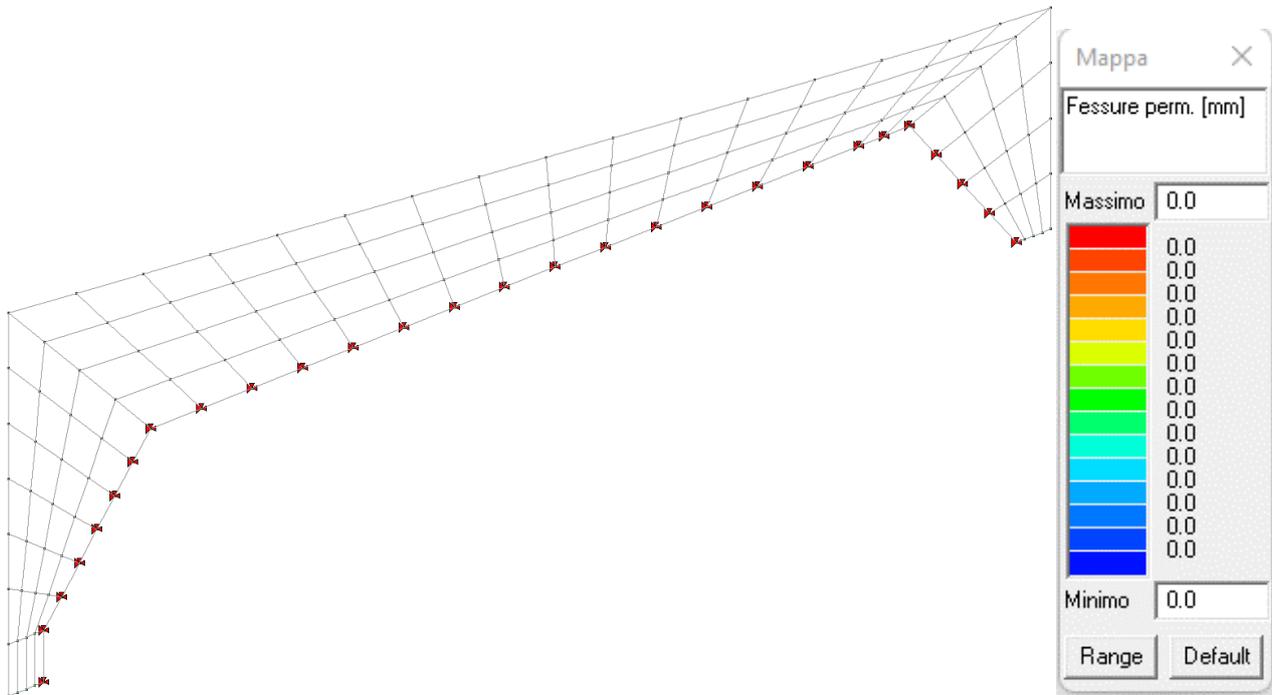
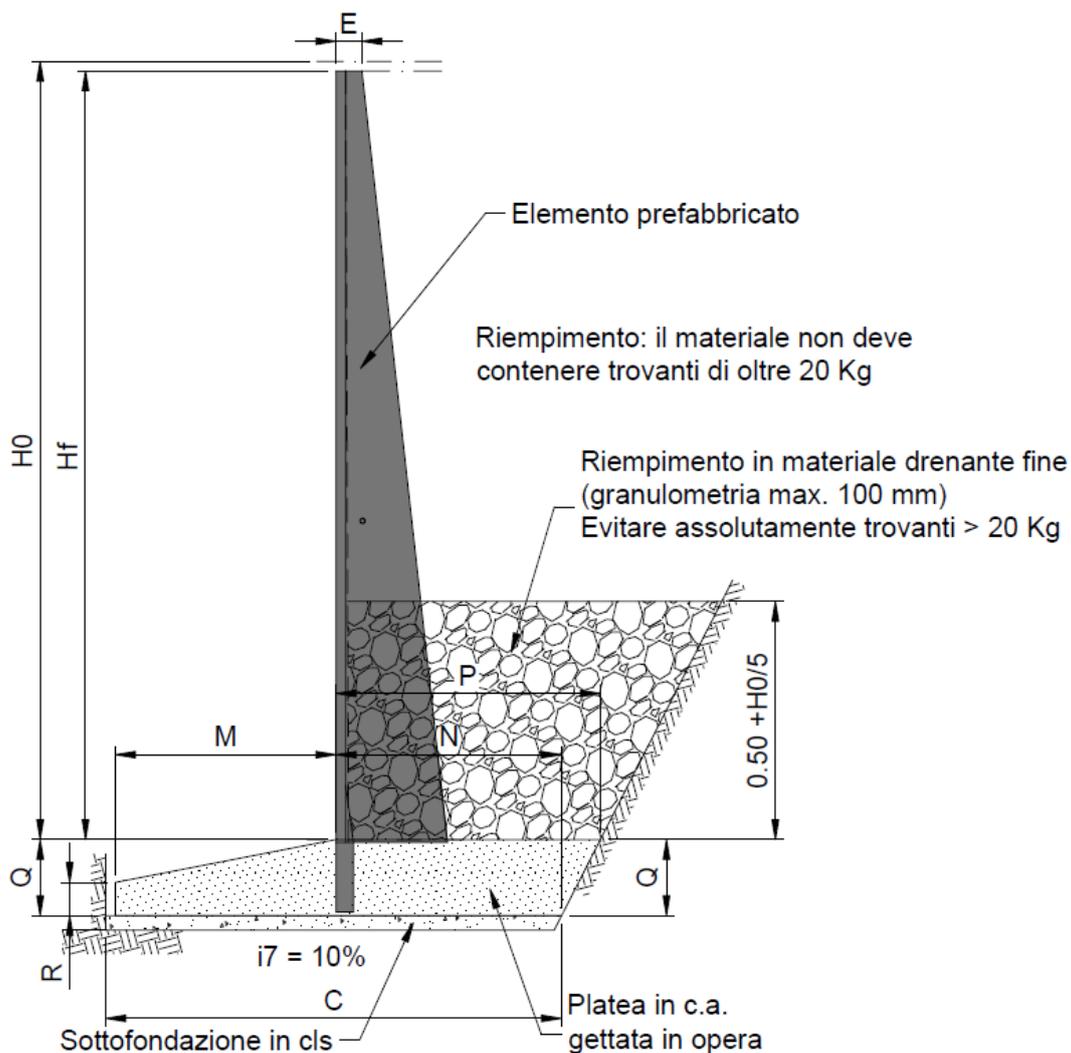


Fig. 193; Verifica Fessurazione SLE freq, SLE q.p. e S.L.E rare

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 185 di 252

7.15. VERIFICA MURI D'ALA

Nel seguito si riporta la sezione tipologica del muro d'ala:



H_0 = Altezza nominale del prefabbricato di serie, multipla di 25cm o 50cm, a cui fanno riferimento le dimensioni e le armature.

H_f = Altezza della facciata. Spiccatto netto del muro emergente dalla fondazione.

Fig. 194 Sezione tipologica Muri d'ala

Trattandosi di strutture molto semplici e con schemi statici prestabiliti il calcolo è effettuato con i metodi numerici della scienza delle costruzioni, determinando direttamente le reazioni sul terreno e le sollecitazioni delle varie membrature in base all'analisi e alla composizione delle varie azioni agenti sulla struttura e delle loro reazioni vincolari. La verifica della resistenza delle sezioni in cemento armato normale è fatta con calcolo iterativo basato su distribuzioni tensionali a parabola-rettangolo per le verifiche a stato limite ultimo, incluse

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 186 di 252

quelle sismiche, e su distribuzioni tensionali elastico-lineari parzializzate per le verifiche S.L.E. e per la fessurazione.

In relazione alle principali verifiche richieste dalle norme tecniche, il programma provvede a evidenziare automaticamente, con fondini colorati e caratteri diversificati, i risultati insufficienti o contrastanti con la norma.

7.15.1 Dati generali di progetto

Tabella 1 - Materiali e loro resistenze

		Prefabbricati	Platea
Calcestruzzo (§ 11.2.10 e 4.1.2.1.1)			
Resistenza caratteristica cubica R_{ck}	N/mm ²	45	30
Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	N/mm ²	37.35	24.9
Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5$	N/mm ²	21.17	14.11
Resistenza media a trazione assiale $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$	N/mm ²	3.35	2.56
Resistenza di calcolo a trazione $f_{ctd} = f_{ctm} \cdot 0,7 / 1,5$	N/mm ²	1.56	1.19
Acciaio (§ 4.1.2.1.1)			
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	N/mm ²	B450C 450	B450C 450
Resistenza di calcolo $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$	N/mm ²	391.3	391.3

Tabella 2 - Coefficienti e parametri impiegati nei calcoli:

AZIONI	simboli	Verifiche SLU: Approccio 1		Verifiche SLE	Verifica sismica
		A1+M1+R1	A2+M2+R2		
Coefficienti parziali per le azioni (tabella 6.2.I):					
Peso proprio della struttura	g_1	1.3	1.0	1.0	1.0
Peso della terra portata	g_2	1.3	1.0	1.0	1.0
Spinta della terra	g_3	1.3	1.0	1.0	1.0
Sovraccarichi per carichi mobili	q_1	1.5	1.3	1.0 x Ψ	0.2
Parametri geotecnici del terreno spingente (tabella 6.2.II):					
Angolo di resistenza al taglio	φ	35°	29.26°	35°	29.26°
Coesione efficace	c'_k	0.0	0.0	0.0	0.0
Resistenza non drenata	c_{uk}	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso specifico della terra	γ	17.64	17.64	17.64	17.64
Eventuali valori particolari per le singole sezioni sono riportati nelle relative schede.					
Coefficienti parziali per le verifiche delle fondazioni superficiali (tabella 6.5.I; tranne il coeff 1.4 assunto dall'Euro-codice 7, tabella A.13, perché più cautelativo):					
Capacità portante della fondazione	γ_r	1.0	1.4	1.0	1.0
Scorimento della fondazione	γ_r	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabella 3 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche EQU (tabella 6.2.I):

AZIONI	simboli	Approccio 1: verifiche EQU
Carichi permanenti favorevoli (pesi)	γ_{G1f}	0.9
Carichi permanenti sfavorevoli (spinta delle terre)	γ_{G1s}	1.1
Carichi variabili favorevoli (peso del sovraccarico)	γ_{Q1f}	0.0
Carichi variabili sfavorevoli (spinta per effetto del sovraccarico)	γ_{Q1s}	1.5

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 187 di 252

Per ciascuna sezione trasversale sono state eseguite le verifiche, esposte nelle schede elencate nel seguito:
 Scheda 1: Verifica S.L.U.: GEO e STR, secondo l'approccio 1, combinazione 1 (A1+M1+R1);
 Scheda 2: Verifica S.L.U.: GEO, EQU e STR, secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2);
 Scheda 3: Verifica S.L.E. combinazione RARA (Y = 1.0), con il calcolo delle tensioni nelle sezioni in c.a.;
 Scheda 4: Verifica S.L.E. combinaz. FREQUENTE (Y = 0.75), con il calcolo dell'apertura delle fessure sulle sezioni;
 Scheda 5: Verifica S.L.E. combinaz. QUASI PERMANENTE (Y = 0), con il calcolo dell'apertura delle fessure sulle sezioni;
 Scheda 6: Verifica sismica, con sovraccarico ridotto perché dovuto a carichi mobili ridotti;
 In ogni scheda i dati e i disegni delle sezioni corrispondono a quanto effettivamente assunto nel calcolo.
 Le verifiche sono svolte con l'ausilio del codice di calcolo Tensiter 'Muri 2008' vers. 2.7.2.

7.15.2 Verifiche agli stati limite ultimi (schede 1 e 2 – Allegato 2)

7.15.2.1 Organizzazione del calcolo

Il calcolo di verifica agli stati limite delle varie opere di sostegno prefabbricate è svolto secondo il punto 6.5.3 del citato D.M. 14/1/08 nei due casi previsti dalla norma.

Nella **prima scheda** (Allegato 2) è svolta la verifica S.L.U. di tipo strutturale (STR) secondo l'Approccio 1, Combinazione 1, impiegando i coefficienti sopraindicati per il caso "A1+M1+R1" (cioè con angolo d'attrito del terreno effettivo e azioni maggiorate dai relativi coefficienti).

Nella **seconda scheda** (Allegato 2) è svolta la verifica S.L.U. di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio del corpo rigido (EQU) secondo l'Approccio 1, Combinazione 2, impiegando i coefficienti per il caso "A2+M2+R2" (cioè con la spinta della terra maggiorata avendo assunto un angolo d'attrito del terreno ridotto e azioni naturali; solo il sovraccarico sul rilevato è maggiorato).

In ciascuna delle due schede è effettuato:

- il calcolo delle spinte, dei pesi e dei loro momenti (GEO) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione;
- la verifica allo scorrimento (GEO) sul piano di posa;
- la verifica al ribaltamento (EQU) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione;
- la verifica strutturale (STR) con il confronto tra le sollecitazioni e le resistenze nelle sezioni delle membrature.

7.15.2.2 Calcolo delle azioni sulla struttura

Nella prima parte di queste due schede sono calcolati tutti i vari termini della combinazione fondamentale delle azioni che formano l'azione complessiva della struttura sul terreno di fondazione, struttura costituita dalla parete prefabbricata, dalla sua fondazione diretta, dalla platea sotto al terrapieno, dalla terra che sovrasta la platea, dai sovraccarichi sul rilevato, sotto l'azione della spinta del terrapieno e delle altre varie azioni eventualmente presenti. Tutte le azioni agenti sulla struttura sono state calcolate in base alle dimensioni geometriche riportate in ciascuna scheda moltiplicate per i rispettivi coefficienti riportati nella tabella 2 del capitolo 7.15.1.

7.15.2.3 Spinta delle terra

Con riferimento alla figura sottostante, la spinta del terrapieno agisce direttamente sulla fondazione del muro e indirettamente su una sezione verticale ideale R-S innalzata sullo spigolo interno della platea.

L'esperienza ha dimostrato che, se la struttura non è soggetta a vincoli particolari, la sua deformazione elastica e il cedimento della fondazione sono, in genere, sufficienti a mobilitare la spinta attiva del terrapieno.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	188 di 252

Il coefficiente di spinta attiva è calcolato in base al valore f dell'angolo d'attrito assegnato nel caso A1+M1+R1 e al valore ridotto $\phi' = \text{atn}(\tan f / 1.25)$ nel caso A2+M2+R2.

L'esame dei meccanismi di collasso della struttura dimostra che nelle verifiche GEO e EQU dobbiamo sempre considerare la spinta della terra agente sulla sezione verticale R-S innalzata dal bordo interno della platea.

Pertanto il coefficiente di spinta K_1 attraverso la sezione R-S viene calcolato:

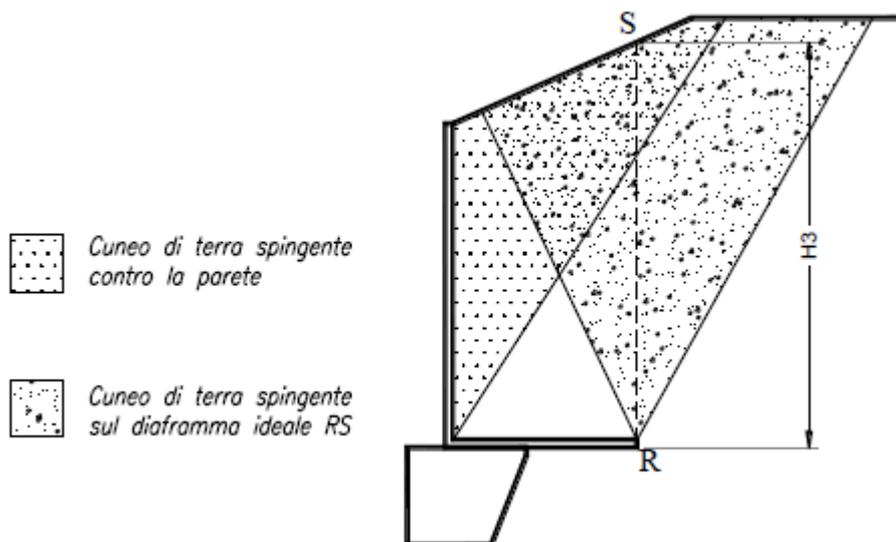
- a) se il profilo del rilevato è rettilineo, con le formula di Rankine,
 ✓ per terrapieno orizzontale:

$$k_1 = \tan^2(45 - \varphi/2)$$

- ✓ - per terrapieno inclinato dell'angolo β :

$$k_1 = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \varphi}}$$

Esse corrispondono a ipotizzare la formazione di un cuneo di terra spingente limitato da due piani di scorrimento, le cui giaciture sono quelle che generano la spinta massima, e quindi la più sfavorevole alla stabilità del muro. La teoria del masso illimitato di Rankine dimostra che la spinta risulta sempre parallela alla superficie del rilevato. In particolare, se il rilevato è orizzontale, essa dimostra che non si formano componenti verticali sulla sezione R-S, componenti che risulterebbero molto favorevoli nel calcolo delle resistenze al ribaltamento e allo scorrimento.



Se il profilo del rilevato non è una retta, il codice di calcolo, con un procedimento iterativo che corrisponde a estendere la formula di Rankine ai profili spezzati, individua per approssimazioni successive le giaciture dei due piani di scorrimento che generano simultaneamente la spinta massima e fornisce automaticamente il coefficiente di spinta attiva. Se le pendenze sono uguali i risultati coincidono con quelli della formula di Rankine. Dall'equilibrio dei due semicunei separati dal piano R-S risulta anche individuata l'inclinazione della

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	189 di 252

spinta, che risulta intermedia fra le due pendenze. Chiameremo questo procedimento **"Cuneo a cavallo di R-S"**.

La spinta sulla fondazione è calcolata con un coefficiente di spinta K_3 su parete verticale. Il calcolo tiene conto che nei muri tipo N, T e F la platea impedisce al peso del terrapieno che la sovrasta di agire come sovraccarico per l'intera altezza del muro, come risulta dimostrato dall'analisi di tutti i possibili meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, svolta a sensi del punto 6.5.3.1 del D.M. 14/1/2008.

7.15.2.4 Spinta della falda freatica

Tutti i muri sono dotati di un drenaggio particolarmente efficace. Lo speciale profilato drenante inserito nel giunto tra i pannelli insieme alla nostra prescrizione di riempire l'ampio volume a tergo del muro con materiale drenante fino ad almeno 1/3 dell'altezza impediscono che si generino delle spinte significative dovute alla falda freatica.

Nel caso di sorgive a tergo del muro l'acqua fuoriesce facilmente convogliata dal materiale drenante sopra la platea o in appropriate tubazioni drenanti da disporre sopra la platea, paralleli alla facciata.

Nel caso di muri spondali in alveo la spinta sulla parete dovuta alla differenza fra il livello interno dell'acqua e quello esterno è molto contenuta anche in fase di stanca della piena, per l'efficienza del sistema di drenaggio. La platea, con la sua notevole larghezza, riduce il sifonamento e la formazione di sottopressioni idrauliche che potrebbero ridurre l'efficienza della fondazione. In pratica solo se la velocità di discesa della piena supera 1÷2 m/ora occorre tenere conto della spinta dell'acqua. Negli altri casi la spinta della falda freatica può essere trascurata.

7.15.2.5 Pesì e forze d'inerzia per le verifiche sismiche

Tutti i pesi e le forze d'inerzia delle varie parti della struttura e del rilevato sulla platea sono stati calcolati in base alle loro dimensioni geometriche riportate in ciascuna scheda moltiplicate per i rispettivi pesi specifici e moltiplicati per i coefficienti della tabella 2, riportati per chiarezza nel calcolo di ogni componente. Nelle strutture dotate di un tirante in cemento armato prefabbricato (muri Tensiter tipo "T") il calcolo tiene conto del peso di terra che può gravare su di esso. Ricordiamo, in merito, che il tirante è costruito curvo, dotato cioè di una curvatura il cui raggio è stato scelto in modo da compensare la parte del peso della terra che graverà su di esso.

Le esperienze e le opere costruite negli ultimi 35 anni hanno confermato che il carico gravante sul tirante è circa il 50% del peso del prisma di terra che sovrasta il tirante, assumendo come larghezza l'intero passo tra un tirante e l'altro. Con questa ipotesi il momento flettente sul tirante risulterebbe nullo. Eventuali differenze rispetto a questo valore generano un momento flettente residuo, e possono essere causate da diverse modalità di realizzazione del rilevato. Nel calcolo S.L.U. abbiamo fatto l'ipotesi che ben il 30% del peso dell'intero prisma sopra definito agisca, in più o in meno, sul tirante, il quale, ai fini del calcolo, risulta una trave incastrata a entrambe le estremità. Pertanto, tenuto conto della sua curvatura, il tirante è verificato per portare qualunque valore del carico compreso tra il 20% e l'80% del peso della terra e del sovraccarico che lo sovrastano. Nel calcolo S.L.E. abbiamo tenuto conto che ancora il 25% del peso del citato prisma gravi, in più o in meno, sul tirante e abbiamo calcolato l'ampiezza delle fessure con questa ipotesi.

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 190 di 252

7.15.2.6 Verifiche a scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa risulta dal confronto tra la componente orizzontale di tutte le azioni (spinte e eventuali altre forze agenti sulla struttura) e la resistenza del terreno allo scivolamento, espressa dal prodotto di tutti i pesi e le varie componenti verticali di ogni azione per il coefficiente d'attrito della struttura sul terreno di fondazione.

La spinta passiva sulla parete esterna della fondazione non è presa in conto a favore della stabilità.

Si noti che il punto 6.5.3.1.1. del D.M. 14/1/08 ci autorizzerebbe a tenerne conto di una parte significativa, dal momento che il cordolo di fondazione è gettato sempre direttamente contro terra (perchè privo di armature) e pertanto, prima di fare presa, il calcestruzzo spinge contro la parete la propria spinta idrostatica. Pertanto questa parte della spinta passiva (circa il 40 ÷ 50%), essendo generata per la modalità costruttiva senza richiedere alcuno spostamento per attivarsi, potrebbe essere presa in conto.

7.15.2.7 Stato limite di ribaltamento

Lo stato limite al ribaltamento tratta l'equilibrio dell'insieme sopraelencato come se fosse un corpo rigido. Pertanto calcola i momenti delle varie azioni rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione (punto "O" delle figure riportate nelle schede) previo averli moltiplicati per i rispettivi coefficienti parziali esposti nella nostra tabella 3, che riporta i valori delle tabelle 2.6.1. e 6.2.1. del D.M. 14/1/08.

7.15.2.8 Collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno

Il collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno risulta dalla verifica che la capacità portante del terreno di fondazione sia maggiore della risultante calcolata in base alla somma di tutte le azioni e alla sua posizione, dalla quale dipende l'ampiezza del nastro di appoggio sul terreno, Questo confronto è svolto nella scheda 7. La capacità portante è calcolata con la formula di Brinch-Hansen del 1970 La verifica è svolta a sensi del terzo capoverso del punto 6.5.3.1.1 del DM 14/1/08. Nella prima colonna la verifica è svolta secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3), nella seconda secondo l'approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+M3), tenendo conto in entrambe dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I. La verifica è favorevole se la capacità portante risulta maggiore del carico anche in una sola delle due condizioni. Nella terza colonna è svolta la verifica nel caso sismico, assumendo pari a uno tutti i coefficienti moltiplicativi delle azioni e delle resistenze. Il calcolo della capacità portante tiene conto della riduzione per il coefficiente di Paolucci e Pecker 1997.

7.15.2.9 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	191 di 252

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

7.15.2.10 Verifiche delle sezioni in c.a. allo S.L.U.

Se il profilo del terreno spingente è rettilineo, la spinta sulla parete interna della struttura prefabbricata è calcolata in base a un coefficiente di spinta attiva determinato con la formula di Coulomb:

$$k_0 = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta)}}{\sqrt{\sin(\psi - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno sostenuto dal muro assunto nella Combinazione in esame;

β = Angolo di inclinazione del terreno sostenuto dal muro. $\beta > 0^\circ$ se il terreno sale allontanandosi dal muro;

ψ = Angolo del paramento interno del muro con l'orizzontale. $\psi > 90^\circ$ se la parete interna strapiomba;

δ = Angolo di resistenza al taglio fra terreno sostenuto e muro. Nei calcoli è stato assunto $\delta = 2 \cdot \phi / 3$.

Essa corrisponde all'equilibrio di un cuneo di terra, aderente alla parete del muro, separato dal terrapieno da una superficie piana, con la giacitura che genera la massima spinta sulla parete e quindi la più sfavorevole alla verifica delle sezioni.

L'angolo di attrito δ tra terreno e parete è stato assunto pari a 2/3 dell'angolo di resistenza al taglio del terreno spingente. Il coefficiente di spinta che ne risulta differisce di poco da quello di Rankine, ma la componente verticale della spinta assume valori molto maggiori di quelli sulla sezione R-S se il terreno spingente è orizzontale o poco ripido.

Su ogni sezione le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate in base alla spinta della terra agente dalla sezione in su e tengono conto anche della componente verticale della spinta e del peso della struttura sopra la sezione e di ogni altra azione esterna (urti, carichi sulla struttura, sbalzi, ecc.).

Nel calcolo della spinta è stato trascurato, per semplicità e a favore della stabilità, lo spessore della parete, considerando quindi che la spinta agisca direttamente sulla facciata del muro.

Negli altri casi (profilo spezzato, sovraccarico applicato a una parte del rilevato) useremo una procedura che chiameremo "Cuneo contro la parete". Essa consiste nel suddividere l'intera altezza della parete prefabbricata in strisce di altezza piccola (in genere m 0.5) a partire dal livello della terra. Per la base di ogni striscia si determina il cuneo di terra spingente limitato dalla parete e da un piano di scorrimento la cui

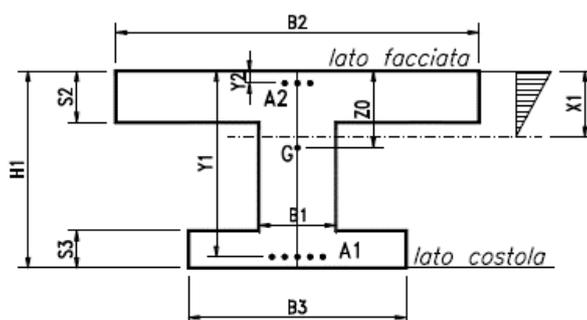
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST			
	M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IB0U	1BEZZ	CL	NV043003	C	192 di 252

giacitura è quella che genera la spinta massima. Trovato il cuneo che spinge di più, la scomposizione del peso del cuneo nelle direzioni delle reazioni sulle due superfici di scorrimento determina la spinta sulla parete. La spinta su ogni striscia corrisponde alla differenza fra la spinta fino alla base della striscia e quella fino alla base della striscia precedente; da essa si ricava la pressione media della terra sulla striscia. La spinta fino alla base di ogni striscia corrisponde all'andamento dello sforzo di taglio sulla parete: il momento flettente e lo sforzo normale sono ricavati da essa.

I risultati mettono in evidenza che la spinta della terra nei muri di sottoscampa non è a 1/3 dell'altezza ma assai più in alto, eliminando così un errore estremamente diffuso a sfavore della sicurezza.

La verifica allo stato limite ultimo è svolta secondo le norme di calcolo esposte al punto 4.1.2.1 del D.M. 14/1/2008.

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema della figura nel seguito allegata:



Per ogni sezione verificata, oltre alle principali dimensioni geometriche, sono esposti:

M_{Ed} = momento flettente baricentrico dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q_i ;

M_{Edu} = momento flettente baricentrico dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q_i calcolato sulla sezione spostata della misura a_1 data dalla formula [4.1.2.2] (= décalage);

N_{Ed} = sforzo normale di calcolo, dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q_i .

V_{Ed} = sforzo di taglio di calcolo, dovuto alle azioni esterne moltiplicate per i rispettivi coefficienti g_i e q_i , modificato dalla componente V_{md} della trazione dell'acciaio perpendicolare al lembo compresso nelle sezioni di altezza variabile;

a = Inclinazione media delle armature trasversali rispetto all'asse baricentrico della trave;

$ctgq$ = Cotangente dell'inclinazione q dei puntoni d'anima rispetto all'asse della trave, scelta dal progettista in modo che sia rispettata la prescrizione della formula [4.1.16]. La colonna non è compilata se il taglio resistente senza staffe V_{cd} è già maggiore di quello delle forze esterne V_{Ed} ;

M_{Rd} = momento flettente baricentrico a cui resiste la sezione allo stato limite ultimo in presenza dello sforzo normale N_{Ed} ;

V_{Rd} = sforzo di taglio resistente della sezione. Esso è il valore minimo tra V_{Rcd} e V_{Rsd} , ove:

V_{Rcd} = resistenza di calcolo a "taglio compressione" (formula 4.1.19);

V_{Rsd} = resistenza di calcolo a "taglio trazione" (formula 4.1.18);

Tutte le sezioni sono provviste di armatura resistente al taglio.

Il calcolo del taglio resistente non tiene conto del contributo dei ferri piegati.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IB0U	1BEZZ	CL	NV043003	C	193 di 252

L'area delle staffe presa in conto nel calcolo della resistenza a taglio è stata ridotta della sezione destinata a reggere la spinta o il peso della terra sulle ali della sezione, azioni che sono carichi appesi o indiretti. La resistenza delle armature resistenti al taglio presa in conto nel calcolo di V_{rsd} è la minore fra quella di aderenza, calcolata a sensi del punto [4.1.2.1.1.2], e quella che compete alla sezione resistente metallica.

Dal confronto tra le sollecitazioni esterne e quelle resistenti risulta che tutte le sezioni sono conformi alle norme.

7.15.2.11 Verifica del collegamento tra platea e fondazione

La componente orizzontale corrisponde alla spinta della terra su R-S diminuita dell'eventuale attrito sulla faccia inferiore della platea. Il collegamento non richiede alcuna armatura perché dai calcoli di verifica risulta sempre che la risultante cade nelle vicinanze della mezzeria del contatto, o almeno non vicino ai punti M e Q della figura.

Tenuto conto che la platea, per le sollecitazioni cui è soggetta, si incurverà sollevandosi tra M e Q mentre la fondazione, massiccia, si deformerà poco, la componente verticale dello sforzo si ripartirà in due forze localizzate nelle vicinanze dei punti M e N.

Dunque, se la risultante cade fra M e Q, in entrambe i punti lo sforzo sarà di compressione e tenderà a mantenere le parti a contatto, garantendo l'indefornabilità del collegamento.

Il codice di calcolo determina le due componenti verticali nei punti M e Q. Se la componente più piccola non raggiunge almeno il 15% della somma delle due componenti, il codice segnala il pericolo. Per poter proseguire occorre o ridimensionare la fondazione, o assegnare appropriate dimensioni alle armature previste in questo caso.

La componente orizzontale è agevolmente trasmessa per attrito, dal momento che risulta tra il 25% e il 40% di quella verticale, mentre il coefficiente d'attrito assume valori prossimi a 1,0, tenuto conto la platea è gettata sulla fondazione che ne costituisce lo stampo e quindi ne acquisisce tutte le irregolarità dovute alla scabrezza della sua superficie.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	194 di 252

7.15.3 Verifiche agli stati limite di esercizio (schede 3, 4 e 5-Allegato 2)

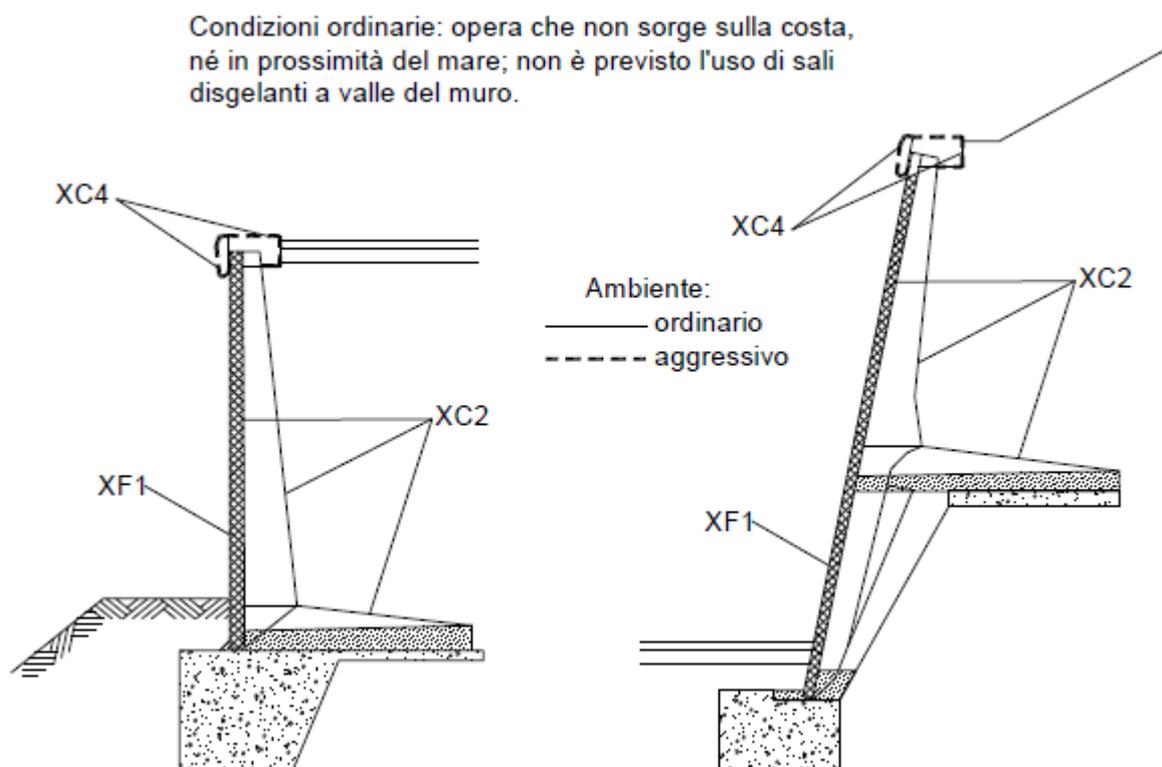
Nella **terza scheda** (Allegato 2) è svolta la verifica di esercizio S.L.E. con calcolo elastico-lineare in base alle spinte, pesi e sovraccarichi massimi effettivamente agenti (**combinazione rara**), al fine di calcolare le tensioni massime di esercizio nell'acciaio e nel calcestruzzo e verificarne la compatibilità con i valori esposti al punto 4.1.2.2.5 del D.M. 14/1/08.

Nella **quarta e quinta scheda** (Allegato 2) sono svolte le verifiche di esercizio S.L.E. nelle combinazioni **frequente e quasi permanente**. La spinta e i pesi della terra assunti nel calcolo sono quelli effettivi; il sovraccarico sul rilevato è stato ridotto in base ai coefficienti Y stabiliti dalle tabelle 5.1.VI (strade) e 5.2.IV (ferrovie) del D.M. 14/1/2008. Queste due schede sviluppano il calcolo dell'ampiezza delle fessure tenendo conto del ricoprimento di calcestruzzo previsto nei disegni e riportato nelle schede, per verificarne la compatibilità con l'ampiezza massima prevista dalla tabella 4.1.IV del DM 14/1/08.

7.15.3.1 Classe di esposizioni agli agenti aggressivi

I criteri di scelta della classe di esposizione delle varie superfici della struttura sono quelli esposti al punto 4.1 della tabella UNI-EN 206-1, classi riportate anche al punto 4.2 dell'Eurocodice 2.

Dal momento che l'opera in progetto non sorge sulla costa, né in prossimità del mare, né in ambiente gelivo tale da richiedere l'uso di sali disgelanti, consideriamo esposta ad un ambiente aggressivo solo l'eventuale copertina di coronamento della facciata, le cui superfici sono ciclicamente secche e bagnate, soggette a corrosione delle armature indotta da carbonatazione.



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	195 di 252

Pertanto abbiamo considerato le superfici del manufatto soggette alle seguenti classi di esposizione della tabella UNI EN 206-1:

XC4 = Superfici soggette al contatto con l'acqua, ciclicamente secche e bagnate, non comprese nella classe XC2 (che è meno gravosa della XC4).

XF1 = Facciata: superficie verticale esposta alla pioggia e al gelo. Grado moderato di saturazione, in assenza di sali disgelanti.

XC2 = Intradosso e costola della parete prefabbricata, platea gettata in opera, fondazione in c.a.: tutte superfici che si trovano in ambiente bagnato, raramente secco. La classe **XC2** e la classe **2b** del prospetto 4.1 dell'Eurocodice 2 sono descritte come condizione ambientale tipica delle fondazioni.

7.15.3.2 Copriferrì

Il valore della tolleranza Δc_{dev} relativo alla misura del copriferrì non è uniforme su tutte le pareti del prefabbricato.

Sulla facciata esterna e interna della parete è ± 5 mm; sulla costola (fianchi e estradosso) è $+5/-0$, in quanto il procedimento costruttivo assicura queste misure. Per i getti in opera valgono i valori di legge cioè ± 10 mm.

I copriferrì, definiti come distanza dalla parete dell'estradosso dalla staffa (da non confondere con i ricoprimenti = distanza dalla parete dell'estradosso delle armature principali) nelle varie parti della struttura corrispondenti alle classi di esposizione sopra indicate sono riportate nella tabella 5. Essa riporta pure l'apertura caratteristica ammessa per le fessure, stabilita nel capitolo 4.1.2.2.4 del DM 14/1/08 per le armature poco sensibili.

Vita dell'opera: 50 anni		PREFABBRICATO TENSITER			PLATEA	FONDAZIONE
Condizioni ordinarie: opera che non sorge sulla costa, né in prossimità del mare; non è previsto l'uso di sali disgelanti a valle del muro		Intradosso della parete	Costola e tirante tipo "T"	Facciata esterna	Tutte le facciate	Tutte le facciate
Resistenza del calcestruzzo Rck	N/mm ²	45	45	45	30	30
Classificazione dell'ambiente		XC2	XC2	XF1	XC2	XC2
Spessore del copriferrì:						
Minimo da norma (tabella C4.1.V)		20	25	20	20	20
Tolleranza di lavorazione		5	+5/-0	5	10	10
Maggior spessore per durata		0	0	0	0	0
TOTALE da norma mm		25	25	25	30	30
Spessore indicato nei disegni mm		30±5	30+5/-0	35±5	30±10	30±10
Ampiezza massima delle fessure :						
Combinaz. frequente	mm	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Combinaz. quasi permanente	mm	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	196 di 252

7.15.3.3 Calcolo dell'ampiezza delle fessure

Per il calcolo dell'ampiezza delle fessure abbiamo scelto come metodo consolidato quello esposto nel D.M. 09/01/96 e dalle relative istruzioni contenute nella Circ. Min. LL.PP. n° 252 AA.GG./S.T.C del 15/10/96.

Nei tabulati di verifica le caratteristiche della sollecitazione sono calcolate con i metodi del calcolo elastico lineare, senza ridistribuzioni, con coefficiente di omogeneizzazione pari a 6.

I sovraccarichi naturali sull'impalcato e sul terrapieno sono stati moltiplicati per i coefficienti di combinazione Y_0 , Y_1 e Y_2 per le azioni variabili sui ponti stabiliti dalla Tab. 5.1.VI (strade) e 5.2.IV (ferrovie) del citato decreto.

I momenti flettenti esposti nelle tabelle sono calcolati rispetto alla facciata del pannello o alla facciata inferiore della platea.

La descrizione geometrica della sezione avviene secondo lo schema già esposto nella verifica allo stato limite ultimo.

7.15.3.4 Calcolo delle tensioni in esercizio (4.1.2.2.5)

Sono inoltre esposte le tensioni di trazione nell'acciaio e di compressione nel calcestruzzo per confrontarne i valori con i massimi stabiliti per lo stato limite di tensione di esercizio.

Per la combinazione caratteristica **rara**, in base alle resistenze caratteristiche dei materiali impiegati, risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati ($R_{ck} 45 = \text{MPa}$): $\sigma_c < 0.83 * 45 * 0.60 = 22.41 \text{ Mpa}$

Calcestruzzo delle platee ($R_{ck} 30 = \text{MPa}$): $\sigma_c < 0.83 * 30 * 0.60 = 14.94 \text{ Mpa}$

Per la combinazione di carico **quasi permanente** risultano le seguenti limitazioni:

Calcestruzzo dei prefabbricati ($R_{ck} 45 = \text{MPa}$): $\sigma_c < 0.83 * 45 * 0.45 = 16.81 \text{ Mpa}$

Calcestruzzo delle platee ($R_{ck} 30 = \text{MPa}$): $\sigma_c < 0.83 * 30 * 0.45 = 11.21 \text{ Mpa}$

Acciaio: nella combinazione caratteristica rara: $\sigma_s < 80 * 450 \text{ Mpa} = 360 \text{ Mpa}$

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	197 di 252

7.15.4 Verifiche Sismica (schede 6-Allegato 2)

Il calcolo di verifica della stabilità globale dell'opera e di verifica delle sollecitazioni è effettuato con il metodo dell'analisi pseudo-statica (punto 7.11.6.2.1) in base al valore dell'accelerazione massima a_g attesa in superficie e del fattore di amplificazione orizzontale F_0 indicati nell'allegato B della norma e aggiornati sul sito Internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Azioni sismiche - Spettri di risposta vers. 1.03).

7.15.4.1 Criteri generali di progetto

I muri di sostegno prefabbricati Tensiter hanno sempre dato buoni risultati nelle verifiche sismiche, dovuti all'ampio dimensionamento della platea stabilizzatrice e alla sostanziale robustezza della parete. Dobbiamo attenderci risultati pratici ancora migliori, dovuti a tre prerogative tipiche dei muri Tensiter:

- La fondazione è massiccia, sempre gettata contro terra e quindi senza che si formino vuoti laterali. Invece, nelle fondazioni dei muri usuali con pareti cassate, i rinfiocchi vuoti dopo il disarmo sono riempiti di materiale sciolto che, nell'alternarsi di sforzi di compressione e decompressione generati dal sisma, tende a compattarsi permettendo il movimento del muro;
- La fondazione non può ribaltare, perché la sua facciata superiore è vincolata a una larga platea il cui punto più interno, restando fisso, le impedisce di ruotare. Pertanto cresce la capacità portante del terreno sotto la fondazione perché, per raggiungere il collasso, occorre superare la pressione unitaria limite non solo sul bordo esterno ma anche sul bordo interno. Il calcolo della capacità portante non tiene conto di questo meccanismo favorevole;
- La spinta della terra sulla fondazione usufruisce di una forte riduzione, in quanto il cuneo di terra spingente su essa non è sovraccaricato. Infatti appena il cuneo spingente inizia a scendere sotto l'azione del proprio peso e del sisma, il sovraccarico su di esso si azzerà perché è portato dalla platea.

Per questi motivi i muri Tensiter nel loro normale dimensionamento sono di massima adatti fino ad accelerazioni locali al suolo $A_g/g = 0,10 \div 0,15$ g per quelli di classe "L", $0,15 \div 0,25$ g per quelli di classe "M" e $0,25 \div 0,35$ g per quelli di classe "P". Ovviamente questi valori devono essere confermati da verifiche specifiche, che tengano conto di tutti i parametri locali (categoria di sottosuolo, categoria topografica, ecc.).

7.15.4.2 Dati di progetto dell'azione sismica

Pur trattandosi di un'opera provvisoria, in quanto si prevede la demolizione della stessa al termine dei lavori, in relazione al contesto in cui si inserisce sono stati scelti parametri di progetto compatibili con quelli di un'opera con carattere definitivo. A differenza dello scatolare, in cui si prevede il transito dei veicoli, per i muri d'ala è stata assunta una vita nominale pari a 50 anni. Nel seguito i parametri sismici impiegati:

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	198 di 252

Località in cui sorge l'opera: Comune di		Fortezza (BZ)
Periodo di vita nominale V_N della costruzione		anni 50
Classe d'uso III	Corrispondente coefficiente C_U (Tab 2.4.II)	$C_U = 1.5$
Periodo di vita di riferimento V_R della costruzione		anni 75
Consequente periodo di ritorno del sisma per lo stato SLV ($P_V=10\%$)		anni 712
Accelerazione orizzontale al suolo (spettri di risposta vers 1.03)		$a_g/g = 0.056$
Fattore di amplificazione orizzontale (spettri di risposta vers 1.03)		$F_0 = 2.706$
Categoria di sottosuolo (tab. 3.2.II)		C
Suolo di tipo C: Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidità, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resist. penetr.: $15 < N_{spt} < 50$, coesione non drenata: $70 < C_u < 250$ kPa).		
Corrispondente coeff. di amplificazione stratigrafica (tab 3.2.V)		$S_s = 1.500$
Categoria topografica (tab 3.2.IV)		T1
(l'opera non sorge in prossimità di cigli scoscesi isolati, né in prossimità di creste strette e ripide)		
Corrispondente coeff. di amplificazione topografica (tab 3.2.VI)		$S_T = 1.0$
Accelerazione orizzontale massima attesa		$A_{max}/g = 0.084$
Coefficiente di riduzione dell'acceleraz. max. attesa (tab 7.11.II)		$\beta_m = 0.18$
Muro di sostegno prefabbricato, flessibile, non vincolato in cima e in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (7.11.8.2.1)		
Coefficiente di riduz. dei sovraccarichi accidentali durante il sisma		$\psi_{2\phi} = 0.2$

7.15.4.3 Calcolo dell'azione sismica

Coefficiente sismico orizzontale: (formula 7.11.6)	$K_h = \beta_m S_s S_T a_g / g = 0.0151$
Coefficiente sismico verticale: (formula 7.11.7)	$K_v = 0.5 K_h = 0.0076$

7.15.4.4 Spinte di calcolo del terreno e dell'acqua

Il calcolo è svolto secondo l'approccio 1, combinazione 2, cioè angolo d'attrito ridotto, forze d'inerzia che si sommano alle spinte, coefficienti parziali A_2 posti pari a 1, come prescritto dal punto C7.11.6.2 della Circolare 2/2/2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture.

La spinta totale di progetto "Ed" esercitata dal terreno e dall'acqua sulla struttura di sostegno deve essere calcolata nell'istante più gravoso dell'oscillazione sismica, corrispondente alla presenza simultanea della massima accelerazione orizzontale e del massimo alleggerimento verticale dovuto alle forze d'inerzia.

In tale istante la direzione della risultante del peso e delle forze d'inerzia applicata a ogni singola massa (terreno spingente, parete prefabbricata, platea, fondazione, ecc.) risulta ruotata, rispetto alla verticale, dell'angolo Θ risultante dalla formula:

$$\Theta = \arctan(k_h / (1 - K_v)) = 0.87^\circ$$

La formula di Mononobe e Okabe determina il coefficiente di spinta della terra contro una parete piana con la teoria di Coulomb, secondo la quale in aderenza alla parete piana del muro si forma un cuneo di terra spingente limitato verso il terrapieno da una superficie di scorrimento piana. Infatti la loro formula corrisponde alla formula di Coulomb assumendo come direzione verticale quella della risultante del peso e

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	199 di 252

delle forze d'inerzia: ruotando la sezione dell'angolo Θ , e quindi incrementando l'inclinazione del rilevato di Θ e diminuendo l'angolo fra orizzontale e parete di Θ , la formula di Coulomb diventa la formula di Mononobe e Okabe prescritta dall'Eurocodice e dalle norme.

Il calcolo delle sollecitazioni sulla parete è svolto in analogia ai casi non sismici precedentemente svolti, ma il coefficiente di spinta sulla parete è calcolato in generale, con la prima formula di Mononobe-Okabe:

$$k_0 = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \Theta - \delta) \cdot \left[1 - \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \Theta)}}{\sqrt{\sin(\psi - \Theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

o con la seconda formula di Mononobe-Okabe se l'angolo d'attrito φ è inferiore a $\beta + \Theta$:

$$k_0 = \frac{\sin^2(\psi + \varphi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \Theta - \delta)}$$

Dove:

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno sostenuto dal muro assunto nella Combinazione 2. $\phi = \text{atn}[\tan(\phi/1.25)]$;

β = Angolo di inclinazione del terreno sostenuto dal muro. $\beta > 0^\circ$ se il terreno sale allontanandosi dal muro;

ψ = Angolo del paramento interno del muro con l'orizzontale. $\psi > 90^\circ$ se la parete interna strapiomba;

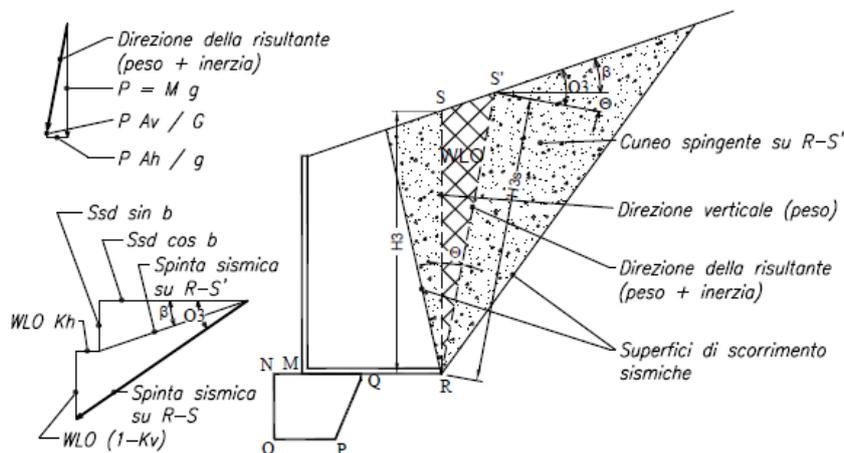
δ = Angolo di resistenza al taglio fra terreno sostenuto e muro. Nei calcoli è stato assunto $\delta = 2\phi / 3$;

Θ = Angolo di rotazione sismica.

Per il calcolo della stabilità globale e della risultante sulle fondazioni dobbiamo però calcolare la spinta della terra sul diaframma ideale R-S innalzato verticalmente dallo spigolo interno della platea.

La formula di Mononobe e Okabe non è applicabile in quanto la sezione ideale R-S non separa il rilevato da una parete rigida, ma c'è della terra dalle due parti di R-S. Dunque il cuneo spingente si sviluppa anche nel terreno a valle di R-S.

Il modello non corrisponde neanche approssimativamente, perché nei muri di sostegno prefabbricati Tensiter, come nei muri di sostegno tipo cantilever con gli usuali dimensionamenti, la platea sotto al terrapieno è ampia e il cuneo spingente ha lo spazio per svilupparsi completamente anche a valle.



APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	200 di 252

Nel pieno rispetto del 2° capoverso del § 7.11.6.2.1 del DM 14/1/08 e in perfetta analogia al modello che determina la formula di Mononobe e Okabe, abbiamo calcolato la spinta E_d sulla sezione R-S assumendo un modello in cui si forma un cuneo spingente limitato da due piani di scorrimento le cui giaciture sono state entrambe simultaneamente individuate come quelle che generano la massima spinta in stato di equilibrio limite attivo e tutte le forze di massa sono ruotate dell'angolo Q .

- ✓ se la superficie del rilevato è piana, vale la formula di Rankine per terreni in pendenza, incrementando l'inclinazione del rilevato b dell'angolo Θ . L'angolo di inclinazione della spinta rispetto all'orizzontale è $\beta + \Theta$, perché, per la teoria di Rankine, la spinta su ogni sezione parallela alla direzione delle forze di massa è sempre parallela alla superficie del rilevato;
- ✓ se la superficie del rilevato è una spezzata, vale la routine che determina per approssimazioni successive il coefficiente di spinta per i profili spezzati, incrementando le due inclinazioni del rilevato dell'angolo Θ . La routine ci fornisce anche l'angolo di inclinazione O_3 della spinta rispetto alla normale al piano R-S'. Dunque l'angolo di inclinazione del rilevato rispetto alla normale è $O_3 + \beta$.

La spinta su R-S' si ottiene ovviamente moltiplicando il quadrato dell'altezza R-S' per il peso specifico del terreno e per il coefficiente di spinta. Tenendo conto dell'inclinazione della spinta precedentemente calcolata avremo le due componenti, orizzontale e verticale, della spinta su R-S'.

La spinta della terra su R-S si ottiene aggiungendo alla spinta su R-S' il peso e la forza d'inerzia di quanto è compreso fra le sezioni R-S e R-S'.

Dividendo la spinta così ottenuta per il quadrato dell'altezza di R-S e per il peso specifico del terreno, avremo il coefficiente di spinta su R-S.

Chiameremo questi procedimenti di calcolo della spinta sismica sul diaframma ideale R-S con il nome di:

- "**Rankine sismico**" se il coefficiente di spinta su R-S' è calcolato con la formula di Rankine;
- "**cuneo a cavallo di R-S**" se la spinta su R-S' è calcolata con la procedura prima descritta.

7.15.4.5 Spinta sulla parete prefabbricata

Se il profilo del rilevato è rettilineo e l'eventuale sovraccarico agisce sull'intera superficie e inoltre se l'inclinazione del rilevato β è minore dell'angolo d'attrito ϕ , per determinare il coefficiente di spinta sulla parete in assenza di sisma impiegheremo la formula di **Coulomb**.

Nelle stesse condizioni, se l'inclinazione del rilevato b incrementata dell'angolo Θ risulta minore dell'angolo d'attrito ϕ calcoleremo il coefficiente di spinta in presenza di sisma con la **1a formula di Mononobe- Okabe**. Se infine l'inclinazione del rilevato b incrementata dell'angolo Θ risulta maggiore dell'angolo d'attrito ϕ il profilo del rilevato è instabile. Ciò premesso, in questo caso calcoleremo il coefficiente di spinta in presenza di sisma con la **2a formula di Mononobe-Okabe**, la quale genera un valore finito, convenzionale, da considerarsi valido perchè stabilito dal DM 14/1/08 e dall'Eurocodice II.

In tutti gli altri casi, cioè se il profilo è costituito da una spezzata, o se il sovraccarico agisce solo su una parte del rilevato, anche se l'inclinazione dei vari tronchi è alta ma purchè l'inclinazione del tronco più lontano dalla parete $\beta + \Theta$ sia minore dell'angolo d'attrito f usiamo la procedura "**Cuneo contro la parete**".

Secondo questa procedura l'intera altezza della parete prefabbricata è suddivisa in striscie di altezza piccola (in genere $m 0.5$). Per ogni striscia si determina il cuneo di terra spingente limitato dalla parete e da un piano di scorrimento la cui giacitura è quella che genera la spinta massima. Trovato il cuneo che spinge di più, la scomposizione del peso del cuneo nelle direzioni delle due reazioni sulle superfici di scorrimento determina

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	201 di 252

l'entità e la direzione della spinta sulla parete. La spinta fino a ogni striscia determina la distribuzione dello sforzo di taglio sulla parete: il momento flettente e lo sforzo normale sono ricavati da essa.

I risultati mettono in evidenza che la spinta della terra nei muri di sottoscarpa non è a 1/3 dell'altezza ma assai più in alto, eliminando così un errore a sfavore della sicurezza estremamente diffuso.

Negli altri casi, cioè se l'inclinazione b del tronco più lontano dal muro aumentata dell'angolo Q risulta maggiore dell'angolo d'attrito ϕ , usiamo la **2a formula di Mononobe-Okabe** nella quale l'inclinazione del rilevato è assunta pari alla massima fra tutte le inclinazioni dei tronchi.

Tuttavia, a giudizio del progettista, il valore fornito dalla 2a Formula di Mononobe-Okabe può sostituire quello generato dalla procedura "Cuneo contro la parete" se il valore fornito da questa procedura è più gravoso di quello dato dalla 2a formula di Mononobe-Okabe. Il procedimento è conforme alla norma perchè sostituisce il calcolo della spinta di un profilo di altezza finita con quello di un profilo di uguale inclinazione ma altezza infinita. Dal momento che la norma stabilisce la procedura di calcolo di questo caso più gravoso, potremmo applicarla anche al nostro profilo.

Questa scelta può, ad esempio verificarsi nel calcolo dei muri di sottoscarpa, se l'altezza della scarpata è importante e l'angolo d'inclinazione del terreno $\beta + \Theta$ è maggiore dell'angolo d'attrito ϕ . Tuttavia questa sostituzione non è consigliabile a giudizio dell'inventore delle strutture Tensiter.

Le schede di calcolo delle varie verifiche espongono la procedura utilizzata per il calcolo dei coefficienti di spinta.

7.15.4.6 Calcolo delle forze d'inerzia

Nelle verifiche della stabilità della struttura durante il sisma il calcolo tiene conto che tutte le masse della struttura e della terra che sovrasta la platea fino alla sezione R'-S' sono soggette a forze inerziali, addizionandole alle spinte. Pertanto tutte le forze d'inerzia sono prese in conto: a monte della sezione R'-S', come maggior spinta della terra per effetto della formula di Mononobe-Okabe; a valle di R'-S' computandole in base alla massa di ogni parte di struttura. Le masse sono calcolate in base alle dimensioni geometriche di ogni parte; le forze d'inerzia orizzontali, prodotto delle masse per il coefficiente sismico orizzontale K_h , sono riportate nella colonna delle componenti orizzontali delle azioni.

7.15.4.7 Spinta passiva della terra davanti alla fondazione in caso sismico

Prendiamo in conto il 50% della spinta passiva, dal momento che essa risulta sostanzialmente già attivata durante la costruzione della struttura, come esposto in precedenza. Il coefficiente di spinta è calcolato con la formula di Mononobe-Okabe, assumendo, a favore della stabilità, l'angolo d'attrito f ridotto, $\beta = 90^\circ$, $\delta = 0^\circ$.

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \Phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \Theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin \Phi \cdot \sin(\Phi + \varepsilon - \Theta)}{\sin(\psi + \varepsilon) \cdot \sin(\psi + \Theta)}} \right]^2}$$

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno di fondazione assunto nella Combinazione 2. $f = \text{atn}(\tan(F/1.25))$;

ε = Angolo di inclinazione del terreno a valle. $\varepsilon > 0^\circ$ se il terreno scende allontanandosi dal muro;

ψ = Angolo del paramento esterno della fondazione con l'orizzontale. $\phi < 90^\circ$ se la parete strapiomba;

δ = Angolo di resistenza al taglio fra il terreno di fondazione e la parete della fondazione gettata contro terra. E' stato assunto $\delta = 0$ a favore della stabilità;

Θ = Angolo di rotazione sismica.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV043003</td> <td>C</td> <td>202 di 252</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	202 di 252													

Nonostante l'incremento delle azioni e la riduzione delle resistenze dovuto alla nostra scelta (a nostro avviso obbligatoria) di rispettare la congruenza del disegno della struttura ruotata di \ominus in tutti gli aspetti del calcolo, il loro confronto accerta ancora la stabilità della struttura.

Alle sollecitazioni dovute alla spinta della terra sulla parete sono state addizionate quelle dovute alle forze d'inerzia della parete prefabbricata e quelle di tutto il terrapieno che sovrasta la platea.

Tutti i valori risultanti dal calcolo sono riportati nelle relative schede. (Allegato 2)

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 203 di 252

8. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

8.1. SCATOLARE

Tutti gli allegati alla presente relazione sono stati compilati automaticamente mediante il programma denominato "CalcoloArticolati", realizzato specificamente per le società del gruppo Tensiter e per le loro licenziatricie con la collaborazione diretta e continua dell'Ing. Carlo Chiaves, inventore delle strutture Tensiter e autore del codice di calcolo.

Il programma, continuamente aggiornato, espone automaticamente negli allegati con quale revisione è stato effettuato il calcolo, in modo da poter comunque ricostruire esattamente, anche a distanza di tempo, ogni valore esposto.

8.1.1 Affidabilità dei codici utilizzati

L'affidabilità dei risultati forniti dal codice è stata controllata per molteplici condizioni di utilizzo con approccio sistematico, per testare tutti i diversi componenti del codice. Ad esempio:

- è stata verificata la simmetria dei risultati su strutture simmetriche sia nella geometria che nei carichi; i risultati forniti sono simmetrici, con buona precisione, benché il metodo di risoluzione del telaio avvenga con un calcolo matriciale per sua natura asimmetrico;
- sono stati sviluppati i test relativi a una sola azione non nulla, onde confrontarne i risultati con quelli facilmente calcolabili a mano;
- sono stati confrontati i risultati del calcolo di varie sezioni in c.a., sia a doppio T che circolari armate (pali), variamente sollecitate sia a SLU che a SLE, con i risultati di identiche sezioni calcolate a mano.

In base ai risultati di questo programma o delle sue precedenti versioni sono state costruite più di 500 opere con prefabbricati articolati Tensiter, in Italia e all'estero, in condizioni molto diversificate, comprendenti sottopassi e cavalcavia stradali e ferroviari, gallerie artificiali con ricoperture fino a 15 m, ponti e ponticelli su fiumi, torrenti e canali, anche in zone anche in zone ad elevata sismicità. In diversi casi sono stati effettuati anche confronti di verifica con i risultati calcolati in via indipendente da altri progettisti nell'ambito delle procedure di approvazione di progetti specifici.

8.2. MURI D'ALA

Tutte le schede allegare alla presente relazione sono compilate automaticamente mediante il programma di calcolo "Muri 2008 vers 2.7.2", realizzato dai tecnici della Tensiter s.p.a. con la collaborazione diretta e continua dell'Ing. Carlo Chiaves, inventore delle strutture Tensiter e autore del codice di calcolo.

Il programma di calcolo "Muri 2008" è il risultato della completa revisione, aggiornamento e completamento del precedente programma "Muri 2006", già sviluppato in codice Visual-basic. Questo programma a sua volta discende, dopo numerosi perfezionamenti, revisioni e aggiornamenti, dal programma prodotto inizialmente in Basic dall'ing. Carlo Chiaves nel lontano anno 1974. Esso, già allora integralmente automatizzato, fu utilizzato per la verifica delle strutture Tensiter nella prima dichiarazione di prefabbricazione "in serie" al Consiglio Superiore dei LL.PP. del 1975.

8.2.1 Affidabilità dei codici utilizzati

In base ai risultati di questo programma e delle sue precedenti versioni sono state costruite migliaia di opere di sostegno Tensiter, in Italia e all'estero, in condizioni molto diversificate, comprendenti muri di sostegno del corpo stradale, muri di sottoscarpa, muri di controripa fino a 15 m di altezza, muri spondali in

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																	
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 16.6%;">COMMESSA</th> <th style="width: 16.6%;">LOTTO</th> <th style="width: 16.6%;">CODIFICA</th> <th style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</th> <th style="width: 16.6%;">REV.</th> <th style="width: 16.6%;">FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">IBOU</td> <td style="text-align: center;">1BEZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">NV043003</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">204 di 252</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	204 di 252
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.													
IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	204 di 252													
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo																		

alveo, muri per sistemazione di frane, spalle di ponti e altre opere Molte migliaia di sezioni trasversali di muri di sostegno sono state verificate con questo programma.

Riteniamo che la grande affidabilità dimostrata dalle strutture Tensiter nei più svariati impieghi (oltre 5.000.000 di metri quadrati di facciata realizzati in 50 anni, senza alcun collasso) derivi in gran parte dall'affidabilità del codice di calcolo utilizzato per progettarle e verificarle.

Il codice, inizialmente impostato sul DM 1973, è stato aggiornato per svolgere la verifica delle strutture Tensiter in base alle varie normative via via succedutesi (... DM 14/2/92 tensioni ammissibili, Eurocode 2, DM 9/1/96 s.l.u, Ordinanze 3274/03 e 3333/04, DM 14/9/2005, DM 14/1/2008) oltre ad alcune normative estere. La coerenza dei risultati fra le varie normative è un'ulteriore prova della sua affidabilità.

Il programma di calcolo "Muri 2008" è stato testato numericamente in modo completo, confrontando i risultati ottenuti con il software e quelli verificati con un calcolo a mano, anche per gli sviluppi del calcolo sui percorsi logici alternativi.

La validità del software è inoltre confermata dal confronto dei risultati con quelli forniti da altri codici di calcolo strutturale indipendenti avvenuto nel corso di numerose istruttorie tecniche per l'approvazione di progetti di opere specifiche.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 205 di 252

9. ALLEGATO 1

In allegato alla presente relazione il report di calcolo dello scatolare

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	206 di 252	

10. ALLEGATO 2

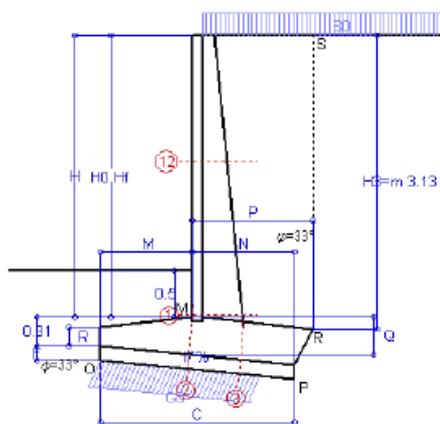
Nel seguito il report di calcolo del muro d'ala:

TENSITER s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30CL	$H_0 = 3.00$ m
$C = 2.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kNm ²
$M = 0.95$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 33^\circ$
$N = 1.05$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kNm ³
$P = 1.25$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kNm ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R = 0.20$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.295$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 3.13$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.123$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	36.5	50.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	13.8	26.2	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	13.3	13.9
Peso terra e sovraccarico x 1.3÷1.5	0.0	0.0	86.7	142.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	6.4	0.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	34.0	37.5
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 56.7	M_g = 76.6	P_g = 133.9	M_g = 193.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 133.9$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 1.68$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.082$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 23.0^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$Rd = 133.9 \cdot 0.801 = 107.3 > Ed = 56.7$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb)

Freccia in cima al pannello mm 1.90

$K_0 = 0.264$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato oom- presso	b_w larghez- za taglio	staffe α° , ctg θ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato faoc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricen- trico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	59.1	59.1	34.8	33.5	52.7	45.3	114.0	14.0	90°, 1.0	3.43	5.34	4.52	4.02	98.7	55.3	
2	-23.9	-28.9	30.4	57.4	39.8	35.0	125.0	125.0	-	3.65	2.26	6.43	12.70	-91.2	181.8	
3	16.7	25.6	21.4	58.9	39.8	33.8	125.0	125.0	-	3.62	6.64	3.14	4.79	89.4	176.4	
12	6.9	8.0	11.0	9.8	36.4	26.9	112.9	12.9	73°, 1.0	1.90	3.08	0.79	3.96	33.4	43.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

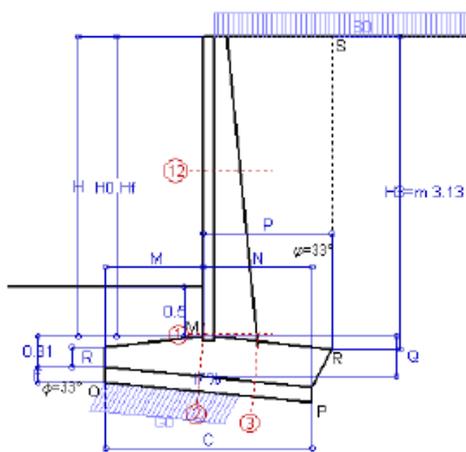
APPALTATORE:	 webuild  CONSORZIODOLOMITI		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI			
PROGETTAZIONE:			REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA			
Mandatario:	Mandanti:		LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"			
11 - OPERE CIVILI			PROGETTO ESECUTIVO			
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	207 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

H _m = 3.00 m	Prefabbricato tipo u30CL	H ₀ = 3.00 m
C = 2.00 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 3.00 m
F = 0.15 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 10.0 kN/m ²
M = 0.95 m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atn}(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	
N = 1.05 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 1.25 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.40 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.520
R = 0.20 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	I ₈ = 0.0%
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	I ₇ = 10.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	K ₁ = 0.369
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	H ₃ = 3.13 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	O ₃ = 0.00°
	K ₃ = 0.175

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	35.1	48.2	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	15.0	28.4	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	10.2	10.7
Peso terra e sovraccarico x1+1.3	0.0	0.0	66.7	109.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	7.1	0.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	26.1	28.8
TOTALI (GEO)	S₉ = 57.2	M₉ = 77.0	P₉ = 103.0	M₉ = 149.1
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	63.7	86.2		157.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	G ₀ = 103.0 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	C ₈ = 1.32 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			σ _t = 0.081 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			β = 29.0°
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		Rd = 103 * 0.653 = 67.3 > Ed = 63.7	
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo		Rd = 149.1 > Ed = 86.2	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 1.97
K₀ = 0.328

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1)	M _{Edu} (1)	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H	d	B5	b _w	staffe	X1	A1	A2	A4	M _{Rd}	V _{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	α°, ctgθ	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	59.7	59.7	27.9	33.8	52.7	45.3	114.0	14.0	90°, 1.0	3.39	5.34	4.52	4.02	97.9	55.3	
2	-21.4	-26.6	40.7	60.3	39.8	35.0	125.0	125.0	-	3.71	2.26	6.43	12.70	-93.0	183.2	
3	12.6	22.4	31.4	64.2	39.8	33.8	125.0	125.0	-	3.68	6.64	3.14	4.79	91.1	177.7	
12	7.1	8.2	8.8	10.1	36.4	26.9	112.9	12.9	73°, 1.0	1.89	3.08	0.79	3.96	33.2	43.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

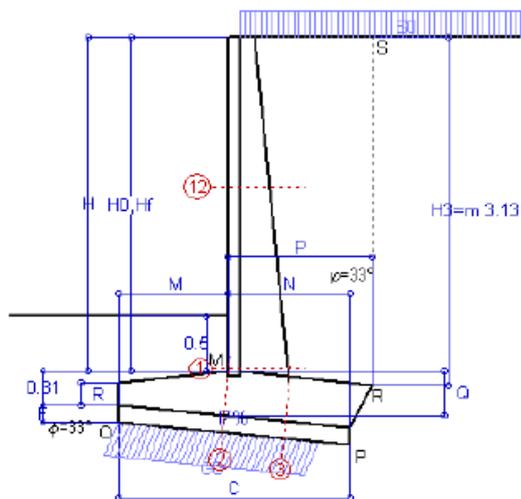
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	208 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30CL	$H_0 = 3.00$ m
$C = 2.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$N = 1.05$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.25$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R = 0.00$ m	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$l_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.295$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.123$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
28.07	38.50	0.00	0.00
9.21	17.43	0.00	0.00
0.00	0.00	10.22	10.68
0.00	0.00	66.68	109.56
4.95	0.32	0.00	0.00
0.00	0.00	26.13	28.81
$S_0 = 42.24$	$M_0 = 56.26$	$P_0 = 103.02$	$M_0 = 149.05$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': M8./ M9 = 2.649
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.955
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 103.02$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_0 = 1.73$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.061$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 22.3^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.24

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. C+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	43.4	26.2	34.0	114.0	52.7	44.2	6.43	4.52	148	3.68	38	0.094
2	-17.9	21.8	56.3	125.0	39.8	35.0	2.26	6.43	65	1.93	38	0.000
3	48.3	-73.1	25.6	125.0	39.8	33.8	6.64	3.14	286	5.50	38	0.000
12	4.9	8.2	8.7	112.9	36.4	26.9	3.08	0.79	53	1.29	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

#####

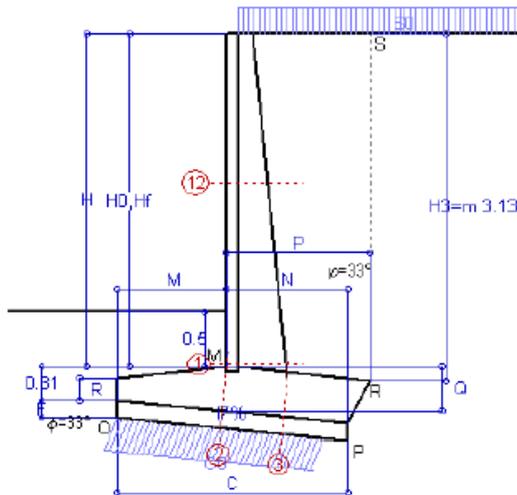
Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 - OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	209 di 252	

TENSITER s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Spinta del sovraccar. su R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 3.00$ m	Prefabbricato tipo u30CL	$H_0 = 3.00$ m
$C = 2.00$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 7.5$ kN/m ²
$N = 1.05$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.25$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 3.13$ m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.123$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
28.07	38.50	0.00	0.00
6.91	13.08	0.00	0.00
0.00	0.00	10.22	10.68
0.00	0.00	66.68	109.56
4.79	0.31	0.00	0.00
0.00	0.00	26.13	28.81
$S_0 = 39.77$	$M_0 = 51.89$	$P_0 = 103.02$	$M_0 = 149.05$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': $M_8 / M_9 = 2.873$
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.076
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 103.02$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_0 = 1.82$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.058$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 21.1^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.11

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom. flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	39.8	25.2	31.8	114.0	52.7	44.2	6.43	4.52	135	3.38	38	0.076
2	-17.3	19.3	52.9	125.0	39.8	35.0	2.26	6.43	64	1.87	38	0.000
3	46.4	-77.3	22.4	125.0	39.8	33.8	6.64	3.14	280	5.27	38	0.000
12	4.2	7.8	7.7	112.9	36.4	26.9	3.08	0.79	45	1.12	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

#####

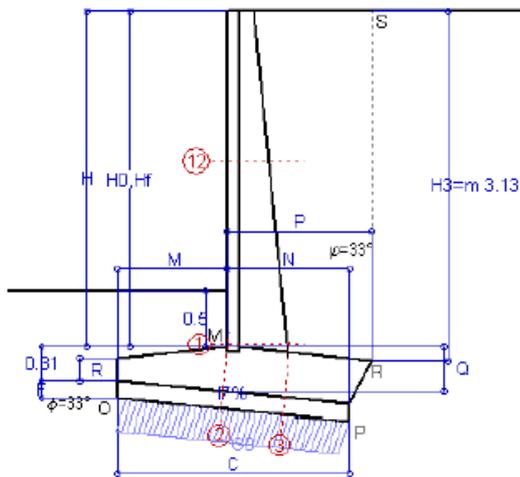
Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:	 PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	210 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 3.00 m	Prefabbricato tipo u30CL	H ₀ = 3.00 m
C = 2.00 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 3.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
M = 0.95 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 0.0 kN/m ²
N = 1.05 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 1.25 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.40 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	l ₇ = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 3.13 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.123

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
28.07	38.50	0.00	0.00
0.00	0.00	10.22	10.68
0.00	0.00	66.68	109.56
4.30	0.28	0.00	0.00
0.00	0.00	26.13	28.81
S_g = 32.37	M_g = 38.78	P_g = 103.02	M_g = 149.05

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M8./ M9 = 3.843
GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.551
Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 103.02 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. . C_g = 1.92 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.055 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 17.4°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 0.72

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	29.0	22.4	25.1	114.0	52.7	44.2	6.43	4.52	97	2.49	38	0.000
2	-13.2	13.0	43.6	125.0	39.8	35.0	2.26	6.43	50	1.43	38	0.000
3	41.7	-87.5	17.2	125.0	39.8	33.8	6.64	3.14	267	4.68	38	0.000
12	2.3	6.6	4.8	112.9	36.4	26.9	3.08	0.79	22	0.62	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

#####

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

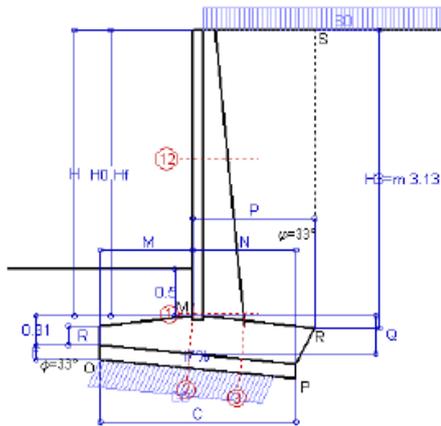
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
Mandatario:	Mandanti:				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria				
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 211 di 252

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 0.87^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 3.00$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_g/g = 0.056$
$C = 2.00$ m	Prefabbricato tipo u30CL	$H_0 = 3.00$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 3.00$ m
$M = 0.95$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 2.0$ kNm ²
$N = 1.05$ m	Angolo d'attrito della terra $= \arctan(\tan\phi / 1.25)$	$\phi = 27.45^\circ$
$P = 1.25$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.520$
$Q = 0.40$ m	Accelerazione massima locale	$a_{max}/g = 0.084$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$\beta_m = 0.18$
$R = 0.20$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_3 = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$i_6 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_7 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra(Rankine con sisma)	$K_1 = 0.370$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 3.13$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 2.34^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.183$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	35.2	48.2	1.4	3.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	2.3	4.4	0.1	0.2
Peso parete prefabbricata x 1	0.2	0.3	10.2	10.7
Peso terra e sovraccarico x 1	1.0	2.2	66.7	109.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	6.6	0.4	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.4	0.2	26.1	28.8
TOTALI (GEO)	S₀ = 45.7	M₀ = 55.7	P₀ = 104.6	M₀ = 152.4
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	45.7	55.7	104.6	152.4

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 104.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio:	$C_0 = 1.77$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.061$ MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 23.6^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$R_d = 104.6 * 0.653 = 68.3$	$> E_d = 45.7$
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O verificato essendo		$R_d = 152.4$	$> E_d = 55.7$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.338$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	41.4	41.4	24.0	26.7	52.7	45.3	114.0	14.0	90°, 1.0	3.37	5.34	4.52	4.02	97.5	56.5
2	-17.2	-20.9	23.2	42.3	39.8	35.0	125.0	125.0	-	3.61	2.26	6.43	12.70	-89.9	180.9
3	11.7	18.4	14.7	43.8	39.8	33.8	125.0	125.0	-	3.58	6.64	3.14	4.79	88.2	175.5
12	3.6	4.3	7.1	6.2	36.4	26.9	112.9	12.9	73°, 1.0	1.88	3.08	0.79	3.96	33.1	44.2

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter "Muri 2008" vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

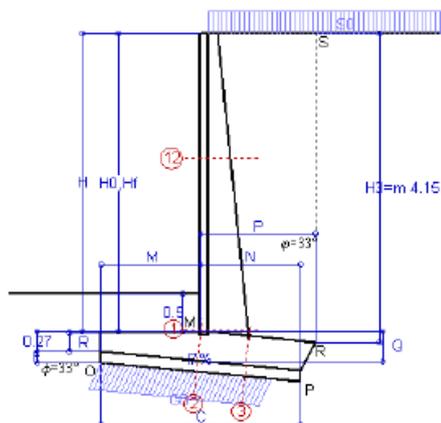
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003
11 – OPERE CIVILI		REV.	FOGLIO.		
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		C	212 di 252		

TENSITED s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

H _m = 4.00 m	Prefabbricato tipo u40CL	H ₀ = 4.00 m
C = 2.60 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 4.00 m
F = 0.15 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 10.0 kN/m ²
M = 1.30 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
N = 1.30 m	Peso specifico della terra	γ _s = 19.5 kN/m ³
P = 1.50 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.40 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R = 0.25 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	i ₀ = 0.0%
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	i ₁ = 10.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	K ₁ = 0.295
agente su una sezione ideale R-S di altezza	H ₃ = 4.15 m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	α ₃ = 0.00°
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	K ₃ = 0.123

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	64.4	106.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	18.4	43.0	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	18.1	25.4
Peso terra e sovraccarico x 1.3÷1.5	0.0	0.0	140.9	298.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	8.1	0.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	44.6	62.5
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 90.8	M_g = 149.5	P_g = 203.5	M_g = 386.5

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	G ₀ = 203.5 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	C ₀ = 2.23 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			σ _t = 0.094 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			β = 24.1°
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		Rd = 203.5 * 0.801 = 163.1 > Ed = 90.8	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 4.08
K₀ = 0.264

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B ₅ lato com- presso	b _w larghez- za taglio	staffe α°, ctgθ	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricen- trico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	126.4	126.4	53.6	54.6	62.7	54.8	114.0	14.0	90°, 1.0	4.59	9.11	4.52	4.02	198.4	63.8
2	-59.8	-68.4	51.4	99.4	39.8	34.9	125.0	125.0	-	4.58	3.08	10.13	12.37	-141.5	184.2
3	27.7	41.3	32.7	89.8	39.8	33.8	125.0	125.0	-	4.11	8.38	4.52	4.64	112.8	177.8
12	12.2	14.0	14.9	13.8	39.8	30.3	112.8	12.8	73°, 1.0	2.26	4.02	0.79	3.96	48.5	48.1

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

28/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

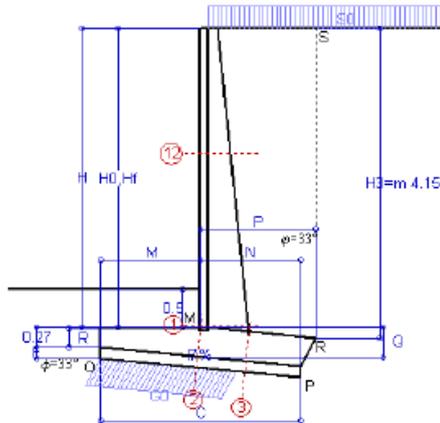
APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 - OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. FOGLIO. C 213 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40CL	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_g = 10.0$ kN/m ²
$M = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra = $atn(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	
$N = 1.30$ m	Peso specifico della terra	$P_g = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.50$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_g = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_g = 0.520$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_g = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_r = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.369$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 4.15$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 0.00^\circ$
	$K_3 = 0.175$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	61.9	102.4	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	19.9	46.7	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	13.9	19.6
Peso terra e sovraccarico x1÷1.3	0.0	0.0	108.4	229.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.9	0.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	34.3	48.1
TOTALI (GEO)	90.8	149.1	156.6	297.3
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	100.9	166.6	166.6	315.6

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 156.6$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_3 = 1.78$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.092$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 30.1^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 156.6 * 0.653 = 102.3$		$> E_d = 100.9$
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo	$R_d = 297.3$		$> E_d = 166.6$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 4.18
 $K_0 = 0.328$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricoentrico	V_{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN	
1	127.0	127.0	43.0	54.7	62.7	54.8	114.0	14.0	90°, 1.0	4.53	9.11	4.52	4.02	196.9	63.9	
2	-55.1	-63.8	66.9	101.4	39.8	34.9	125.0	125.0	-	4.66	3.08	10.13	12.37	-144.1	186.3	
3	21.9	37.1	49.1	99.9	39.8	33.8	125.0	125.0	-	4.19	8.38	4.52	4.64	115.6	179.9	
12	12.6	14.4	12.0	14.1	39.8	30.3	112.8	12.8	73°, 1.0	2.24	4.02	0.79	3.96	48.2	48.0	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

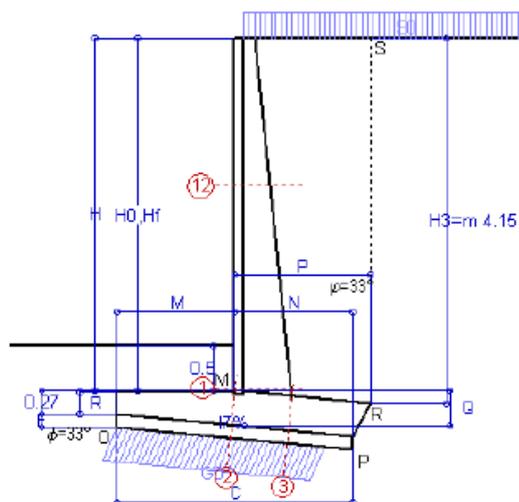
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 - OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	214 di 252	

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo	u40CL	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello		$H = 4.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra		$\phi = 33^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato		$S_0 = 10.0$ kNm ²
$N = 1.30$ m	Peso specifico della terra		$P_0 = 19.5$ kNm ³
$P = 1.50$ m	Peso specifico del calcestruzzo		$Q_0 = 25.0$ kNm ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione		$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		$I_7 = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.295$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.123$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
49.50	81.84	0.00	0.00
12.23	28.69	0.00	0.00
0.00	0.00	13.88	19.57
0.00	0.00	108.36	229.63
6.25	0.03	0.00	0.00
0.00	0.00	34.31	48.09
$S_0 = 67.99$	$M_0 = 110.57$	$P_0 = 156.56$	$M_0 = 297.29$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	49.50	81.84
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	12.23	28.69
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	6.25	0.03
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00
<i>*non sommati</i>		
Totali	67.99	110.57

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': M_8 / M_9	=	2.689
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.845
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$ 156.56 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_0 =$	2.28 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff	$\sigma_t =$	0.071 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione	$\beta =$	23.5°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.71

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	93.7	40.5	57.4	114.0	62.7	54.0	10.53	4.52	162	4.62	38	0.124
2	-44.9	37.3	92.1	125.0	39.8	34.9	3.08	10.13	115	4.02	38	0.000
3	57.7	-48.2	41.4	125.0	39.8	33.8	8.38	4.52	245	5.95	38	0.000
12	8.8	11.2	12.7	112.8	39.8	30.3	4.02	0.79	67	1.70	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

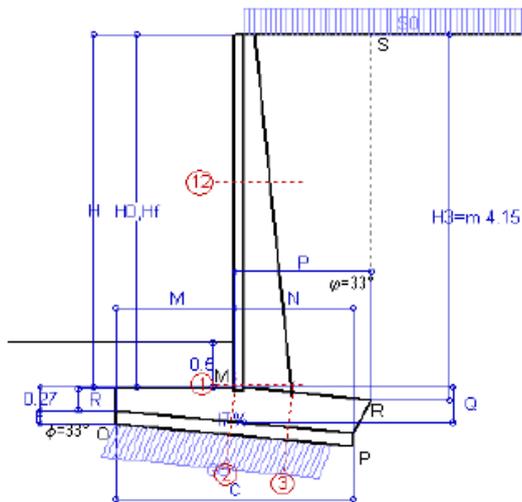
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 215 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 4.00$ m	Prefabbricato tipo u40CL	$H_0 = 4.00$ m
$C = 2.60$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 7.5$ kN/m ²
$N = 1.30$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.50$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.40$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 4.15$ m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.123$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
49.50	81.84	0.00	0.00
9.18	21.52	0.00	0.00
0.00	0.00	13.88	19.57
0.00	0.00	108.36	229.63
6.09	0.03	0.00	0.00
0.00	0.00	34.31	48.09
$S_g = 64.77$	$M_g = 103.39$	$P_g = 156.56$	$M_g = 297.29$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
 *non sommati

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': $M_8 / M_9 = 2.875$
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.937
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 156.56$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_g = 2.38$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.068$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 22.5^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.47

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	87.4	39.2	54.4	114.0	62.7	54.0	10.53	4.52	151	4.32	38	0.112
2	-43.3	33.9	87.6	125.0	39.8	34.9	3.08	10.13	112	3.88	38	0.000
3	54.6	-53.8	37.5	125.0	39.8	33.8	8.38	4.52	238	5.62	38	0.000
12	7.8	10.7	11.4	112.8	39.8	30.3	4.02	0.79	58	1.50	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

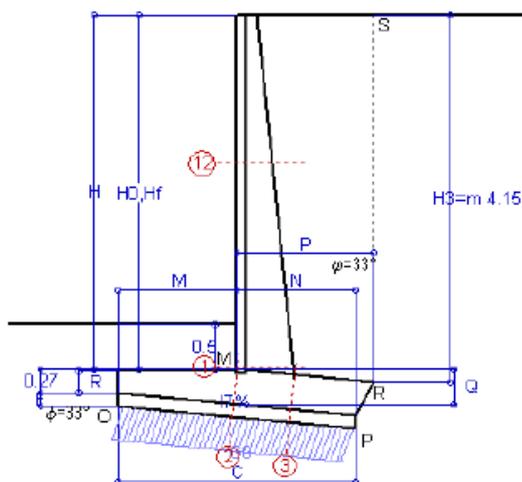
Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	216 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 4.00 m	Prefabbricato tipo u40CL	H ₀ = 4.00 m
C = 2.60 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 4.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
M = 1.30 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 0.0 kN/m ²
N = 1.30 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 1.50 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.40 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	l _r = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 4.15 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.123

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
49.50	81.84	0.00	0.00
0.00	0.00	13.88	19.57
0.00	0.00	108.36	229.63
5.60	0.03	0.00	0.00
0.00	0.00	34.31	48.09
S₀ = 55.11	M₀ = 81.87	P₀ = 156.56	M₀ = 297.29

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈/ M₉ = 3.631
GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.277
Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 156.56 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. C₀ = 2.54 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.063 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 19.4°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 1.76

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricopr. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	68.3	35.5	45.5	114.0	62.7	54.0	10.53	4.52	117	3.40	38	0.072
2	-36.2	24.8	75.6	125.0	39.8	34.9	3.08	10.13	95	3.25	38	0.000
3	46.0	-67.8	30.6	125.0	39.8	33.8	8.38	4.52	215	4.71	38	0.000
12	4.6	9.2	7.7	112.8	39.8	30.3	4.02	0.79	33	0.92	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

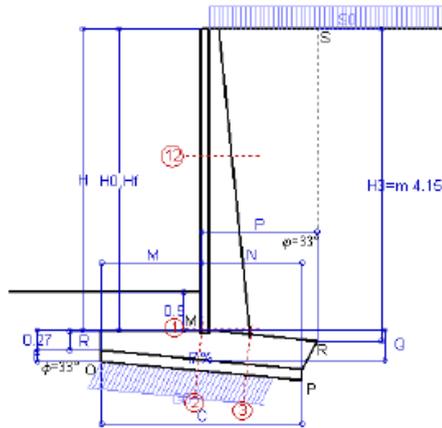
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
	SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
11 – OPERE CIVILI	Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	217 di 252

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\theta = 0.87^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 4.00$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_g/g = 0.056$
$C = 2.60$ m	Prefabbricato tipo u40CL	$H_g = 4.00$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 4.00$ m
$M = 1.30$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_g = 2.0$ kN/m ²
$N = 1.30$ m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atan}(\tan\phi/1.25)$	$\phi = 27.45^\circ$
$P = 1.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_g = 0.520$
$Q = 0.40$ m	Accelerazione massima locale	$a_{max}/g = 0.084$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$\beta_m = 0.18$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_3 = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$i_5 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_7 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra(Rankine con sisma)	$K_1 = 0.370$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 4.15$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 2.34^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.183$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	62.0	102.5	2.5	7.1
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	3.1	7.2	0.1	0.4
Peso parete prefabbricata x 1	0.2	0.5	13.9	19.6
Peso terra e sovraccarico x 1	1.6	4.3	108.4	229.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.6	0.0	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.5	0.4	34.3	48.1
TOTALI (GEO)	$S_g = 76.0$	$M_g = 114.9$	$P_g = 159.2$	$M_g = 304.7$
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	76.0	114.9	159.2	304.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 159.2$ KN	Larghezza dell'impronta d'appoggio:	$C_8 = 2.27$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.073$ MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 25.5^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$R_d = 159.2 * 0.653 = 104.0 > E_d = 76$	
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo		$R_d = 304.7 > E_d = 114.9$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.338$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)				Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Ed} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato faoc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}		
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN		
1	95.1	95.1	38.0	46.0	62.7	54.8	114.0	14.0	90°, 1.0	4.51	9.11	4.52	4.02	196.2	65.2		
2	-44.8	-51.5	42.5	76.7	39.8	34.9	125.0	125.0	-	4.54	3.08	10.13	12.37	-140.0	183.0		
3	21.4	32.4	24.8	72.1	39.8	33.8	125.0	125.0	-	4.07	8.38	4.52	4.64	111.5	176.8		
12	7.1	8.3	9.8	9.4	39.8	30.3	112.8	12.8	73°, 1.0	2.23	4.02	0.79	3.96	48.0	49.1		

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

28/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

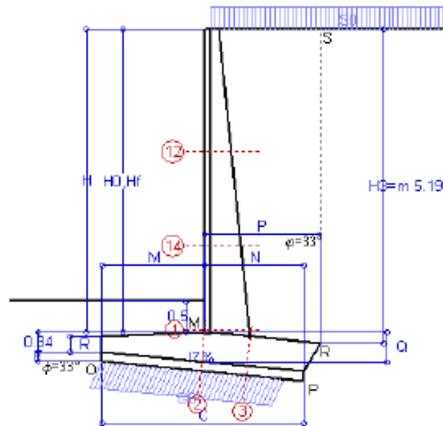
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						PROGETTO ESECUTIVO	
11 – OPERE CIVILI	Scalatore e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO		
			IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	218 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

H _m = 5.00 m	Prefabbricato tipo u50CL	H ₀ = 5.00 m
C = 3.25 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 5.00 m
F = 0.15 m	Sovraccarico sul rilevato	S _g = 10.0 kNm ²
M = 1.65 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
N = 1.60 m	Peso specifico della terra	P _g = 19.5 kNm ³
P = 1.85 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q _g = 25.0 kNm ³
Q = 0.50 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R _g = 0.65
R = 0.25 m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	i _g = 0.0%
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	i _r = 10.0%

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	K ₁ = 0.295
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	H ₃ = 5.19 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	α ₃ = 0.00°
	K ₃ = 0.116

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	100.5	203.8	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	22.9	66.3	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	24.8	44.4
Peso terra e sovraccarico x 1.3÷1.5	0.0	0.0	219.5	581.7
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	11.0	-0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	64.0	114.7
TOTALI (GEO e STR)	S_g = 134.4	M_g = 269.9	P_g = 308.3	M_g = 740.7

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	G ₀ = 308.3 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	C _g = 2.93 m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			σ _t = 0.109 MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			β = 23.6°
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		Rd = 308.3 * 0.801 = 247.1 > Ed = 134.4	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 6.28
K₀ = 0.264

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M _{Ed} (1) sulla sez. naturale	M _{Edu} (1) sulla sez. traslata	N _{Ed} (2)	V _{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b _w larghezza taglio	staffe α°, ctgθ	X1 asse neutro	A1 lato terapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M _{Rd} baricentrico	V _{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	232.8	232.8	77.5	81.2	72.7	65.2	119.0	19.0	90°, 1.3	5.85	13.67	6.16	4.02	353.2	94.0
2	-117.0	-130.5	73.2	134.8	49.8	44.7	125.0	125.0	-	5.66	3.08	12.43	11.42	-223.7	220.1
3	49.9	75.0	39.9	127.6	49.8	43.8	125.0	125.0	-	4.90	9.84	5.65	7.54	171.2	212.5
12	20.1	23.0	19.5	18.9	43.3	36.5	114.8	14.8	73°, 1.0	2.72	5.09	0.79	3.96	73.3	57.0
14	90.7	101.6	45.2	47.0	58.9	50.2	117.0	17.0	73°, 1.0	4.32	9.64	0.79	3.96	190.9	73.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter "Muri 2008" vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

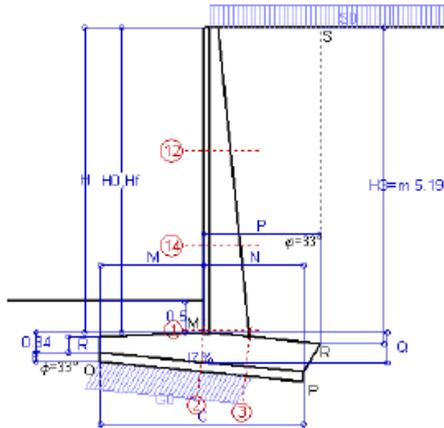
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	219 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50CL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$M = 1.65$ m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atn}(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$N = 1.60$ m	Peso specifico della terra	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$P = 1.85$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$R_0 = 0.520$
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$I_0 = 0.0\%$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_1 = 10.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.369$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.19$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.167$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	96.7	196.1	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	24.9	71.9	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	19.1	34.2
Peso terra e sovraccarico x1÷1.3	0.0	0.0	168.8	447.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	12.3	-0.2	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	49.2	88.2
TOTALI (GEO)	133.8	267.9	237.1	569.8
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	148.5	298.6	605.6	

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 237.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 2.41$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.103$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 29.4^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 237.1 * 0.653 = 155.0$	$> E_d = 148.5$	
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O verificato essendo	$R_d = 569.8$	$> E_d = 298.6$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.328$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	232.4	232.4	62.1	81.0	72.7	65.2	119.0	19.0	90°, 1.3	5.78	13.67	6.16	4.02	350.4	94.3
2	-105.9	-119.2	92.7	133.2	49.8	44.7	125.0	125.0	-	5.76	3.08	12.43	11.42	-227.8	222.7
3	47.3	76.8	65.9	150.0	49.8	43.8	125.0	125.0	-	5.04	9.84	5.65	7.54	176.8	216.0
12	20.5	23.5	15.7	19.2	43.3	36.5	114.8	14.8	73°, 1.0	2.69	5.09	0.79	3.96	72.9	57.0
14	91.3	102.1	36.3	47.2	58.9	50.2	117.0	17.0	73°, 1.0	4.28	9.64	0.79	3.96	189.6	73.0

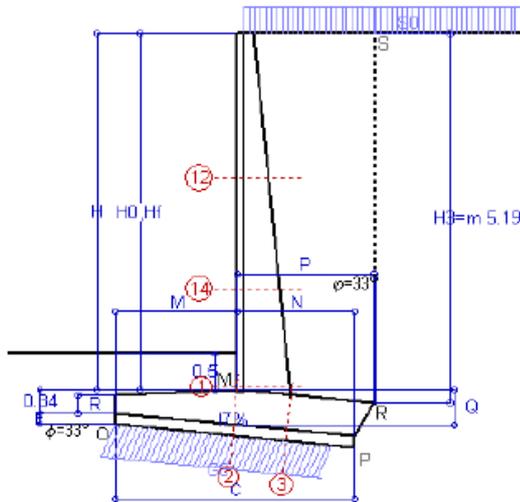
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 220 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Spinta del sovraccar. su R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 5.00 m	Prefabbricato tipo u50CL	H ₀ = 5.00 m
C = 3.25 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 5.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
M = 1.65 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 10.0 kN/m ²
N = 1.60 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 1.85 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.50 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	l _f = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 5.19 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.116

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
77.27	156.74	0.00	0.00
15.29	44.21	0.00	0.00
0.00	0.00	19.11	34.16
0.00	0.00	168.81	447.44
8.49	-0.11	0.00	0.00
0.00	0.00	49.22	88.19
S_g = 101.05	M_g = 200.84	P_g = 237.13	M_g = 569.79

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': M₈/M₉ = 2.837
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.881
Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 237.13 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C_g = 2.98 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t =$ 0.082 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta =$ 23.1°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.20

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar- tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	173.7	58.7	86.8	119.0	72.7	64.2	16.51	6.16	162	5.17	38	0.125
2	-88.4	53.7	137.2	125.0	49.8	44.7	3.08	12.43	146	4.93	38	0.000
3	80.6	-26.7	60.6	125.0	49.8	43.8	9.84	5.65	210	5.13	38	0.000
12	14.5	14.7	17.5	114.8	43.3	36.5	5.09	0.79	73	1.87	38	0.000
14	67.1	34.1	47.8	117.0	58.9	50.2	9.64	0.79	134	3.81	38	0.079

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

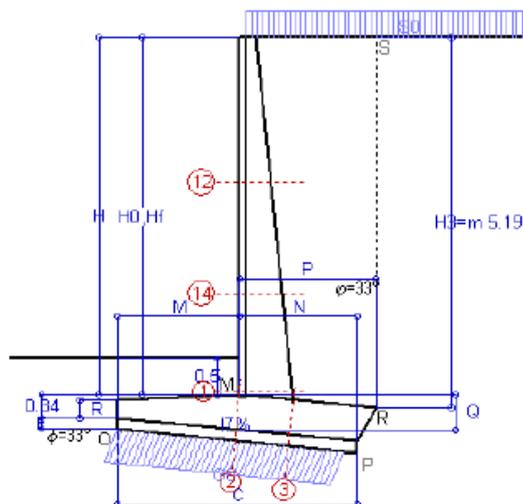
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI	Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 221 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo u50CL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 7.5$ kN/m ²
$N = 1.60$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.85$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.295$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.116$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
77.27	156.74	0.00	0.00
11.46	33.16	0.00	0.00
0.00	0.00	19.11	34.16
0.00	0.00	168.81	447.44
8.31	-0.10	0.00	0.00
0.00	0.00	49.22	88.19
$S_0 = 97.05$	$M_0 = 189.79$	$P_0 = 237.13$	$M_0 = 569.79$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	77.27	156.74
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	11.46	33.16
Peso struttura (parete+platea) x 1	0.00	0.00
Peso terra e sovraccarico x 1	0.00	0.00
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	8.31	-0.10
Peso della fondazione x 1	0.00	0.00
<i>*non sommati</i>		
Totali		

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$	Ribaltamento rispetto a 'O': M_8 / M_9	=	3.002
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$	(attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.958
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	237.13 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_0 =$	3.08 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff		$\sigma_t =$	0.079 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione		$\beta =$	22.3°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 3.88

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C+\Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	163.8	57.1	83.0	119.0	72.7	64.2	16.51	6.16	152	4.88	38	0.115
2	-85.9	49.6	132.0	125.0	49.8	44.7	3.08	12.43	143	4.79	38	0.000
3	75.3	-33.1	56.6	125.0	49.8	43.8	9.84	5.65	201	4.79	38	0.000
12	13.0	14.0	16.0	114.8	43.3	36.5	5.09	0.79	65	1.68	38	0.000
14	62.1	33.0	45.1	117.0	58.9	50.2	9.64	0.79	124	3.53	38	0.066

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

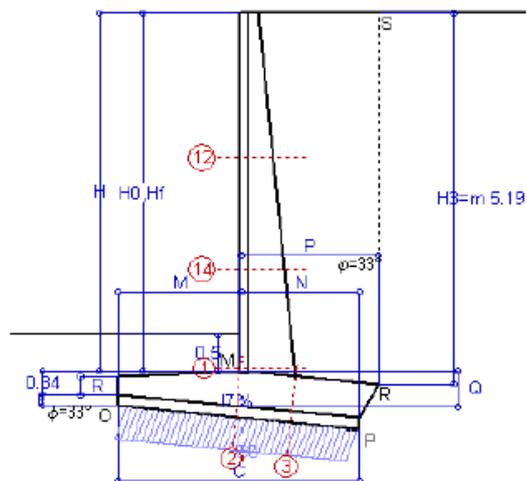
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	222 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
 *non sommati

Totali

Dati

$H_m = 5.00$ m	Prefabbricato tipo	u50CL	$H_0 = 5.00$ m
$C = 3.25$ m	Altezza della terra contro il pannello		$H = 5.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra		$\phi = 33^\circ$
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato		$S_0 = 0.0$ kN/m ²
$N = 1.60$ m	Peso specifico della terra		$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 1.85$ m	Peso specifico del calcestruzzo		$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.50$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione		$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		$l_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 5.19$ m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.116$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
77.27	156.74	0.00	0.00
0.00	0.00	19.11	34.16
0.00	0.00	168.81	447.44
7.76	-0.10	0.00	0.00
0.00	0.00	49.22	88.19
$S_g = 85.04$	$M_g = 156.64$	$P_g = 237.13$	$M_g = 569.79$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': $M_8 / M_9 = 3.638$
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.235
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 237.13$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_g = 3.14$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.078$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 19.7^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 2.91

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

$K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. C+ Φ_{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	134.0	52.5	71.8	119.0	72.7	64.2	16.51	6.16	123	4.01	38	0.083
2	-70.4	38.4	117.2	125.0	49.8	44.7	3.08	12.43	118	3.92	38	0.000
3	65.2	-49.3	51.4	125.0	49.8	43.8	9.84	5.65	185	4.13	38	0.000
12	8.4	12.2	11.5	114.8	43.3	36.5	5.09	0.79	40	1.10	38	0.000
14	47.3	29.8	37.0	117.0	58.9	50.2	9.64	0.79	93	2.71	38	0.000

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

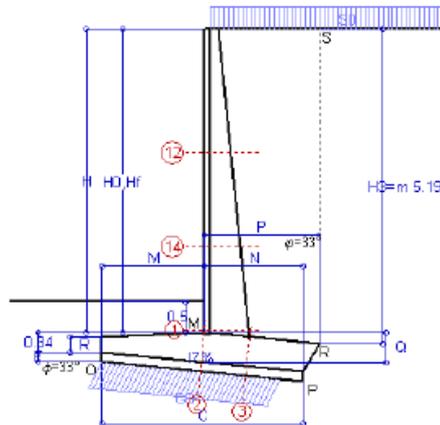
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003
11 – OPERE CIVILI		REV.	FOGLIO.		
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		C	223 di 252		

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\theta = 0.87^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 5.00$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_g/g = 0.056$
$C = 3.25$ m	Prefabbricato tipo u50CL	$H_0 = 5.00$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 5.00$ m
$M = 1.65$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 2.0$ kNm ²
$N = 1.60$ m	Angolo d'attrito della terra $= \arctan(\tan\phi / 1.25)$	$R_0 = 0.520$
$P = 1.85$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$a_{max}/g = 0.084$
$Q = 0.50$ m	Accelerazione massima locale	$\beta_m = 0.18$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$I_s = 0.0\%$
$R = 0.25$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_b = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$I_7 = 10.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra(Rankine con sisma)	$K_1 = 0.370$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 5.19$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 2.34^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.175$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	96.8	196.4	4.0	13.9
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	3.8	11.1	0.2	0.5
Peso parete prefabbricata x 1	0.3	0.8	19.1	34.2
Peso terra e sovraccarico x 1	2.5	8.1	168.8	447.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	12.0	-0.1	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.7	0.7	49.2	88.2
TOTALI (GEO)	$S_g = 116.2$	$M_g = 216.9$	$P_g = 241.2$	$M_g = 584.2$

TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 241.2$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio:	$C_0 = 2.90$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.086$ MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 25.7^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 241.2 * 0.653 = 157.7$	$E_d = 116.2$	
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O verificato essendo	$R_d = 584.2$	$E_d = 216.9$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe)

Freccia in cima al pannello mm 4.60
 $K_0 = 0.338$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1)	M_{Edu} (1)	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd}	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	altezza totale	altezza utile	lato compresso	larghezza taglio	$\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	asse neutro	lato terrapieno	lato facc. o inf. platea	staffe	baricentrico	kN	
1	183.5	183.5	56.0	70.8	72.7	65.2	119.0	19.0	-	5.75	13.67	6.16	4.02	349.2	83.7	
2	-90.5	-101.2	64.7	107.9	49.8	44.7	125.0	125.0	-	5.61	3.08	12.43	11.42	-221.8	218.9	
3	41.2	62.6	33.6	108.7	49.8	43.8	125.0	125.0	-	4.87	9.84	5.65	7.54	169.8	211.7	
12	12.4	14.5	13.1	13.7	43.3	36.5	114.8	14.8	73°, 1.0	2.68	5.09	0.79	3.96	72.6	58.2	
14	66.2	74.9	31.8	38.9	58.9	50.2	117.0	17.0	73°, 1.0	4.25	9.64	0.79	3.96	189.0	74.6	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

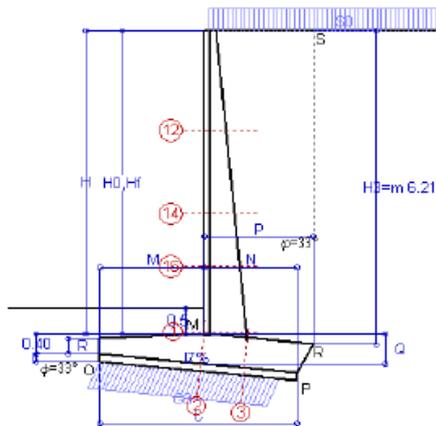
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	224 di 252	

TENSITER s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60CL	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kNm ²
$M = 2.00$ m	Angolo d'attrito della terra	$\varphi = 33^\circ$
$N = 1.80$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kNm ³
$P = 2.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kNm ³
$Q = 0.60$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.295$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 6.21$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$\alpha_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.111$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	144.1	347.3	0.0	0.0
Spinta dei sovraccar. su R-S x 1.5	27.5	94.6	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	31.7	68.4
Peso terra e sovraccarico x1.3+1.5	0.0	0.0	300.3	939.9
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	14.3	-0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	85.8	180.9
TOTALI (GEO e STR)	$S_0 = 185.9$	$M_0 = 441.6$	$P_0 = 417.8$	$M_0 = 1189.1$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 417.8$ KN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 3.42$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.126$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 24.0^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$R_d = 417.8 * 0.801 = 334.8 > E_d = 185.9$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 9.91
 $K_0 = 0.264$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1)	M_{Edu} (1)	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd}	V_{Rd}	
	sulla sez. naturale	sulla sez. traslata	kN	kN	altezza totale	altezza utile	lato compreso	larghezza taglio	$\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	asse neutro	lato terrapieno	lato facc. o infer. platea	staffe	baricentrico	kN	
1	383.9	383.9	104.2	111.6	83.7	74.9	124.0	19.0	90°, 1.2	7.02	18.35	8.04	5.03	543.3	124.9	
2	-203.0	-223.2	105.5	190.4	59.7	54.5	125.0	125.0	-	7.09	3.08	15.95	12.57	-352.2	256.6	
3	69.0	112.9	59.0	181.6	59.7	53.7	125.0	125.0	-	5.85	11.98	9.11	10.47	257.6	247.5	
12	19.0	21.9	19.0	18.3	43.2	36.4	117.5	14.3	73°, 1.0	2.72	5.15	1.13	3.96	74.1	56.8	
14	93.8	105.1	46.1	48.0	60.0	51.3	122.2	16.2	73°, 1.0	4.41	10.30	1.13	3.96	207.7	73.5	
16	186.4	207.9	68.4	74.1	70.5	62.2	124.0	17.4	73°, 1.0	5.69	14.33	1.13	3.96	350.2	84.2	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

28/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter "Muri 2008" vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

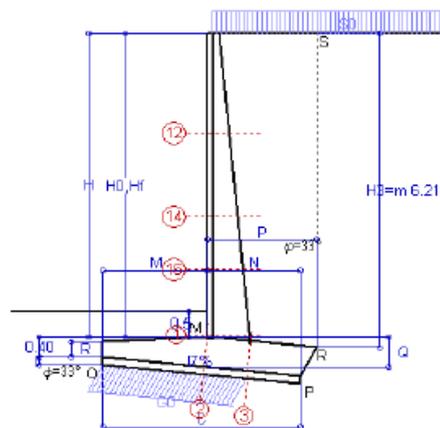
APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI	Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 225 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60CL	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$M = 2.00$ m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atn}(\tan \phi / 1.25) = 27.45^\circ$	
$N = 1.80$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 2.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.60$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.520$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.369$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 6.21$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 0.00^\circ$
	$K_3 = 0.162$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze	Momenti	Forze	Momenti
	KN	KN m	KN	KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	138.7	334.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	29.8	102.6	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	24.4	52.6
Peso terra e sovraccarico x1=1.3	0.0	0.0	231.0	723.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	16.1	-0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	66.0	139.2
TOTALI (GEO)	S₀ = 184.6	M₀ = 436.6	P₀ = 321.4	M₀ = 914.7
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	204.6	485.7	321.4	972.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 321.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 2.81$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.120$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 29.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 321.4 * 0.653 = 210.0$	$E_d = 204.6$	
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo	$R_d = 914.7$	$E_d = 485.7$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.328$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato comp. presso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	381.8	381.8	83.4	110.9	83.7	74.9	124.0	19.0	90°, 1.2	6.93	18.35	8.04	5.03	538.8	125.3
2	-185.5	-205.4	133.4	188.3	59.7	54.5	125.0	125.0	-	7.23	3.08	15.95	12.57	-359.4	260.4
3	61.9	113.3	96.0	212.7	59.7	53.7	125.0	125.0	-	6.04	11.98	9.11	10.47	267.2	252.5
12	19.4	22.3	15.3	18.6	43.2	36.4	117.5	14.3	73°, 1.0	2.70	5.15	1.13	3.96	73.8	56.7
14	94.3	105.7	36.9	48.2	60.0	51.3	122.2	16.2	73°, 1.0	4.37	10.30	1.13	3.96	206.4	73.5
16	186.3	207.8	54.8	74.0	70.5	62.2	124.0	17.4	73°, 1.0	5.63	14.33	1.13	3.96	347.8	84.4

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

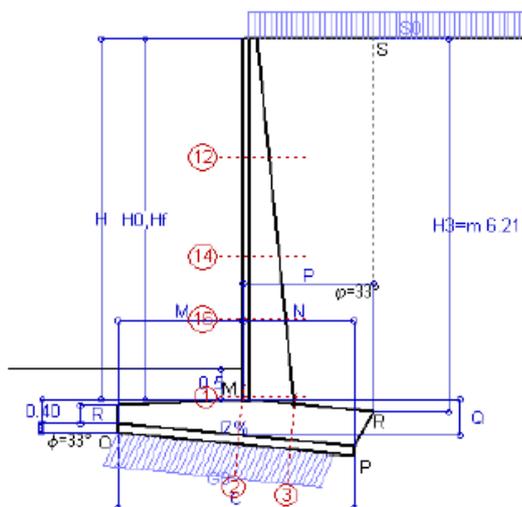
Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 226 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Spinta del sovraccar. su R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

$H_m = 6.00$ m	Prefabbricato tipo u60CL	$H_0 = 6.00$ m
$C = 3.80$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$M = 2.00$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kNm ²
$N = 1.80$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kNm ³
$P = 2.10$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kNm ³
$Q = 0.60$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_7 = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 6.21$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.111$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
110.85	267.14	0.00	0.00
18.31	63.07	0.00	0.00
0.00	0.00	24.37	52.60
0.00	0.00	230.99	722.98
11.03	-0.22	0.00	0.00
0.00	0.00	66.00	139.15
$S_0 = 140.19$	$M_0 = 329.98$	$P_0 = 321.36$	$M_0 = 914.73$

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': $M_8 / M_9 = 2.772$
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.837
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 321.36$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_8 = 3.49$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.095$ MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 23.6^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 6.76

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricopr. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	287.9	79.0	122.1	124.0	83.7	74.1	21.95	8.04	176	5.86	38	0.142
2	-153.6	77.8	194.1	125.0	59.7	54.5	3.08	15.95	162	5.64	38	0.000
3	106.3	6.8	88.0	125.0	59.7	53.7	11.98	9.11	170	4.47	38	0.000
12	13.8	14.2	16.9	117.5	43.2	36.4	5.15	1.13	69	1.75	38	0.000
14	69.3	34.8	49.0	122.2	60.0	51.3	10.30	1.13	127	3.62	38	0.077
16	138.9	51.8	77.5	124.0	70.5	62.2	14.33	1.13	153	4.58	38	0.106

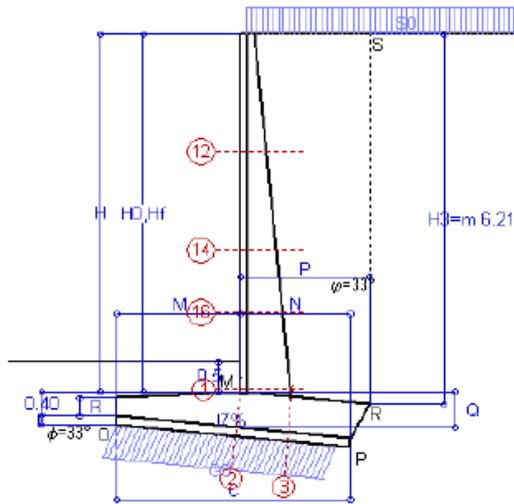
(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

APPALTATORE:	 PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	227 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Spinta del sovraccar. su R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) x 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 6.00 m	Prefabbricato tipo u60CL	H ₀ = 6.00 m
C = 3.80 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 6.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
M = 2.00 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 7.5 kN/m ²
N = 1.80 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 2.10 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.60 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	l ₇ = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 6.21 m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.111

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
110.85	267.14	0.00	0.00
13.73	47.30	0.00	0.00
0.00	0.00	24.37	52.60
0.00	0.00	230.99	722.98
10.83	-0.22	0.00	0.00
0.00	0.00	66.00	139.15
S_g = 135.41	M_g = 314.22	P_g = 321.36	M_g = 914.73

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈/ M₉ = 2.911
GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.902
Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 321.36 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C_g = 3.59 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.092 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 22.8°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 6.30

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compar-tecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	273.6	77.1	117.6	124.0	83.7	74.1	21.95	8.04	167	5.57	38	0.133
2	-149.5	72.6	187.4	125.0	59.7	54.5	3.08	15.95	159	5.48	38	0.000
3	99.4	-1.2	82.8	125.0	59.7	53.7	11.98	9.11	163	4.18	38	0.000
12	12.3	13.6	15.5	117.5	43.2	36.4	5.15	1.13	61	1.57	38	0.000
14	64.3	33.7	46.2	122.2	60.0	51.3	10.30	1.13	118	3.36	38	0.065
16	130.5	50.3	74.0	124.0	70.5	62.2	14.33	1.13	143	4.30	38	0.096

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

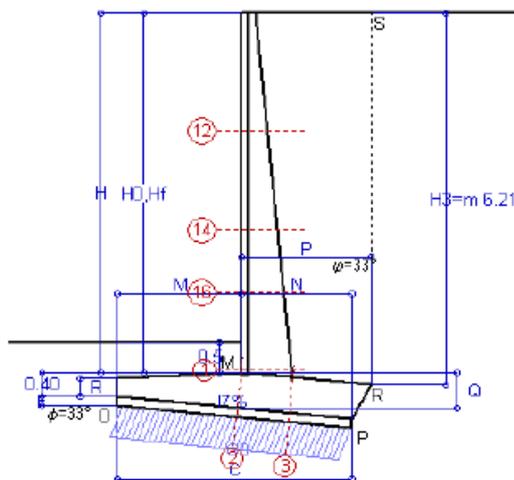
APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 228 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 6.00 m	Prefabbricato tipo u60CL	H ₀ = 6.00 m
C = 3.80 m	Altezza della terra contro il pannello	H = 6.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°
M = 2.00 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 0.0 kN/m ²
N = 1.80 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 2.10 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.60 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	I ₇ = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 6.21 m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.111

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
110.85	267.14	0.00	0.00
0.00	0.00	24.37	52.60
0.00	0.00	230.99	722.98
10.24	-0.20	0.00	0.00
0.00	0.00	66.00	139.15
S_g = 121.08	M_g = 266.93	P_g = 321.36	M_g = 914.73

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈/M₉ = 3.427
 GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.127
 Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 321.36 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C₀ = 3.71 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.089 MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 20.6°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 4.93

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricopr. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	230.7	71.6	104.0	124.0	83.7	74.1	21.95	8.04	140	4.72	38	0.105
2	-129.4	58.4	169.2	125.0	59.7	54.5	3.08	15.95	139	4.75	38	0.000
3	83.4	-21.8	74.3	125.0	59.7	53.7	11.98	9.11	145	3.49	38	0.000
12	7.8	11.9	11.0	117.5	43.2	36.4	5.15	1.13	37	1.03	38	0.000
14	49.0	30.3	38.0	122.2	60.0	51.3	10.30	1.13	89	2.59	38	0.000
16	105.1	46.1	63.4	124.0	70.5	62.2	14.33	1.13	114	3.49	38	0.065

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

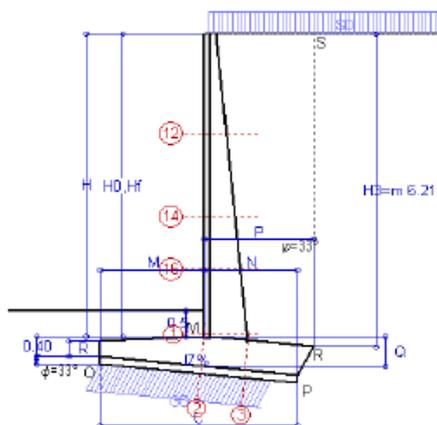
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA			LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	1
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	229 di 252

TENSITED s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 0.87^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 6.00$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_g/g = 0.056$
$C = 3.80$ m	Prefabbricato tipo u60CL	$H_0 = 6.00$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 6.00$ m
$M = 2.00$ m	Sovracarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 2.0$ kN/m ²
$N = 1.80$ m	Angolo d'attrito della terra = $atn(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	$R_0 = 0.520$
$P = 2.10$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$a_{max}/g = 0.084$
$Q = 0.60$ m	Accelerazione massima locale	$\beta_m = 0.18$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$I_s = 0.0\%$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_b = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$I_7 = 10.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.370$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 6.21$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 2.34^\circ$
	$K_3 = 0.169$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	138.9	334.7	5.7	23.3
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	4.6	15.8	0.2	0.8
Peso parete prefabbricata x 1	0.4	1.1	24.4	52.6
Peso terra e sovraccarico x 1	3.5	13.2	231.0	723.0
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	15.9	-0.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.0	1.1	66.0	139.2
TOTALI (GEO)	S₃ = 164.2	M₃ = 365.6	P₃ = 327.2	M₃ = 938.8
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	164.2	365.6		938.8

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 327.2$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_3 = 3.33$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.102$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 26.6^\circ$
 Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = 327.2 * 0.653 = 213.8 > E_d = 164.2$
 Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = 938.8 > E_d = 365.6$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.338$
 Freccia in cima al pannello mm 7.57

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Edu} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\Theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	313.0	313.0	76.3	99.7	83.7	74.9	124.0	19.0	90°, 1.1	6.90	18.35	8.04	5.03	537.3	116.6	
2	-160.4	-176.9	97.4	156.2	59.7	54.5	125.0	125.0	-	7.05	3.08	15.95	12.57	-350.2	255.5	
3	60.5	99.3	53.8	160.3	59.7	53.7	125.0	125.0	-	5.82	11.98	9.11	10.47	256.2	246.8	
12	11.7	13.7	12.7	13.1	43.2	36.4	117.5	14.3	73°, 1.0	2.69	5.15	1.13	3.96	73.5	58.0	
14	68.7	77.8	32.4	39.8	60.0	51.3	122.2	16.2	73°, 1.0	4.34	10.30	1.13	3.96	205.8	75.2	
16	144.5	162.7	49.1	64.1	70.5	62.2	124.0	17.4	73°, 1.0	5.60	14.33	1.13	3.96	346.8	86.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter "Muri 2008" vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

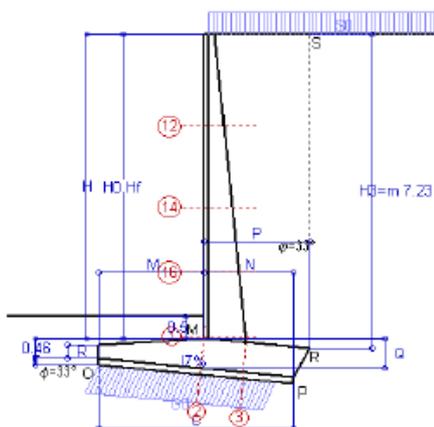
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA				LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU				1BEZZ
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	230 di 252	

TENSITER s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70CL	$H_0 = 7.00$ m
$C = 4.35$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$M = 2.35$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 2.35$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.05$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$I_3 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_7 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.295$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 7.23$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 0.00^\circ$
	$K_3 = 0.107$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	195.6	548.0	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	32.0	127.9	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	38.4	97.1
Peso terra e sovraccarico x 1.3÷1.5	0.0	0.0	394.1	1 421.6
Spinta della terra sulla fondaz. x 1.3	18.1	-0.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	108.9	287.2
TOTALI (GEO e STR)	$S_3 = 245.7$	$M_3 = 673.4$	$P_3 = 541.3$	$M_3 = 1 785.9$

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 541.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio . . . $C_3 = 3.93$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff . . . $\sigma_t = 0.143$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale . . . $\beta = 24.4^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = 541.3 * 0.801 = 433.9 > E_d = 245.7$

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 15.02
 $K_0 = 0.264$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Ed} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compresso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	588.9	588.9	134.4	147.5	93.7	84.6	124.0	19.0	90°, 1.0	8.32	23.34	10.18	6.70	779.6	162.5
2	-323.0	-351.5	143.3	242.0	69.7	64.4	125.0	125.0	90°, 1.0	8.66	4.02	20.20	13.37	-528.3	303.0
3	96.1	165.6	79.9	242.8	69.7	63.7	125.0	125.0	-	6.66	13.34	10.18	11.00	344.5	281.9
12	22.9	26.2	21.0	20.4	44.7	37.9	117.1	14.1	73°, 1.0	2.91	5.69	1.13	3.96	84.8	58.7
14	121.3	135.7	53.3	56.4	63.6	54.9	121.6	16.0	73°, 1.0	4.93	11.97	1.13	3.96	257.6	77.2
16	293.4	326.4	89.0	98.8	78.9	70.5	124.0	17.5	73°, 1.0	6.86	18.25	1.13	5.07	505.5	125.6

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

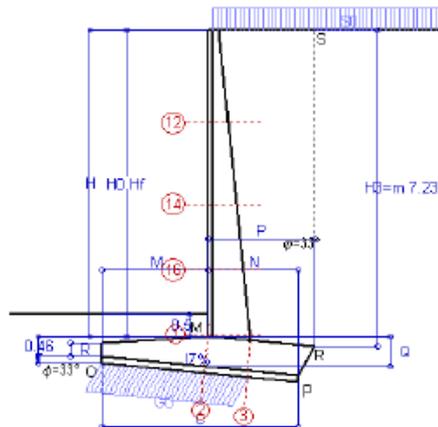
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:		PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	231 di 252

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo u70CL	$H_0 = 7.00$ m
$C = 4.35$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_g = 10.0$ kNm ²
$M = 2.35$ m	Angolo d'attrito della terra = $\arctan(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kNm ³
$P = 2.35$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kNm ³
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.520$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.369$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 7.23$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 0.00^\circ$
	$K_3 = 0.157$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	188.3	525.6	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	34.7	138.7	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	29.5	74.7
Peso terra e sovraccarico x1÷1.3	0.0	0.0	303.1	1 093.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	20.4	-0.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	83.8	205.5
TOTALI (GEO)	S₃ = 243.3	M₃ = 663.7	P₃ = 416.4	M₃ = 1 373.8
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	269.6	737.6	1 460.9	

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 416.4$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 3.22$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_1 = 0.135$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 30.3^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 416.4 * 0.653 = 272.1 > E_d = 269.6$		
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo	$R_d = 1373.8 > E_d = 737.6$		

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) Freccia in cima al pannello mm 15.18
 $K_0 = 0.328$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Ed} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, ctg\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	KN.m	KN.m	KN	KN	cm	cm	cm	cm	$\alpha^\circ, ctg\theta$	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	KN.m	KN	
1	584.1	584.1	107.5	146.4	93.7	84.6	124.0	19.0	90°, 1.0	8.21	23.34	10.18	6.70	773.0	163.0	
2	-296.8	-324.8	181.1	239.7	69.7	64.4	125.0	125.0	90°, 1.0	8.85	4.02	20.20	13.37	-539.4	303.0	
3	82.3	188.0	129.8	283.8	69.7	63.7	125.0	125.0	90°, 1.3	6.91	13.34	10.18	11.00	359.8	320.4	
12	23.3	26.7	16.8	20.8	44.7	37.9	117.1	14.1	73°, 1.0	2.88	5.69	1.13	3.96	84.4	58.6	
14	121.8	136.1	42.7	56.5	63.6	54.9	121.6	16.0	73°, 1.0	4.87	11.97	1.13	3.96	256.0	77.3	
16	292.3	325.1	71.3	98.4	78.9	70.5	124.0	17.5	73°, 1.0	6.78	18.25	1.13	5.07	501.9	125.9	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

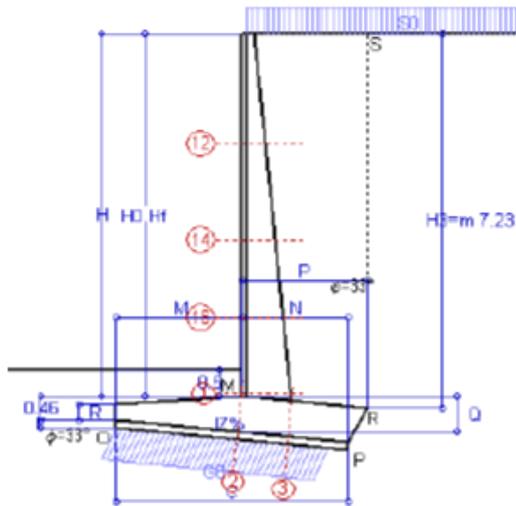
Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	232 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.00$ m	Prefabbricato tipo	u70CL	$H_0 = 7.00$ m
$C = 4.35$ m	Altezza della terra contro il pannello		$H = 7.00$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$	
$M = 2.35$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²	
$N = 2.00$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³	
$P = 2.35$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³	
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$	
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$I_7 = 10\%$	

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 7.23$ m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.107$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
150.46	420.02	0.00	0.00
21.33	85.26	0.00	0.00
0.00	0.00	29.54	74.71
0.00	0.00	303.12	1 093.55
13.90	-0.38	0.00	0.00
0.00	0.00	83.75	205.53
$S_0 = 185.69$	$M_0 = 504.90$	$P_0 = 416.41$	$M_0 = 1 373.78$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
 *non sommati

Totali

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$ Ribaltamento rispetto a 'O': $M_8 / M_9 = 2.721$
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$ (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.797
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 416.41$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio. $C_0 = 3.99$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.108$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 24.0^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 10.37

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. C+ Φ staffe	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	443.4	102.0	163.4	124.0	93.7	83.9	27.78	10.18	190	6.68	38	0.152
2	-244.9	106.2	260.7	125.0	69.7	64.4	4.02	20.20	173	6.25	38	0.000
3	136.8	51.4	118.7	125.0	69.7	63.7	13.34	10.18	149	4.19	38	0.000
12	16.6	15.7	19.1	117.1	44.7	37.9	5.69	1.13	73	1.90	38	0.000
14	90.0	40.2	58.2	121.6	63.6	54.9	11.97	1.13	134	3.96	38	0.087
16	219.7	67.5	105.1	124.0	78.9	70.5	18.25	1.13	168	5.33	38	0.120

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

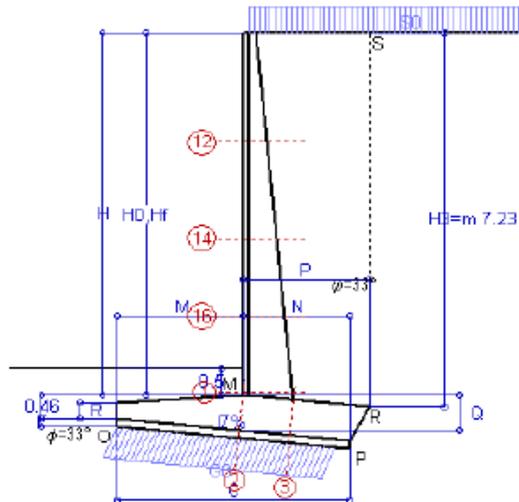
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	233 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Dati

H _m = 7.00 m	Prefabbricato tipo	u70CL	H ₀ = 7.00 m
C = 4.35 m	Altezza della terra contro il pannello		H = 7.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra		φ = 33°
M = 2.35 m	Sovraccarico sul rilevato		S ₀ = 7.5 kN/m ²
N = 2.00 m	Peso specifico della terra		P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 2.35 m	Peso specifico del calcestruzzo		Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.70 m	Coefficiente d'attrito della fondazione		R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		l ₇ = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 7.23 m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.107

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
150.46	420.02	0.00	0.00
16.00	63.95	0.00	0.00
0.00	0.00	29.54	74.71
0.00	0.00	303.12	1 093.55
13.68	-0.38	0.00	0.00
0.00	0.00	83.75	205.53
S₀ = 180.14	M₀ = 483.59	P₀ = 416.41	M₀ = 1 373.78

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
 *non sommati

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈/ M₉ = 2.841
 GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 1.853
 Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 416.41 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C₀ = 4.10 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ₁ = 0.105 MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 23.4°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 9.74

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	423.9	99.9	158.1	124.0	93.7	83.9	27.78	10.18	181	6.39	38	0.144
2	-238.8	99.9	252.5	125.0	69.7	64.4	4.02	20.20	170	6.09	38	0.000
3	128.0	41.8	112.4	125.0	69.7	63.7	13.34	10.18	142	3.92	38	0.000
12	14.9	15.1	17.5	117.1	44.7	37.9	5.69	1.13	65	1.71	38	0.000
14	83.9	39.0	55.2	121.6	63.6	54.9	11.97	1.13	124	3.70	38	0.077
16	208.0	65.8	100.9	124.0	78.9	70.5	18.25	1.13	159	5.05	38	0.112

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

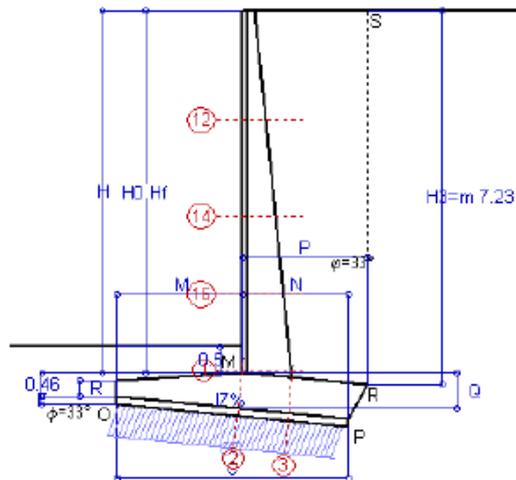
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	234 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 7.00 m	Prefabbricato tipo	u70CL	H ₀ = 7.00 m
C = 4.35 m	Altezza della terra contro il pannello		H = 7.00 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra		φ = 33°
M = 2.35 m	Sovraccarico sul rilevato		S ₀ = 0.0 kN/m ²
N = 2.00 m	Peso specifico della terra		P ₀ = 19.5 kN/m ³
P = 2.35 m	Peso specifico del calcestruzzo		Q ₀ = 25.0 kN/m ³
Q = 0.70 m	Coefficiente d'attrito della fondazione		R ₀ = 0.65
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		l ₇ = 10 %

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 7.23 m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.107

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
150.46	420.02	0.00	0.00
0.00	0.00	29.54	74.71
0.00	0.00	303.12	1 093.55
13.03	-0.36	0.00	0.00
0.00	0.00	83.75	205.53
S_g = 163.49	M_g = 419.67	P_g = 416.41	M_g = 1 373.78

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈ / M₉ = 3.274
 GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.041
 Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 416.41 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C_g = 4.29 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.100 MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 21.4°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 7.84

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato faociata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. c+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	365.5	93.4	142.3	124.0	93.7	83.9	27.78	10.18	155	5.53	38	0.119
2	-214.1	82.6	230.6	125.0	69.7	64.4	4.02	20.20	154	5.46	38	0.000
3	104.6	16.5	100.2	125.0	69.7	63.7	13.34	10.18	123	3.20	38	0.000
12	9.7	13.2	12.8	117.1	44.7	37.9	5.69	1.13	41	1.14	38	0.000
14	65.4	35.4	46.2	121.6	63.6	54.9	11.97	1.13	96	2.90	38	0.042
16	172.7	60.7	88.4	124.0	78.9	70.5	18.25	1.13	131	4.21	38	0.085

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

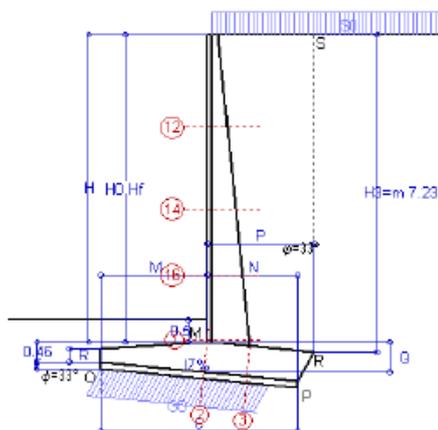
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: Mandanti: SWS Engineering S.p.A. PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	235 di 252

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 0.87^\circ$
Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 7.00$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_0/g = 0.056$
$C = 4.35$ m	Prefabbricato tipo u70CL	$H_0 = 7.00$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.00$ m
$M = 2.35$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 2.0$ kN/m ²
$N = 2.00$ m	Angolo d'attrito della terra = $atn(\tan\phi / 1.25)$	$= 27.45^\circ$
$P = 2.35$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.520$
$Q = 0.70$ m	Accelerazione massima locale	$a_{max}/g = 0.084$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$\beta_m = 0.18$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$i_3 = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_7 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.370$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 7.23$ m
	$O_3 = 2.34^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.165$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	188.5	526.3	7.7	36.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.3	21.4	0.2	1.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.4	1.6	29.5	74.7
Peso terra e sovraccarico x 1	4.6	20.0	303.1	1 093.5
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	20.3	-0.6	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.3	1.6	83.8	205.5
TOTALI (GEO)	$S_3 = 220.4$	$M_3 = 570.3$	$P_3 = 424.3$	$M_3 = 1 411.0$
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	220.4	570.3	424.3	1 411.0

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 424.3$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_3 = 3.76$ m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_1 = 0.117$ MPa
OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 27.5^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = 424.3 * 0.653 = 277.3 > E_d = 220.4$
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = 1411.0 > E_d = 570.3$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.338$
Freccia in cima al pannello mm 11.83

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1)	M_{Ed} (1)	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd}	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	$\alpha^\circ, ctg\Theta$	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN
1	492.5	492.5	99.5	134.2	93.7	84.6	124.0	19.0	90°, 1.0	8.17	23.34	10.18	6.70	771.1	164.7
2	-259.9	-283.6	137.0	202.8	69.7	64.4	125.0	125.0	90°, 1.0	8.63	4.02	20.20	13.37	-526.4	303.0
3	87.6	150.8	77.4	220.6	69.7	63.7	125.0	125.0	-	6.64	13.34	10.18	11.00	343.8	281.5
12	14.4	16.8	14.1	15.0	44.7	37.9	117.1	14.1	73°, 1.0	2.87	5.69	1.13	3.96	84.1	59.9
14	90.9	102.7	37.7	47.6	63.6	54.9	121.6	16.0	73°, 1.0	4.85	11.97	1.13	3.96	255.2	79.1
16	235.1	263.5	64.7	87.4	78.9	70.5	124.0	17.5	73°, 1.0	6.75	18.25	1.13	5.07	500.6	128.0

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

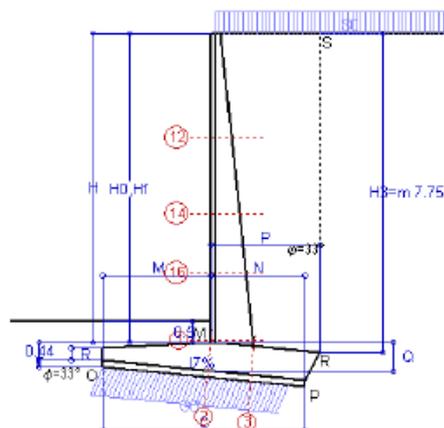
APPALTATORE:			PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"			
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.		Mandanti: PINI ITALIA GDP GOMIN SIFEL SIST M Ingegneria		PROGETTO ESECUTIVO	
11 – OPERE CIVILI Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 236 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 1: Approccio 1, Combinazione 1, (A1+M1+R1)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.50$ m	Prefabbricato tipo u75CL	$H_0 = 7.50$ m
$C = 4.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.50$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$M = 2.55$ m	Angolo d'attrito della terra	$\phi = 33^\circ$
$N = 2.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.65$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine) agente su una sezione ideale R-S di altezza	$K_1 = 0.295$
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$H_3 = 7.75$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$O_3 = 0.00^\circ$
	$K_3 = 0.107$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1.3	224.7	857.3	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.5	34.3	144.6	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1.3	0.0	0.0	42.6	118.8
Peso terra e sovraccarico x 1.3+1.5	0.0	0.0	458.8	1 798.4
Spinta della fondazione sulla fondaz. x 1.3	19.2	-1.3	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1.3	0.0	0.0	118.6	316.9
TOTALI (GEO e STR)	S₃ = 278.2	M₃ = 800.6	P₃ = 621.1	M₃ = 2 232.1

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 621.1$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_0 = 4.41$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.146$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 24.1^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo		$R_d = 621.1 * 0.801 = 497.8 > E_d = 278.2$	

Verifica delle sezioni allo s.l.u. (STR)

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.264$ Freccia in cima al pannello mm 17.62

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Ed} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato com- presso	b_w larghez- za taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o infer. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentro- trico	V_{Rd}
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	
1	714.7	714.7	151.0	167.4	99.7	90.7	124.0	19.0	90°, 1.1	9.15	26.45	10.18	6.70	945.5	188.6
2	-400.9	-433.6	156.8	268.3	69.7	64.3	125.0	125.0	-	9.74	4.02	25.35	13.55	-649.8	320.0
3	112.1	203.3	80.7	265.4	69.7	63.7	125.0	125.0	90°, 1.2	6.85	14.88	15.27	11.42	380.3	307.3
12	35.8	40.8	26.8	26.8	49.1	42.2	120.9	14.3	73°, 1.0	3.36	6.94	2.14	3.96	115.5	63.9
14	156.4	174.8	61.7	66.2	68.1	59.4	124.0	16.1	73°, 1.0	5.46	13.89	2.14	3.96	322.8	81.4
16	343.5	382.2	97.7	109.2	82.9	74.5	124.0	17.4	73°, 1.0	7.39	20.17	2.14	5.07	589.1	130.9

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
con il programma Tensiter "Muri 2008" vers.2.7.2
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

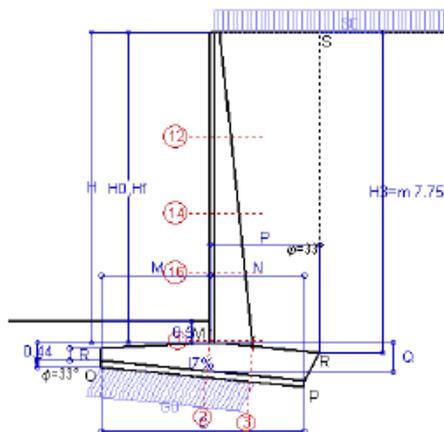
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO			
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003
11 - OPERE CIVILI		REV.	FOGLIO.		
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		C	237 di 252		

TENSITER s.p.a.

Scheda 2: Approccio 1, Combinazione 2, (A2+M2+R2)

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.50$ m	Prefabbricato tipo u75CL	$H_0 = 7.50$ m
$C = 4.75$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.50$ m
$F = 0.15$ m	Sovraccarico sul rilevato	$S_0 = 10.0$ kN/m2
$M = 2.55$ m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atn}(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	
$N = 2.20$ m	Peso specifico della terra	$P_0 = 19.5$ kN/m3
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo	$Q_0 = 25.0$ kN/m3
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$R_0 = 0.520$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilev. lontano dal muro	$i_0 = 0.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	$i_1 = 10.0\%$

Calcolo delle azioni sulla struttura

Coefficiente di spinta attiva della terra (formula di Rankine)	$K_1 = 0.369$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 7.75$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 0.00^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.157$

Spinte, pesi e momenti rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R-S x 1	216.3	632.7	0.0	0.0
Spinta del sovraccar. su R-S x 1.3	37.2	156.9	0.0	0.0
Peso parete prefabbricata x 1	0.0	0.0	32.8	89.8
Peso terra e sovraccarico x1÷1.3	0.0	0.0	353.7	1 383.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	21.7	-1.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	0.0	0.0	91.3	243.8
TOTALI (GEO)	$S_3 = 275.2$	$M_3 = 788.1$	$P_3 = 477.7$	$M_3 = 1 717.0$
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	304.7	875.4	1 828.8	

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultato:

Carico sul terreno sotto la fondazione:	$G_0 = 477.7$ kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio	$C_3 = 3.67$ m
TENSIONE unitaria sul terreno sotto la fondazione secondo Meyerhoff			$\sigma_t = 0.136$ MPa
OBLIQUITA' del carico sul terreno sotto la fondazione rispetto alla verticale			$\beta = 29.9^\circ$
Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo	$R_d = 477.7 \cdot 0.653 = 312.2 > E_d = 304.7$		
Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo	$R_d = 1717.0 > E_d = 875.4$		

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Formula di Coulomb) $K_0 = 0.328$

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni							Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1) sulla sez. naturale	M_{Ed} (1) sulla sez. traslata	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H altezza totale	d altezza utile	B5 lato compreso	b_w larghezza taglio	staffe $\alpha^\circ, \text{ctg}\theta$	X1 asse neutro	A1 lato terrapieno	A2 lato facc. o inf. platea	A4 staffe	M_{Rd} baricentrico	V_{Rd}	
	kN.m	kN.m	kN	kN	cm	cm	cm	cm		cm	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	
1	707.9	707.9	120.8	165.9	99.7	90.7	124.0	19.0	90°, 1.1	9.03	26.45	10.18	6.70	937.5	189.2	
2	-363.7	-395.2	194.7	260.3	69.7	64.3	125.0	125.0	-	9.92	4.02	25.35	13.55	-660.7	325.3	
3	111.7	223.7	130.1	300.9	69.7	63.7	125.0	125.0	90°, 1.3	7.08	14.88	15.27	11.42	395.4	332.9	
12	36.4	41.4	21.5	27.1	49.1	42.2	120.9	14.3	73°, 1.0	3.33	6.94	2.14	3.96	114.9	63.9	
14	156.7	175.0	49.4	66.2	68.1	59.4	124.0	16.1	73°, 1.0	5.40	13.89	2.14	3.96	320.8	81.5	
16	341.8	380.3	78.2	108.6	82.9	74.5	124.0	17.4	73°, 1.0	7.30	20.17	2.14	5.07	585.0	131.3	

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

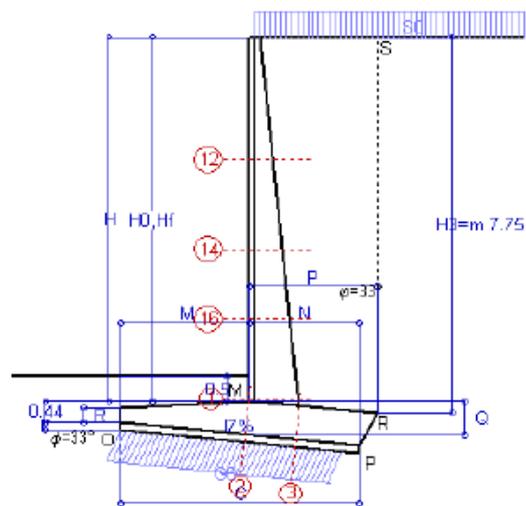
(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

APPALTATORE:	 PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"						
PROGETTAZIONE:	PROGETTO ESECUTIVO						
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	238 di 252
11 - OPERE CIVILI							
Scalare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo							

TENSITER s.p.a.

Scheda 3: Verifica SLE combinaz. RARA

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.50$ m	Prefabbricato tipo	u75CL	$H_0 = 7.50$ m
$C = 4.75$ m	Altezza della terra contro il pannello		$H = 7.50$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra		$\phi = 33^\circ$
$M = 2.55$ m	Sovraccarico sul rilevato		$S_0 = 10.0$ kN/m ²
$N = 2.20$ m	Peso specifico della terra		$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo		$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione		$R_0 = 0.85$
$R = 0.24$ m	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		$l_f = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) $K_1 = 0.295$
 agente su una sezione ideale R-S di altezza $H_3 = 7.75$ m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) $K_3 = 0.107$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
172.86	505.62	0.00	0.00
22.86	96.42	0.00	0.00
0.00	0.00	32.78	89.84
0.00	0.00	353.71	1383.35
14.79	-1.00	0.00	0.00
0.00	0.00	91.25	243.79
$S_0 = 210.51$	$M_0 = 601.04$	$P_0 = 477.74$	$M_0 = 1716.99$

Spinta della terra su sez. R-S x 1
 Spinta del sovraccar. su R-S x 1
 Peso struttura (parete+platea) x 1
 Peso terra e sovraccarico x 1
 Spinta della terra sulla fondaz. x 1
 Peso della fondazione x 1
 *non sommati

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} = \text{Ribaltamento rispetto a 'O': } M_8 / M_9 = 2.857$
 GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} = (\text{attriti e forze resistenti}) / (\text{spinte e forze motrici}) = 1.819$
 Carico sul terreno della fondazione: $G_0 = 477.74$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_0 = 4.47$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_f = 0.110$ MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione $\beta = 23.8^\circ$

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 12.14

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di partecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato faociata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $C + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	539.0	114.8	186.3	124.0	99.7	90.0	30.90	10.18	193	6.99	38	0.156
2	-304.5	116.6	291.7	125.0	69.7	64.3	4.02	25.35	176	7.08	38	0.086
3	149.3	68.1	127.6	125.0	69.7	63.7	14.88	15.27	143	4.31	38	0.000
12	26.2	20.2	25.8	120.9	49.1	42.2	6.94	2.14	85	2.26	38	0.000
14	116.4	46.6	69.0	124.0	68.1	59.4	13.89	2.14	138	4.18	38	0.096
16	257.6	74.1	116.8	124.0	82.9	74.5	20.17	2.14	169	5.48	38	0.124

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

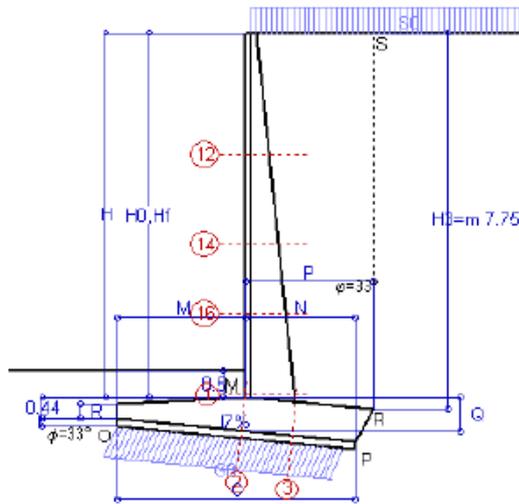
APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
11 - OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 239 di 252

TENSITED s.p.a.

Scheda 4: Verifica SLE combinaz. FREQUENTE

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)



Dati

$H_m = 7.50$ m	Prefabbricato tipo	u75CL	$H_0 = 7.50$ m
$C = 4.75$ m	Altezza della terra contro il pannello		$H = 7.50$ m
$F = 0.15$ m	Angolo d'attrito della terra		$\varphi = 33^\circ$
$M = 2.55$ m	Sovraccarico sul rilevato		$S_0 = 7.5$ kN/m ²
$N = 2.20$ m	Peso specifico della terra		$P_0 = 19.5$ kN/m ³
$P = 2.55$ m	Peso specifico del calcestruzzo		$Q_0 = 25.0$ kN/m ³
$Q = 0.70$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione		$R_0 = 0.65$
$R =$	Pendenza dell'appoggio della fondaz.		$I_7 = 10\%$

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine)	$K_1 = 0.295$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 7.75$ m
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.107$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
172.86	505.62	0.00	0.00
17.15	72.31	0.00	0.00
0.00	0.00	32.78	89.84
0.00	0.00	353.71	1 383.35
14.57	-0.98	0.00	0.00
0.00	0.00	91.25	243.79
$S_0 = 204.58$	$M_0 = 576.95$	$P_0 = 477.74$	$M_0 = 1 716.99$

Spinta della terra su sez. R-S x 1	
Spinta del sovraccar. su R-S x 1	
Peso struttura (parete+platea) X 1	
Peso terra e sovraccarico x 1	
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	
Peso della fondazione x 1	
<i>*non sommati</i>	
Totali	

GRADO di stabilità al ribaltamento $\eta_{rib} =$	Ribaltamento rispetto a 'O': M_8 / M_9	=	2.976
GRADO di stabilità allo scorrimento $\eta_{scorr} =$	(attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici)	=	1.872
Carico sul terreno della fondazione: $G_0 =$	477.74 kN	Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_0 =$	4.58 m
TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff		$\sigma_f =$	0.108 MPa
OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione		$\beta =$	23.2°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 11.44

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb) $K_0 = 0.264$

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ_a	calcestr. σ_c	ricoprim. $c + \Phi_{staffe}$	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	516.7	112.4	180.7	124.0	99.7	90.0	30.90	10.18	185	6.71	38	0.149
2	-297.8	110.1	283.6	125.0	69.7	64.3	4.02	25.35	173	6.93	38	0.081
3	138.3	58.4	122.0	125.0	69.7	63.7	14.88	15.27	134	3.99	38	0.000
12	23.7	19.4	23.9	120.9	49.1	42.2	6.94	2.14	77	2.06	38	0.000
14	108.9	45.3	65.7	124.0	68.1	59.4	13.89	2.14	129	3.92	38	0.087
16	244.4	72.3	112.4	124.0	82.9	74.5	20.17	2.14	160	5.21	38	0.116

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.

(2) Negativo se lo sforzo è di trazione

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2

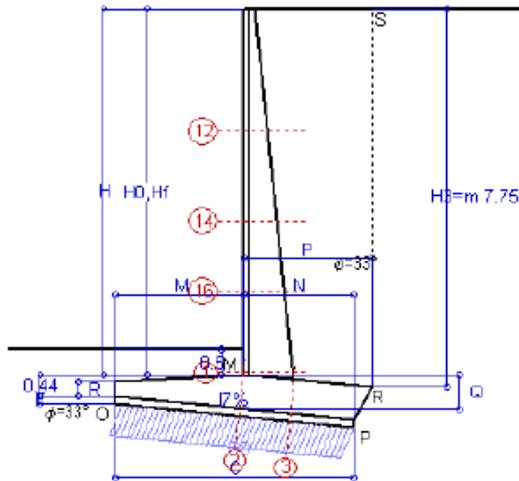
Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	240 di 252

TENSITER s.p.a.

Scheda 5: Verifica SLE combinaz QUASI PERMANENTE

Muri d'ala sottopasso
Fortezza (BZ)



Spinta della terra su sez. R-S x 1
Peso struttura (parete+platea) X 1
Peso terra e sovraccarico x 1
Spinta della terra sulla fondaz. x 1
Peso della fondazione x 1
**non sommati*

Totali

Dati

H _m = 7.50 m	Prefabbricato tipo	u75CL	H ₀ = 7.50 m
C = 4.75 m	Altezza della terra contro il pannello		H = 7.50 m
F = 0.15 m	Angolo d'attrito della terra	φ = 33°	
M = 2.55 m	Sovraccarico sul rilevato	S ₀ = 0.0 kN/m ²	
N = 2.20 m	Peso specifico della terra	P ₀ = 19.5 kN/m ³	
P = 2.55 m	Peso specifico del calcestruzzo	Q ₀ = 25.0 kN/m ³	
Q = 0.70 m	Coefficiente d'attrito della fondazione	R ₀ = 0.65	
R =	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	l ₇ = 10 %	

Verifica statica

Coefficiente di spinta attiva su R-S (formula di Rankine) K₁ = 0.295
 agente su una sezione ideale R-S di altezza H₃ = 7.75 m
 Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb) K₃ = 0.107

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI ORIZZONTALI		COMPONENTI VERTICALI	
Forze	Momenti	Forze	Momenti
KN	KN m	KN	KN m
172.86	505.62	0.00	0.00
0.00	0.00	32.78	89.84
0.00	0.00	353.71	1 383.35
13.92	-0.94	0.00	0.00
0.00	0.00	91.25	243.79
S_g = 186.78	M_g = 504.68	P_g = 477.74	M_g = 1 716.99

GRADO di stabilità al ribaltamento η_{rib} = Ribaltamento rispetto a 'O': M₈ / M₉ = 3.402
 GRADO di stabilità allo scorrimento η_{scorr} = (attriti e forze resistenti) / (spinte e forze motrici) = 2.050
 Carico sul terreno della fondazione: G₀ = 477.74 kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: C_g = 4.62 m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff σ_t = 0.106 MPa
 OBLIQUITA' del carico rispetto al terreno di fondazione β = 21.4°

Verifica della fessurazione⁽¹⁾

Freccia in cima al pannello mm 9.32

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (Coulomb)

K₀ = 0.264

SEZIONE	SOLLECITAZIONI ⁽¹⁾			Larghezza di compartecipazione	ALTEZZE		AREA dei FERRI ⁽¹⁾		TENSIONI		FESSURAZIONE	
	Mom.flett. baricentr.	Sforzo normale ⁽²⁾	Taglio		totale H	utile Y	lato terrapieno	lato facciata o inf. platea	acciaio σ _a	calcestr. σ _c	ricoprim. C+Φ _{staffe}	apertura fessure
N°	KN m	KN	KN	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	Mpa	Mpa	mm	mm
1	449.7	105.5	163.6	124.0	99.7	90.0	30.90	10.18	160	5.86	38	0.126
2	-258.3	92.4	261.7	125.0	69.7	64.3	4.02	25.35	151	6.01	38	0.000
3	119.6	33.8	115.3	125.0	69.7	63.7	14.88	15.27	121	3.45	38	0.000
12	16.4	17.1	18.2	120.9	49.1	42.2	6.94	2.14	52	1.45	38	0.000
14	86.7	41.3	55.8	124.0	68.1	59.4	13.89	2.14	102	3.14	38	0.055
16	204.8	67.0	99.2	124.0	82.9	74.5	20.17	2.14	133	4.38	38	0.090

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

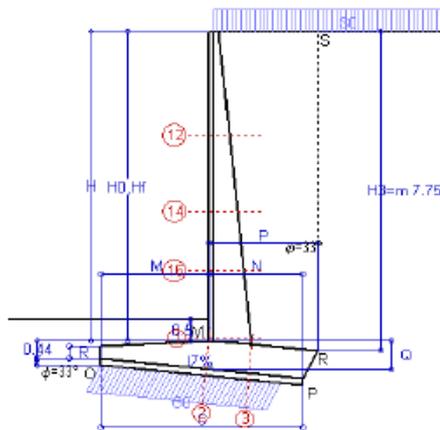
APPALTATORE:					
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA - PONTE GARDENA"				
Mandatario:	Mandanti:	COMMESSA			LOTTO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IBOU	1BEZZ	CL	1
11 – OPERE CIVILI		CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scalolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		CL	NV043003	C	241 di 252

TENSITER s.p.a.

Muri d'ala sottopasso

Scheda 6: Verifica sismica

Comune di Fortezza - Franzensfeste



Angolo di rotazione sismica $\Theta = 0.87^\circ$
 Coefficiente sismico orizzontale $K_h = 0.015$
 Coefficiente sismico verticale $K_v = 0.008$

Dati

$H_m = 7.50$ m	Acceleraz orizz. al suolo	$a_0/g = 0.056$
$C = 4.75$ m	Prefabbricato tipo u75CL	$H_0 = 7.50$ m
$F = 0.15$ m	Altezza della terra contro il pannello	$H = 7.50$ m
$M = 2.55$ m	Sovraccarico sul rilevato (20%)	$S_0 = 2.0$ kN/m ²
$N = 2.20$ m	Angolo d'attrito della terra = $\text{atn}(\tan\phi / 1.25) = 27.45^\circ$	$R_0 = 0.520$
$P = 2.55$ m	Coefficiente d'attrito della fondazione	$a_{max}/g = 0.084$
$Q = 0.70$ m	Accelerazione massima locale	$\beta_m = 0.18$
$U_1 = 0.0$ m	Coeff. riduz. acceleraz. max attesa	$I_3 = 0.0\%$
$R = 0.30$ m	Pendenza del rilevato vicino al muro	$I_0 = 0.0\%$
	Pendenza del rilevato lontano dal mu	$I_7 = 10.0\%$
	Pendenza dell'appoggio della fondaz.	

Calcolo delle azioni sul terreno

Coefficiente di spinta attiva della terra (Rankine con sisma)	$K_1 = 0.370$
agente su una sezione ideale R-S di altezza	$H_3 = 7.75$ m
Angolo fra la spinta su R-S e l'orizzontale	$O_3 = 2.34^\circ$
Coeff. di spinta attiva su platea e magrone P-R (Coulomb)	$K_3 = 0.165$

SPINTE, PESI E MOMENTI rispetto al punto O (per metro lineare)

COMPONENTI	ORIZZONTALI		VERTICALI	
	Forze KN	Momenti KN m	Forze KN	Momenti KN m
Spinta della terra su sez. R'-S' x 1	216.6	633.5	8.9	45.2
Spinta del sovraccar. su R'-S' x 1	5.7	24.2	0.2	1.2
Peso parete prefabbricata x 1	0.5	1.8	32.8	89.8
Peso terra e sovraccarico x 1	5.3	24.5	353.7	1383.4
Spinta della terra sulla fondaz. x 1	21.6	-1.5	0.0	0.0
Peso della fondazione x 1	1.4	1.9	91.3	243.8
TOTALI (GEO)	$S_3 = 251.2$	$M_3 = 684.4$	$P_3 = 488.8$	$M_3 = 1763.3$
TOTALI (EQU) con i coeff. di tab. 3	251.2	684.4	488.8	1763.3

Stabilità (GEO) della struttura:

Calcolo dei carichi agenti sulla fondazione: poiché la risultante di tutti i carichi è più vicina al punto O che al punto P, la platea appoggia sul terreno solo sul lato esterno, come è indicato nella figura. Risultata:

Carico sul terreno sotto la fondazione: $G_0 = 486.8$ kN Larghezza dell'impronta d'appoggio: $C_3 = 4.21$ m
 TENSIONE unitaria sul terreno di fondazione secondo Meyerhoff $\sigma_t = 0.120$ MPa
 OBLIQUITA' del carico sulla fondazione rispetto alla verticale $\beta = 27.3^\circ$
 Scorrimento sul piano di posa: verificato essendo $R_d = 486.8 * 0.653 = 318.1 > E_d = 251.2$
 Ribaltamento (EQU) rispetto al punto O: verificato essendo $R_d = 1763.3 > E_d = 684.4$

Verifica delle sezioni allo s.l.u.

Le sollecitazioni sono calcolate in base a un coefficiente di spinta sulla parete del pannello (1a formula di Mononobe-Okabe) $K_0 = 0.338$
 Freccia in cima al pannello mm 14.06

Sezione	Sollecitazioni esterne (1)				Descrizione delle sezioni						Aree dei ferri (1)			Sollecitazioni resistenti (1)	
	M_{Ed} (1)	M_{Edu} (1)	N_{Ed} (2)	V_{Ed}	H	d	B5	b_w	staffe	X1	A1	A2	A4	M_{Rd}	V_{Rd}
	sulla sez. naturale	sulla sez. traslata			altezza totale	altezza utile	lato compresso	larghezza taglio	$\alpha^\circ, \text{ctg}\Theta$	asse neutro	lato terrapieno	lato facc. o inf. platea	staffe	baricentrico	
1	603.9	603.9	112.3	153.3	99.7	90.7	124.0	19.0	90°, 1.0	8.99	26.45	10.18	6.70	935.3	173.8
2	-324.4	-351.8	151.6	225.5	69.7	64.3	125.0	125.0	-	9.71	4.02	25.35	13.55	-648.3	319.3
3	106.7	176.1	79.6	242.5	69.7	63.7	125.0	125.0	-	6.85	14.88	15.27	11.42	380.0	281.8
12	23.8	27.5	18.3	20.6	49.1	42.2	120.9	14.3	73°, 1.0	3.32	6.94	2.14	3.96	114.5	65.4
14	119.8	135.0	44.0	56.7	68.1	59.4	124.0	16.1	73°, 1.0	5.37	13.89	2.14	3.96	320.0	83.4
16	278.1	311.7	71.4	97.3	82.9	74.5	124.0	17.4	73°, 1.0	7.27	20.17	2.14	5.07	583.5	133.4

(1) Grandezze su un pannello largo 1.25 m.
 (2) Negativo se lo sforzo è di trazione

26/07/2022

Compilato da Dott. Ing. Silvio Feno
 con il programma Tensiter 'Muri 2008' vers.2.7.2
 Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:	 PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:	PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	242 di 252

Portanza della fondazione

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)

Prefabbricato tipo u30CL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione					
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	33.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5760
c	Coesione drenata	kN/m ²	0		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.50		
lv	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.50		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.15		
$l7$	Inclinazione del letto di posa	%	10.0%	$\alpha = \text{rad}$	-0.0997

Verifiche allo stato limite ultimo			A1+M1+R3	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	133.9	104.6
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	22.96°	23.59°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	56.7	45.7
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	1.68	1.77
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5760	0.4791
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	0.84	0.89
D	Affondamento = E + F + Q - M * $l7$	m	0.96	0.65
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	$= [\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	210.99	67.83
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \phi / 2) e^{\pi \tan \phi}$		26.09	13.86
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.15	1.11
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_q = (1 - H / N)^2$		0.33	0.32
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Coesione	$= [c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$		38.64	24.76
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$		1.16	1.12
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$		1.14	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$		0.31	0.26
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_n$		-	0.995
Superficie	$= [1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	124.80	52.22
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$		35.19	15.45
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_\gamma = (1 - H / N) m + 1$		0.19	0.18
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Verifica della capacità portante			Approccio 2	
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.336	0.120
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.0
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	402.1	212.7
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	133.9	104.6

La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)

26/07/2022

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	243 di 252

Portanza della fondazione

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)

Prefabbricato tipo u40CL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione					
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	33.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5760
c	Coesione drenata	kN/m ²	0		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.50		
i_v	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.50		
F	Spessore della fondazione (racciata di valle)	m	0.15		
i_7	Inclinazione del letto di posa	%	10.0%	$\alpha = \text{rad}$	-0.0997

Verifiche allo stato limite ultimo			A1+M1+R3	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	203.5	159.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	24.05°	25.52°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	90.8	76.0
B	Larghezza del nastro di appoggio (CB)	m	2.23	2.27
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5760	0.4791
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.11	1.14
D	Affondamento = E + F + Q - M * I7	m	0.92	0.65
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	$= [\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	180.78	57.08
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$		26.09	13.86
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.11	1.09
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_q = (1 - H / N)^2$		0.31	0.27
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_n / \tan \Phi)^{0.36}$		-	0.990
Coesione	$= [c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \Phi$		38.64	24.76
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.12	1.09
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \Phi)$		1.14	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \Phi)$		0.28	0.22
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_n$		-	0.995
Superficie	$= [1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	147.07	53.52
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \Phi$		35.19	15.45
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \Phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_\gamma = (1 - H / N)m + 1$		0.17	0.14
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_n / \tan \Phi)^{0.36}$		-	0.990
Verifica della capacità portante			Approccio 2	
q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.328	0.111
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.0
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	521.6	251.6
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	203.5	159.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

26/07/2022

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOLGIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	244 di 252

Portanza della fondazione

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)

Prefabbricato tipo u50CL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione					
ϕ Angolo d'attrito nominale	gradi	33.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5760	
c Coesione drenata	kN/m ²	0			
γ Peso specifico	kN/m ³	19.50			
i_v Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$e = \text{rad}$	0.0000	

Dati geometrici della fondazione:

E Spessore della terra sulla fondazione	m	0.50			
F Spessore della fondazione (raccolata di valle)	m	0.15			
i_7 Inclinazione del letto di posa	%	10.0%	$\alpha = \text{rad}$	-0.0997	

Verifiche allo stato limite ultimo			A1+M1+R3	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	308.3	241.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	23.56°	25.71°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	134.4	116.2
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	2.93	2.90
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5760	0.4791
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.46	1.45
D	Affondamento = E + F + Q - M * I7	m	0.99	0.65
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	$= [\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	197.08	55.20
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \phi / 2) e^{\pi \tan \phi}$		26.09	13.86
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan e)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.09	1.07
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_q = (1 - H / N)^2$		0.32	0.27
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Coesione	$= [c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$		38.64	24.76
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$		1.09	1.07
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$		1.14	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$		0.29	0.21
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_h$		-	0.995
Superficie	$= [1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	204.06	66.70
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$		35.19	15.45
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan e)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_\gamma = (1 - H / N) m + 1$		0.18	0.14
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_h / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Verifica della capacità portante			Approccio 2	
Q_{LM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.401	0.122
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.0
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	838.2	353.9
G_D	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	308.3	241.2

La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)

26/07/2022

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
11 – OPERE CIVILI	Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. FOGLIO.
		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C 245 di 252

Portanza della fondazione

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)

Prefabbricato tipo u60CL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

ϕ	Natura di terreno di fondazione	gradi	33.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5760
c	Angolo d'attrito nominale	kN/m ²	0		
γ	Coesione drenata	kN/m ³	19.50		
γ	Peso specifico	%	0.0%	$\epsilon = \text{rad}$	0.0000
γ	Inclinazione del terreno a valle				

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.50		
F	Spessore della fondazione (faccolata di valle)	m	0.15		
γ	Inclinazione del letto di posa	%	10.0%	$\alpha = \text{rad}$	-0.0997

Verifiche allo stato limite ultimo			A1+M1+R3	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	417.8	327.2
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	23.99°	26.64°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	185.9	164.2
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.42	3.33
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5760	0.4791
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.71	1.67
D	Affondamento = E + F + Q - M * I7	m	1.05	0.65
Termini della formula di Brinch-Hansen				
Profondità	$= [\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	201.96	50.58
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \phi / 2) e^{\pi \tan \phi}$		26.09	13.86
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.08	1.06
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_q = (1 - H / N)^2$		0.31	0.25
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Coesione	$= [c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$		38.64	24.76
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$		1.09	1.06
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$		1.14	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$		0.28	0.19
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0.34 K_n$		-	0.995
Superficie	$= [1/2 \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	227.70	68.00
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$		35.19	15.45
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \epsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_\gamma = (1 - H / N)m + 1$		0.17	0.12
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Verifica della capacità portante			Approccio 2	
q_{LM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.430	0.119
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.0
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1050.9	395.3
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	417.8	327.2
La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)				

26/07/2022

Norma: Italia: D.M. 14/1/08

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	246 di 252

Portanza della fondazione

Muri d'ala sottopasso

Fortezza (BZ)

Prefabbricato tipo u70CL

Calcolo con la formula di Brinch-Hansen 1970 (valida per terreno omogeneo e condizioni drenate)

Dati geotecnici del terreno di fondazione:

Natura di terreno di fondazione					
ϕ	Angolo d'attrito nominale	gradi	33.0°	$\phi = \text{rad}$	0.5760
c	Coesione drenata	kN/m ²	0		
γ	Peso specifico	kN/m ³	19.50		
i_v	Inclinazione del terreno a valle	%	0.0%	$\varepsilon = \text{rad}$	0.0000

Dati geometrici della fondazione:

E	Spessore della terra sulla fondazione	m	0.50		
F	Spessore della fondazione (facciata di valle)	m	0.15		
i_7	Inclinazione del letto di posa	%	10.0%	$\alpha = \text{rad}$	-0.0997

Verifiche allo stato limite ultimo			A1+M1+R3	Sisma
Carichi agenti sulla fondazione:				
N	Componente verticale (G0)	kN/m	541.3	424.3
β	Obliquità del carico rispetto alla verticale	gradi	24.41°	27.45°
H	Componente orizzontale = G0 * tan(β)	kN/m	245.7	220.4
B	Larghezza del nastro di appoggio (C8)	m	3.93	3.76
Dati influenzati dal tipo di verifica:				
Φ	Angolo d'attrito assunto nel calcolo	rad	0.5760	0.4791
E5	Distanza della risultante dal bordo esterno della fondazione	m	1.96	1.88
D	Affondamento = E + F + Q - M * I7	m	1.12	0.65
Termini della formula di Brinck-Hansen				
Profondità	$= [\gamma D N_q] s_q d_q i_q b_q g_q z_q$	kN/m ²	206.52	46.75
Coefficiente base	$N_q = \tan^2(45^\circ + \phi / 2) e^{\pi \tan \phi}$		26.09	13.86
Inclinaz. terreno a valle	$g_q = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_q = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \times \text{se}[D < B; D/B; \text{atn}(D/B)]$		1.08	1.05
Inclinazione letto di posa	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_q = (1 - H / N)^2$		0.30	0.23
Paolucci e Pecker 1997	$z_q = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Coesione	$= [c N_c] s_c d_c i_c b_c g_c z_c$	kN/m ²	0.00	0.00
Coefficiente base	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$		38.64	24.76
Inclinaz. terreno a valle	$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi)$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_c = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi)$		1.08	1.06
Inclinazione letto di posa	$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi)$		1.14	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \tan \phi)$		0.27	0.17
Paolucci e Pecker 1997	$z_c = 1 - 0,34 K_n$		-	0.995
Superficie	$= [\frac{1}{2} \gamma B N_\gamma] s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma z_\gamma$	kN/m ²	249.04	68.87
Coefficiente base	$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$		35.19	15.45
Inclinaz. terreno a valle	$g_\gamma = (1 - \tan \varepsilon)^2$		1.00	1.00
Lunghezza del muro	$s_\gamma = 1$ (fondazione nastriforme)		1.00	1.00
Larghezza fondazione	$d_\gamma = 1.00$		1.00	1.00
Inclinazione letto di posa	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi)^2$		1.13	1.11
Inclinaz. della risultante	$i_\gamma = (1 - H / N)m + 1$		0.16	0.11
Paolucci e Pecker 1997	$z_\gamma = (1 - K_n / \tan \phi)^{0.36}$		-	0.990
Verifica della capacità portante			Approccio 2	
Q_{LIM}	Carico unitario limite (Meyerhof)	Mpa	0.456	0.116
γ_R	Coeff. per le verifiche SLU di fondazioni superficiali		1.4	1.0
C_p	Capacità portante, tenuto conto di γ_R	kN	1278.7	435.2
G_0	Carico effettivo, dovuto alle forze esterne	kN	541.3	424.3

La struttura è verificata al collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno per l'approccio 2 (A1+M1+R3)

26/07/2022

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 – OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo		IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	247 di 252

Si considera per la verifica di stabilità il concio di muro (prospetto lato est dello scavalco) con altezza maggiore .Si utilizza un'altezza media del muro pari a $7.81m \approx 7.85m$ e un'altezza libera del paramento di $7.64m \approx 7.65m$.

Si riporta nel seguito la verifica di stabilità condotta con il programma Max16.

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 5.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 7.85 [m]
Altezza paramento libero 7.65 [m]
Spessore in sommità 0.22 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 1.05 [m]
Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]
Inclinazione paramento interno 6.00 [°]

Fondazione

Materiale C28/35
Lunghezza mensola di valle 2.55 [m]
Lunghezza mensola di monte 1.40 [m]
Lunghezza totale 5.00 [m]
Inclinazione piano di posa 0.00 [°]
Spessore 0.70 [m]
Spessore magrone 0.00 [m]

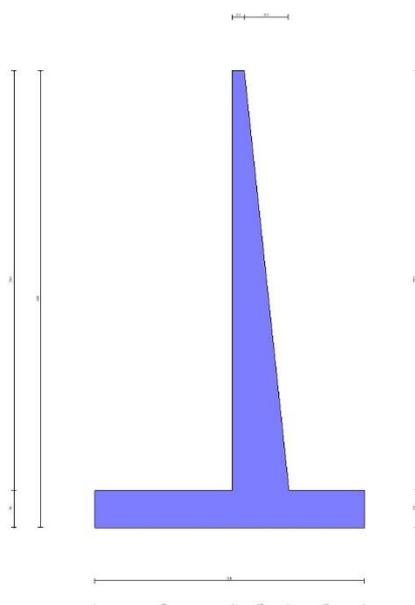


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	248 di 252

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
ca	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kg/cm ²]	ca [kg/cm ²]	Cesp	τ_l [kg/cm ²]
1	Terreno	1950.00	1950.00	33.000	22.000	0.00	0.00	---	---
2	Terreno 2	1950.00	1950.00	33.000	33.000	0.00	0.00	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	8.55	0.000	Terreno	3.000	1.948	---	---	---	---	---
2	3.00	0.000	Terreno 2	3.000	1.948	---	---	---	---	---

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO												
11 – OPERE CIVILI Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1BEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV043003</td> <td>C</td> <td>249 di 252</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	249 di 252
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	249 di 252								

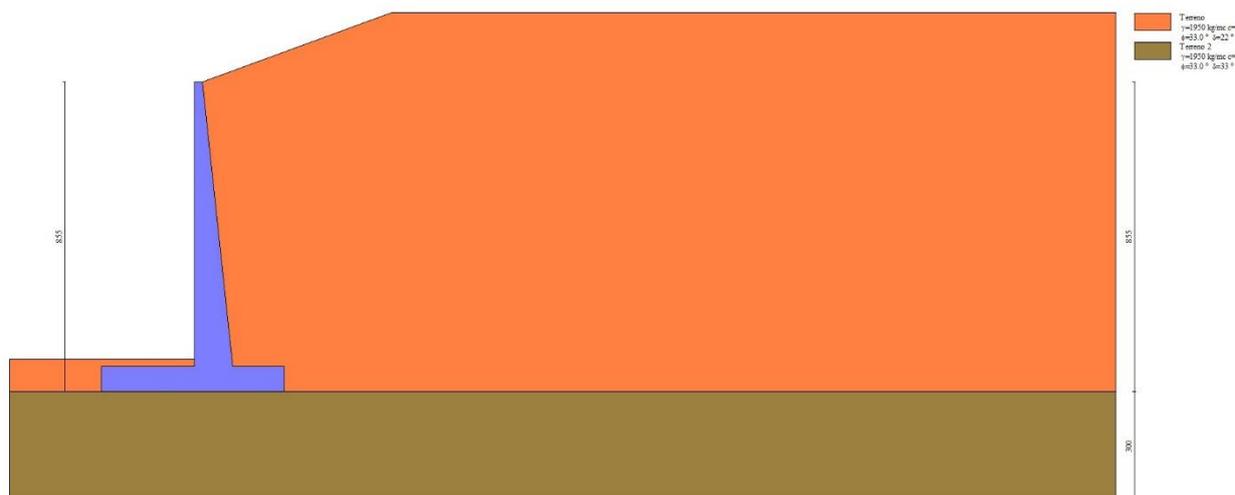


Fig. 2 - Stratigrafia

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
7 - GEO (A2-M2-R2)	-2.00; 3.00	12.31	1.131
8 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2.50; 2.50	12.03	1.378
9 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2.50; 2.50	12.03	1.375

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kg]
Qf	carico acqua sulla striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm ²]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cm ²]

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI Scalare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV043003	REV. C	FOGLIO. 250 di 252

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	2313	1698	0	10.27 - 0.74	77.058	27.453	0.00	0.000	
2	5787	1698	0	0.74	65.405	27.453	0.00	0.000	
3	7800	1698	0	0.74	58.025	27.453	0.00	0.000	
4	9331	1698	0	0.74	51.987	27.453	0.00	0.000	
5	10575	499	0	0.74	46.689	27.453	0.00	0.000	
6	11616	0	0	0.74	41.874	27.453	0.00	0.000	
7	12497	0	0	0.74	37.402	27.453	0.00	0.000	
8	13020	0	0	0.74	33.185	27.453	0.00	0.000	
9	13271	0	0	0.74	29.162	27.453	0.00	0.000	
10	13426	0	0	0.74	25.293	27.453	0.00	0.000	
11	13524	0	0	0.74	21.544	27.453	0.00	0.000	
12	13768	0	0	0.74	17.890	27.453	0.00	0.000	
13	13744	0	0	0.74	14.310	27.453	0.00	0.000	
14	15535	0	0	0.74	10.787	27.453	0.00	0.000	
15	4523	0	0	0.74	7.304	27.453	0.00	0.000	
16	2624	0	0	0.74	3.849	27.453	0.00	0.000	
17	2664	0	0	0.74	0.407	27.453	0.00	0.000	
18	2543	0	0	0.74	-3.033	27.453	0.00	0.000	
19	2267	0	0	0.74	-6.484	27.453	0.00	0.000	
20	2113	0	0	0.74	-9.959	27.453	0.00	0.000	
21	1892	0	0	0.74	-13.471	27.453	0.00	0.000	
22	1602	0	0	0.74	-17.036	27.453	0.00	0.000	
23	1239	0	0	0.74	-20.671	27.453	0.00	0.000	
24	797	0	0	0.74	-24.395	27.453	0.00	0.000	
25	270	0	0	-8.19 - 0.74	-27.606	27.453	0.00	0.000	

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	2589	0	0	9.52 - 0.74	78.358	33.000	0.00	0.000	
2	6343	0	0	0.74	65.426	33.000	0.00	0.000	
3	8359	0	0	0.74	57.872	33.000	0.00	0.000	
4	9884	0	0	0.74	51.713	33.000	0.00	0.000	
5	11118	0	0	0.74	46.318	33.000	0.00	0.000	
6	12144	0	0	0.74	41.417	33.000	0.00	0.000	
7	12772	0	0	0.74	36.865	33.000	0.00	0.000	
8	13119	0	0	0.74	32.571	33.000	0.00	0.000	
9	13355	0	0	0.74	28.476	33.000	0.00	0.000	
10	13533	0	0	0.74	24.535	33.000	0.00	0.000	
11	13829	0	0	0.74	20.715	33.000	0.00	0.000	
12	13887	0	0	0.74	16.989	33.000	0.00	0.000	
13	15811	0	0	0.74	13.336	33.000	0.00	0.000	
14	4286	0	0	0.74	9.737	33.000	0.00	0.000	
15	2884	0	0	0.74	6.178	33.000	0.00	0.000	
16	2966	0	0	0.74	2.642	33.000	0.00	0.000	
17	2873	0	0	0.74	-0.884	33.000	0.00	0.000	
18	2649	0	0	0.74	-4.413	33.000	0.00	0.000	
19	2533	0	0	0.74	-7.959	33.000	0.00	0.000	
20	2349	0	0	0.74	-11.536	33.000	0.00	0.000	
21	2096	0	0	0.74	-15.160	33.000	0.00	0.000	
22	1770	0	0	0.74	-18.847	33.000	0.00	0.000	
23	1365	0	0	0.74	-22.617	33.000	0.00	0.000	
24	877	0	0	0.74	-26.495	33.000	0.00	0.000	
25	297	0	0	-8.97 - 0.74	-29.822	33.000	0.00	0.000	

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kg/cm²]	u [kg/cm²]	Tx; Ty [kg]
1	2589	0	0	9.52 - 0.74	78.358	33.000	0.00	0.000	
2	6343	0	0	0.74	65.426	33.000	0.00	0.000	
3	8359	0	0	0.74	57.872	33.000	0.00	0.000	
4	9884	0	0	0.74	51.713	33.000	0.00	0.000	
5	11118	0	0	0.74	46.318	33.000	0.00	0.000	
6	12144	0	0	0.74	41.417	33.000	0.00	0.000	
7	12772	0	0	0.74	36.865	33.000	0.00	0.000	
8	13119	0	0	0.74	32.571	33.000	0.00	0.000	
9	13355	0	0	0.74	28.476	33.000	0.00	0.000	
10	13533	0	0	0.74	24.535	33.000	0.00	0.000	
11	13829	0	0	0.74	20.715	33.000	0.00	0.000	
12	13887	0	0	0.74	16.989	33.000	0.00	0.000	
13	15811	0	0	0.74	13.336	33.000	0.00	0.000	
14	4286	0	0	0.74	9.737	33.000	0.00	0.000	
15	2884	0	0	0.74	6.178	33.000	0.00	0.000	

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:						
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 – OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Scatolare e muri di sostegno prefabbricati - Relazione tecnica e di calcolo	IBOU	1BEZZ	CL	NV043003	C	251 di 252

n°	W [kg]	Qy [kg]	Qf [kg]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
16	2966	0	0	0.74	2.642	33.000	0.00	0.000	
17	2873	0	0	0.74	-0.884	33.000	0.00	0.000	
18	2649	0	0	0.74	-4.413	33.000	0.00	0.000	
19	2533	0	0	0.74	-7.959	33.000	0.00	0.000	
20	2349	0	0	0.74	-11.536	33.000	0.00	0.000	
21	2096	0	0	0.74	-15.160	33.000	0.00	0.000	
22	1770	0	0	0.74	-18.847	33.000	0.00	0.000	
23	1365	0	0	0.74	-22.617	33.000	0.00	0.000	
24	877	0	0	0.74	-26.495	33.000	0.00	0.000	
25	297	0	0	-8.97 - 0.74	-29.822	33.000	0.00	0.000	

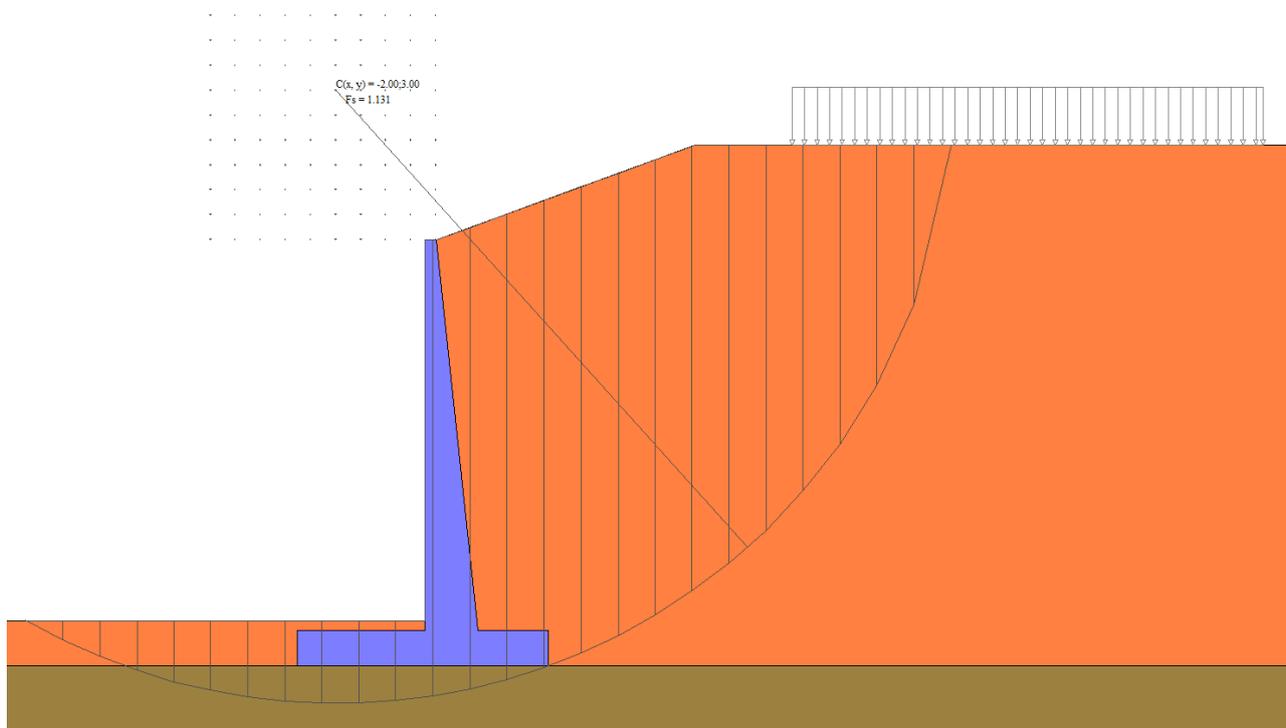


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

La verifica a stabilità globale è soddisfatta con un fattore di sicurezza F.S.= 1.131 > 1.10.

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

DESCRIZIONE DEL TELAIO

n° trave	Lunghezza		Area cm2	Momento d'inerzia cm4	Orientamento		H sez. cm.	Posizione baricentro cm.	Mod. elastico terreno	
	facciata	trave			facciata	trave			esterno	interno
	cm.	cm.			gradi	gradi			N/cm2	N/cm2
1	0.00	33.49	1	10	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0
2	0.00	0.01	1000000	1000000000	90.00°	90.00°	0.00	0.00	0	0
3	500.00	522.09	4020	2173785	90.00°	90.00°	75.00	29.51	6081	0
4	141.42	174.44	4658	3280866	45.00°	45.00°	75.00	36.49	4515	0
5	500.00	506.16	6120	5217451	0.00°	0.00°	85.00	45.44	4115	0
6	500.00	506.16	6120	5217451	0.00°	0.00°	85.00	45.44	3872	0
7	141.42	174.44	4658	3280866	-45.00°	-45.00°	75.00	36.49	4213	0
8	500.00	522.09	4020	2173785	-90.00°	-90.00°	75.00	29.51	5779	0
9	0.00	0.01	0	0	-90.00°	-90.00°	0.00	0.00	0	0
10	0.00	33.49	1000000	1000000000	0.00°	0.00°	0.00	0.00	0	0

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

DESCRIZIONE DELLE SEZIONI

TRAVE	Sez	H1	Y1	Y2	B1	B2	S2	V2	B3	S3	V3	A1	A2	A3	A4	I0	G
3	1	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	9.05	6.84	0	29.5
3	2	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
3	3	75.0	69.0	5.8	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
3	4	75.0	69.0	6.6	42	125	12	0	42	0	0	16.93	9.05	6.02	6.84	0	29.5
3	5	75.0	69.0	6.6	49	125	12	0	49	0	0	24.76	7.09	4.47	6.84	0	29.5
4	1	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.89	1.39	9.40	0	36.5
4	2	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	3	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	4	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
4	5	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	18.47	11.33	1.39	9.40	0	36.5
5	1	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	18.47	11.99	4.29	13.82	0.00	45.4
5	2	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	15.66	23.54	4.94	13.82	0.00	45.4
5	3	85.0	79.0	9.0	40	125	12	0	125	20	0	11.09	31.73	2.81	13.82	0.00	45.4
5	4	85.0	79.0	8.5	40	125	12	0	125	20	0	8.55	37.37	0.00	13.82	0.00	45.4
5	5	85.0	79.0	8.0	40	125	12	0	125	20	0	4.52	34.72	0.00	13.82	0.00	45.4
6	1	85.0	79.0	8.0	40	125	12	0	125	20	0	4.52	34.72	0.00	13.82	0.00	45.4
6	2	85.0	79.0	8.5	40	125	12	0	125	20	0	8.55	37.37	0.00	13.82	0.00	45.4
6	3	85.0	79.0	9.0	40	125	12	0	125	20	0	11.09	31.73	2.81	13.82	0.00	45.4
6	4	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	15.66	23.54	4.94	13.82	0.00	45.4
6	5	85.0	79.0	9.5	40	125	12	0	125	20	0	18.47	11.99	4.29	13.82	0.00	45.4
7	1	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	18.47	11.33	1.39	9.40	0	36.5
7	2	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	3	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	4	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.85	0.00	9.40	0	36.5
7	5	75.0	69.0	7.1	36	125	12	0	125	10	0	24.76	7.89	1.39	9.40	0	36.5
8	1	75.0	69.0	6.6	49	125	12	0	49	0	0	24.76	7.09	4.47	6.84	0	29.5
8	2	75.0	69.0	6.6	42	125	12	0	42	0	0	16.93	9.05	6.02	6.84	0	29.5
8	3	75.0	69.0	5.8	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
8	4	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	0.00	6.84	0	29.5
8	5	75.0	69.0	5.0	40	125	12	0	40	0	0	9.11	9.05	9.05	6.84	0	29.5

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CALCOLO DELLA RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI MOBILI

Dati:

Numero di archi prefabbricati che formano il ponte	n°	11	Luce del ponte	m	12.00
Interasse tra gli archi della struttura	m	1.25	Larghezza teorica del ponte	m	13.75
Larghezza delle corsie veicolari	m	3	Numero di corsie veicolari	n°	3
Distanza della 1a corsia veicolare dal bordo del ponte	m	1.5	Larghezza del marciapiede con sovracc	m	1.5
Carico sulla corsia più carica: Q1k * q1	kN	810.0	Sovraccarico sul marciapiede (corsia 0)	t/m2	0.2548

Carichi sulle corsie e ripartizione sugli archi:

Corsia	Aliquota	Distanza dal bordo del ponte	Larghezza corsia	Carico per arco	Note
0	7%	0.00	1.50	0.031	Folla sul marciapiede
1	100%	1.50	3.00	0.417	
2	67%	4.50	3.00	0.278	
3	33%	7.50	3.00	0.139	

Rigidezza del nodo centrale di un arco isolato 913.47 kN/cm
 Momento d'inerzia del trasverso 3 796 885 cm4

Sollecitazioni del trasverso con le azioni per le verifiche allo s.l.u.:

ARCO	Carico mobile		FRECCE DEGLI ARCHI			Forze tra trasverso e arco	TAGLIO	MOMENTO flettente
	Aliquota della corsia più caricata	Totale kN	Isolati mm	Con trasverso mm	Differenza mm			
1° arco	0.086	69.9	4.64	6.15	1.51	137.8	137.8	0.0
2° arco	0.322	260.9	7.28	6.74	-0.53	-48.8	89.0	172.3
3° arco	0.417	337.5	8.34	7.13	-1.20	-109.8	-20.8	283.6
4° arco	0.360	291.9	7.71	7.20	-0.51	-46.7	-67.5	257.6
5° arco	0.278	225.6	6.79	6.94	0.15	14.1	-53.4	173.3
6° arco	0.260	210.9	6.59	6.47	-0.12	-10.7	-64.1	106.5
7° arco	0.156	126.6	5.42	5.86	0.44	40.4	-23.7	26.4
8° arco	0.138	111.9	5.22	5.22	0.00	-0.4	-24.1	-3.1
9° arco	0.056	45.6	4.30	4.57	0.27	24.4	0.2	-33.3
10° arco	0.000	0.0	3.67	3.96	0.29	26.1	26.4	-33.0
11° arco	0.000	0.0	3.67	3.39	-0.29	-26.4	0.0	0.0

Risultati:

Freccia di un arco isolato con i soli carichi permanenti (condizione 20: verifica s.l.u.) mm 3.67
 Freccia max. di un arco isolato con carichi permanenti + mobili (condiz 21: verifica s.l.u.) mm 8.34
 Freccia max. della struttura con trasverso: carichi permanenti + mobili (in corrispondenza del 4° arco) mm 7.20
 Coefficiente di ripartizione trasversale teorico (= rapporto tra il carico agente sull'arco più carico e quello agente sulla corsia più carica) **0.315**
 Momento flettente positivo massimo sul trasverso (in corrispondenza del 3° arco) kN.m 283.6
 Momento flettente negativo massimo sul trasverso (in corrispondenza del 9° arco) kN.m -33.3

Calcolo delle sollecitazioni resistenti del trasverso:

Componenti del trasverso	Descrizione sezioni			Aree ferri		Sollecitaz. resistenti	
	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B1 larghezza utile cm	A1 superiori cm2	A2 inferiori cm2	Vwd kN	Mrd kN.m
Trave centrale a T, con piattabanda = metà della soletta superiore	85.0	80.3	228	11.70	12.57	212.3	362.3
	85.0	80.3	28	11.70	12.57		-309.2

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Sovrappasso Fortezza (BZ)

**Coefficienti moltiplicativi delle azioni
per le diverse condizioni di carico impiegate**

cond. carico	gi1	gi2	gi3	gi4	q1	q3	dinamico
10, 20	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
21, 22, 23	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1
41	1	1	1	1	0	0	0
51, 52, 53	1	1	1	1	0.75	0	1
61, 62, 63	1	1	1	1	1	0	1
91, 92, 93, 94	1	1	1	1	0	0	0

DATI CONDIZIONE DI CARICO 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	103.9	40.8	1298.2	0.0	1298.2	510.4	-16.9	493.5
4	691.5	369.3	389.8	-11.9	377.9	236.3	-57.8	178.5
5	546.6	412.9	24.8	0.0	24.8	15.0	0.0	15.0
6	411.3	278.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	152.4	407.7	-119.1	-50.4	-169.5	-228.1	-91.5	-319.6
8	-28.1	-89.7	-350.6	-129.4	-480.0	-1121.3	0.0	-1121.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	135.7	
4	157.2	
5	206.6	
6	206.6	
7	157.2	
8	135.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	223.77	223.77	223.77	223.77	223.77	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-31.14	-62.29	-93.43	-124.58	
	T	(kN)	-553.50	-553.50	-553.50	-553.50	-553.50	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	553.50	524.50	497.39	472.16	448.82	
	M	(kN.m)	-124.58	58.73	69.30	-62.76	-307.37	
	T	(kN)	223.77	73.54	-52.61	-154.68	-232.67	
TRAVE 4	N	(kN)	485.44	474.07	463.32	453.20	443.70	
	M	(kN.m)	-352.70	-309.26	-275.59	-250.75	-233.81	
	T	(kN)	137.57	108.62	82.31	58.64	37.62	
TRAVE 5	N	(kN)	292.63	295.56	298.18	300.51	302.53	
	M	(kN.m)	-205.57	136.97	367.24	490.41	511.63	
	T	(kN)	320.31	228.44	140.69	57.07	-22.43	
TRAVE 6	N	(kN)	302.53	302.53	302.53	302.53	302.53	
	M	(kN.m)	511.63	436.18	269.32	16.21	-318.02	
	T	(kN)	-22.43	-97.61	-168.67	-235.62	-298.46	
TRAVE 7	N	(kN)	430.08	434.27	438.99	444.24	450.03	
	M	(kN.m)	-337.64	-343.45	-354.79	-372.38	-396.96	
	T	(kN)	-9.28	-23.90	-40.58	-59.31	-80.09	
TRAVE 8	N	(kN)	380.08	392.29	402.65	411.16	417.83	
	M	(kN.m)	-345.03	-77.45	86.89	124.01	9.92	
	T	(kN)	248.96	175.97	83.78	-27.59	-158.15	
TRAVE 9	N	(kN)	417.83	417.83	417.83	417.83	417.83	
	M	(kN.m)	9.92	9.92	9.91	9.91	9.91	
	T	(kN)	-158.15	-158.15	-158.15	-158.15	-158.15	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.05421		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.05425	X(3)= 0.01	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.34018	X(6)= -0.19	X(7)= 0.16
inizio trave 5	X(8)= 0.78937	X(9)= -0.94	X(10)= 0.84
inizio trave 6	X(11)= -0.07248	X(12)= -3.67	X(13)= 0.76
inizio trave 7	X(14)= -0.68329	X(15)= -0.69	X(16)= 0.69
inizio trave 8	X(17)= -0.10162	X(18)= -0.16	X(19)= 1.15
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 20 - Solo carichi permanenti, profilo dei carichi accidentali (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.608

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min. cm2
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-124.6	-7.0	-124.6	553.5	223.8	223.8	75.0	69.0	125.0	40.0	7.9	9.11	9.05	9.05	6.84	-381.8	498.4	1409.5	498.4	4.52
	2	58.7	-40.7	81.4	524.5	73.5	73.5	75.0	70.0	40.0	40.0	13.4	9.11	9.05	0.00	6.84	438.9	252.8	1033.2	252.8	6.48
	3	69.3	-43.4	83.7	497.4	-52.6	-52.6	75.0	69.2	40.0	40.0	13.1	9.11	9.05	0.00	6.84	426.1	-249.9	-1017.5	-249.9	6.40
	4	-64.3	-16.2	-142.4	472.2	-154.7	-154.7	75.0	69.0	125.0	41.5	9.1	16.93	9.05	6.02	6.84	-556.7	-498.4	-1376.2	-498.4	4.69
	5	-315.1	39.0	-360.0	448.8	-232.7	-208.6	75.0	69.0	125.0	49.0	10.3	24.76	7.09	4.47	6.84	-744.3	-498.4	-1552.6	-498.4	5.54
4	1	-352.7	36.2	-360.0	485.4	137.6	82.2	75.0	69.0	125.0	36.0	10.5	24.76	7.89	1.39	9.40	-786.1	429.1	987.0	429.1	5.63
	2	-309.3	28.7	-360.0	474.1	108.6	78.8	75.0	69.0	125.0	36.0	10.5	24.76	7.85	0.00	9.40	-782.7	342.6	901.8	342.6	5.63
	3	-275.6	23.0	-321.9	463.3	82.3	67.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.4	24.76	7.85	0.00	9.40	-779.5	342.6	900.6	342.6	5.63
	4	-250.7	18.8	-285.3	453.2	58.6	46.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.4	24.76	7.85	0.00	9.40	-776.5	342.6	899.5	342.6	5.63
	5	-233.8	16.2	-257.7	443.7	37.6	15.7	75.0	69.0	125.0	36.0	9.2	18.47	11.33	1.39	9.40	-618.7	429.1	981.9	429.1	5.60

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-205.6	24.8	-225.4	292.6	320.3	265.4	85.0	79.0	125.0	40.0	9.4	18.47	11.99	4.29	13.82	-669.9	843.9	1278.7	843.9	8.09
	2	137.0	-91.8	244.1	295.6	228.4	226.7	85.0	75.5	125.0	40.0	9.4	15.66	23.54	4.94	13.82	766.9	859.1	1245.6	859.1	6.62
	3	367.2	-168.6	430.5	298.2	140.7	140.7	85.0	76.0	125.0	40.0	11.0	11.09	31.73	2.81	13.82	996.3	730.0	1189.5	730.0	6.69
	4	490.4	-208.6	511.2	300.5	57.1	57.1	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1156.2	558.6	1077.4	558.6	6.76
	5	511.6	-214.6	514.9	302.5	-22.4	-22.4	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1090.8	-562.3	-1084.7	-562.3	6.81
6	1	511.6	-214.6	514.9	302.5	-22.4	-22.4	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1090.8	-562.3	-1084.7	-562.3	6.81
	2	436.2	-189.6	478.7	302.5	-97.6	-97.6	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1156.9	-558.6	-1077.6	-558.6	6.76
	3	269.3	-134.5	348.5	302.5	-168.7	-168.7	85.0	76.0	125.0	40.0	11.0	11.09	31.73	2.81	13.82	997.8	-730.0	-1190.0	-730.0	6.69
	4	16.2	-50.8	129.5	302.5	-235.6	-234.5	85.0	75.5	125.0	40.0	9.4	15.66	23.54	4.94	13.82	769.2	-859.1	-1246.4	-859.1	6.62
	5	-318.0	59.7	-336.5	302.5	-298.5	-263.1	85.0	79.0	125.0	40.0	9.5	18.47	11.99	4.29	13.82	-673.8	-843.9	-1279.9	-843.9	8.09
7	1	-337.6	42.0	-346.4	430.1	-9.3	5.6	75.0	69.0	125.0	36.0	9.2	18.47	11.33	1.39	9.40	-614.5	429.1	980.3	429.1	5.60
	2	-343.4	42.6	-359.7	434.3	-23.9	-15.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-770.8	-342.6	-897.4	-342.6	5.62
	3	-354.8	44.3	-379.4	439.0	-40.6	-29.9	75.0	69.0	125.0	36.0	10.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-772.2	-342.6	-897.9	-342.6	5.62
	4	-372.4	47.3	-401.2	444.2	-59.3	-37.8	75.0	69.0	125.0	36.0	10.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-773.8	-342.6	-898.5	-342.6	5.62
	5	-397.0	51.7	-401.2	450.0	-80.1	-40.1	75.0	69.0	125.0	36.0	10.4	24.76	7.89	1.39	9.40	-775.5	-429.1	-982.7	-429.1	5.62
8	1	-351.6	61.3	-401.2	380.1	249.0	225.6	75.0	69.0	125.0	49.0	10.1	24.76	7.09	4.47	6.84	-728.4	498.4	1539.3	498.4	5.54
	2	-78.7	-9.8	-166.4	392.3	176.0	176.0	75.0	69.0	125.0	41.5	8.7	16.93	9.05	6.02	6.84	-537.5	498.4	1361.0	498.4	4.69
	3	86.9	-51.1	116.9	402.6	83.8	83.8	75.0	69.2	40.0	40.0	12.2	9.11	9.05	0.00	6.84	390.4	249.9	1004.0	249.9	6.37
	4	124.0	-59.7	126.5	411.2	-27.6	-27.6	75.0	70.0	40.0	40.0	12.3	9.11	9.05	0.00	6.84	396.3	-252.8	-1016.8	-252.8	6.45
	5	9.9	-31.9	72.3	417.8	-158.2	-158.2	75.0	70.0	40.0	40.0	12.4	9.11	9.05	9.05	6.84	398.9	-505.6	-1400.6	-505.6	6.45

DATI CONDIZIONE DI CARICO 21 - Carichi stradali: q1a in mezzeria + spinte asimmm (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	103.9	40.8	1351.0	0.0	1351.0	563.2	-6.6	556.6
4	691.5	369.3	427.1	-4.7	422.5	273.6	-101.1	172.5
5	661.4	527.7	24.8	0.0	24.8	15.0	0.0	15.0
6	526.1	392.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	152.4	407.7	-119.1	-92.6	-211.7	-228.1	-182.6	-410.7
8	-28.1	-89.7	-350.6	-258.3	-608.9	-1121.3	0.0	-1121.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	127 575	446.2				
6	1	127 575	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	135.7	
4	157.2	
5	206.6	
6	206.6	
7	157.2	
8	135.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
13	47 495

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 21 - Carichi stradali: q1a in mezzeria + spinte asimmm (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	729.93	729.93	729.93	729.93	729.93	
	M	(kN.m)	-35.25	-35.25	-35.24	-35.24	-35.23	
	T	(kN)	174.00	174.00	174.00	174.00	174.00	
TRAVE 3	N	(kN)	729.93	700.93	673.82	648.59	625.25	
	M	(kN.m)	-35.23	81.68	17.21	-198.91	-536.98	
	T	(kN)	174.00	17.02	-116.20	-225.64	-311.30	
TRAVE 4	N	(kN)	667.05	656.63	646.57	636.89	627.57	
	M	(kN.m)	-596.27	-528.96	-471.71	-423.49	-383.28	
	T	(kN)	205.58	175.68	148.67	124.57	103.37	
TRAVE 5	N	(kN)	376.02	378.95	381.58	383.90	385.92	
	M	(kN.m)	-325.93	227.29	650.31	948.28	1049.82	
	T	(kN)	496.03	389.81	287.71	189.74	-31.69	
TRAVE 6	N	(kN)	433.42	433.42	433.42	433.42	433.42	
	M	(kN.m)	1049.82	870.90	506.10	37.09	-530.97	
	T	(kN)	-31.69	-248.79	-334.21	-415.51	-492.70	
TRAVE 7	N	(kN)	659.68	662.49	665.59	668.98	672.65	
	M	(kN.m)	-575.28	-597.65	-626.09	-661.40	-704.41	
	T	(kN)	-55.49	-71.48	-89.77	-110.37	-133.27	
TRAVE 8	N	(kN)	575.03	587.24	597.59	606.11	612.78	
	M	(kN.m)	-629.23	-224.90	61.74	211.50	205.23	
	T	(kN)	365.44	278.94	177.11	59.95	-72.54	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-72.54	-72.54	-72.54	-72.54	-72.54	
	M	(kN.m)	205.23	153.93	102.62	51.31	0.00	
	T	(kN)	-612.78	-612.78	-612.78	-612.78	-612.78	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.77021	X(6)= -0.27	X(7)= 0.06
inizio trave 5	X(8)= 1.52738	X(9)= -1.78	X(10)= 1.47
inizio trave 6	X(11)= -0.11338	X(12)= -7.18	X(13)= 1.37
inizio trave 7	X(14)= -1.36366	X(15)= -1.35	X(16)= 1.26
inizio trave 8	X(17)= -0.34750	X(18)= -0.21	X(19)= 2.29
inizio trave 9	X(20)= 0.06961	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.06961	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.06951		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 21 - Carichi stradali: q1a in mezzzeria + spinte asimmm (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.621 a destra: 0.45 x (g3) = 0.608
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increm. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.35 g2 = 1.35 g3 = 1.35

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico q2 = 1.000
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y9 = 0.315
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q1 = q3 = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 1.350 = 127.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 5.40, 6.60
 Carichi distribuiti q1k = 9 kN/m2 x 3m x 0.315 x 1.35 = 11.5 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x10.00 kN) x 1.35 / 11 archi = 47.5 kN/arco

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min. cm2
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-35.2	-24.7	-116.3	729.9	174.0	174.0	75.0	69.0	125.0	40.0	8.7	9.11	9.05	9.05	6.84	-425.4	498.4	1444.2	498.4	6.03
	2	81.7	-41.2	81.7	700.9	17.0	17.0	75.0	70.0	40.0	40.0	15.0	9.11	9.05	0.00	6.84	503.6	252.8	1058.7	252.8	6.54
	3	17.2	-32.1	60.6	673.8	-116.2	-116.2	75.0	69.2	40.0	40.0	14.7	9.11	9.05	0.00	6.84	491.1	-249.9	-1042.7	-249.9	6.45
	4	-201.0	1.2	-312.2	648.6	-225.6	-225.6	75.0	69.0	125.0	41.5	9.8	16.93	9.05	6.02	6.84	-598.6	-498.4	-1409.7	-498.4	4.69
	5	-547.8	56.4	-607.2	625.3	-311.3	-284.2	75.0	69.0	125.0	49.0	11.1	24.76	7.09	4.47	6.84	-784.5	-498.4	-1586.9	-498.4	5.54
4	1	-596.3	52.9	-607.2	667.0	205.6	148.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.89	1.39	9.40	-839.8	429.1	1009.0	429.1	5.65
	2	-529.0	44.1	-607.2	656.6	175.7	144.7	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-836.8	342.6	922.0	342.6	5.65
	3	-471.7	36.5	-549.2	646.6	148.7	133.3	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-833.8	342.6	920.9	342.6	5.64
	4	-423.5	30.0	-488.8	636.9	124.6	112.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.1	24.76	7.85	0.00	9.40	-831.0	342.6	919.8	342.6	5.64
	5	-383.3	24.6	-437.9	627.6	103.4	81.6	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	18.47	11.33	1.39	9.40	-674.8	429.1	1004.2	429.1	5.61

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	Area acc. min.
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	cm ²
5	1	-325.9	41.2	-356.6	376.0	496.0	432.7	85.0	79.0	125.0	40.0	9.8	18.47	11.99	4.29	13.82	-702.7	843.9	1289.0	843.9	8.10
	2	227.3	-105.4	415.2	379.0	389.8	387.8	85.0	75.5	125.0	40.0	9.7	15.66	23.54	4.94	13.82	795.1	859.1	1255.6	859.1	6.62
	3	650.3	-215.9	787.4	381.6	287.7	287.7	85.0	76.0	125.0	40.0	11.3	11.09	31.73	2.81	13.82	1023.7	730.0	1199.1	730.0	6.70
	4	948.3	-292.5	1036.1	383.9	189.7	189.7	85.0	76.5	125.0	40.0	12.4	8.55	37.37	0.00	13.82	1182.9	558.6	1086.1	558.6	6.77
	5	1049.8	-317.5	1056.3	385.9	-31.7	-31.7	85.0	77.0	125.0	40.0	12.3	4.52	34.72	0.00	13.82	1117.4	-562.3	-1093.4	-562.3	6.82
6	1	1049.8	-287.7	1056.3	433.4	-31.7	-31.7	85.0	77.0	125.0	40.0	12.5	4.52	34.72	0.00	13.82	1132.5	-562.3	-1098.3	-562.3	6.82
	2	870.9	-246.4	990.0	433.4	-248.8	-248.8	85.0	76.5	125.0	40.0	12.6	8.55	37.37	0.00	13.82	1198.6	-558.6	-1091.2	-558.6	6.78
	3	506.1	-162.2	668.7	433.4	-334.2	-334.2	85.0	76.0	125.0	40.0	11.5	11.09	31.73	2.81	13.82	1040.7	-730.0	-1205.0	-730.0	6.71
	4	37.1	-54.0	240.6	433.4	-415.5	-414.1	85.0	75.5	125.0	40.0	9.9	15.66	23.54	4.94	13.82	813.5	-859.1	-1262.2	-859.1	6.63
	5	-531.0	77.1	-561.4	433.4	-492.7	-449.0	85.0	79.0	125.0	40.0	10.0	18.47	11.99	4.29	13.82	-725.1	-843.9	-1296.0	-843.9	8.11
7	1	-575.3	50.7	-606.0	659.7	-55.5	-39.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.1	18.47	11.33	1.39	9.40	-684.5	-429.1	-1008.1	-429.1	5.62
	2	-597.7	53.7	-636.5	662.5	-71.5	-62.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-838.5	-342.6	-922.6	-342.6	5.65
	3	-626.1	57.6	-674.2	665.6	-89.8	-78.1	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-839.4	-342.6	-923.0	-342.6	5.65
	4	-661.4	62.4	-711.5	669.0	-110.4	-86.6	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-840.4	-342.6	-923.4	-342.6	5.65
	5	-704.4	68.2	-711.5	672.6	-133.3	-89.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.89	1.39	9.40	-841.4	-429.1	-1009.7	-429.1	5.65
8	1	-639.2	79.9	-711.5	575.0	365.4	335.8	75.0	69.0	125.0	49.0	10.9	24.76	7.09	4.47	6.84	-773.1	498.4	1577.1	498.4	5.54
	2	-226.8	8.8	-362.8	587.2	278.9	278.9	75.0	69.0	125.0	41.5	9.6	16.93	9.05	6.02	6.84	-584.1	498.4	1398.1	498.4	4.69
	3	61.7	-39.8	134.7	597.6	177.1	177.1	75.0	69.2	40.0	40.0	14.0	9.11	9.05	0.00	6.84	463.2	249.9	1031.8	249.9	6.43
	4	211.5	-64.4	228.5	606.1	60.0	60.0	75.0	70.0	40.0	40.0	14.1	9.11	9.05	0.00	6.84	469.1	252.8	1045.0	252.8	6.51
	5	205.2	-63.0	227.2	612.8	-72.5	-72.5	75.0	70.0	40.0	40.0	14.2	9.11	9.05	9.05	6.84	471.5	-505.6	-1439.4	-505.6	6.51

DATI CONDIZIONE DI CARICO 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + spinte asimmm (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	103.9	40.8	1351.0	0.0	1351.0	563.2	-24.7	538.5
4	772.7	450.5	427.1	-17.5	409.7	273.6	-112.3	161.3
5	661.4	527.7	24.8	0.0	24.8	15.0	0.0	15.0
6	411.3	278.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	152.4	407.7	-119.1	-104.2	-223.3	-228.1	-181.4	-409.5
8	-28.1	-89.7	-350.6	-256.5	-607.2	-1121.3	0.0	-1121.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	127 575	371.2	127 575	491.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	135.7	
4	157.2	
5	206.6	
6	206.6	
7	157.2	
8	135.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
10	46 170

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + spinte asimmm (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	744.51	744.51	744.51	744.51	744.51	
	M	(kN.m)	-55.25	-55.24	-55.24	-55.23	-55.23	
	T	(kN)	179.96	179.96	179.96	179.96	179.96	
TRAVE 3	N	(kN)	744.51	715.51	688.40	663.18	639.84	
	M	(kN.m)	-55.23	69.24	13.00	-193.53	-519.98	
	T	(kN)	179.96	23.24	-109.16	-217.25	-301.02	
TRAVE 4	N	(kN)	669.46	656.69	644.30	632.29	620.65	
	M	(kN.m)	-576.03	-502.79	-440.22	-387.30	-343.00	
	T	(kN)	223.19	191.57	162.85	137.01	114.07	
TRAVE 5	N	(kN)	409.42	412.35	414.97	417.30	419.32	
	M	(kN.m)	-282.84	270.91	694.45	980.20	980.21	
	T	(kN)	496.46	390.23	288.13	62.58	-158.84	
TRAVE 6	N	(kN)	419.32	419.32	419.32	419.32	419.32	
	M	(kN.m)	980.21	734.24	396.88	-26.75	-531.50	
	T	(kN)	-158.84	-234.02	-305.08	-372.03	-434.87	
TRAVE 7	N	(kN)	608.08	610.69	613.65	616.96	620.62	
	M	(kN.m)	-563.52	-574.90	-592.40	-616.81	-648.93	
	T	(kN)	-24.27	-40.47	-58.90	-79.58	-102.49	
TRAVE 8	N	(kN)	516.49	528.70	539.06	547.57	554.24	
	M	(kN.m)	-575.45	-189.70	78.56	210.08	185.63	
	T	(kN)	350.47	264.17	162.47	45.39	-87.07	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-87.07	-87.07	-87.07	-87.07	-87.07	
	M	(kN.m)	185.63	139.22	92.81	46.41	0.00	
	T	(kN)	-554.24	-554.24	-554.24	-554.24	-554.24	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.78786	X(6)= -0.27	X(7)= 0.23
inizio trave 5	X(8)= 1.49214	X(9)= -1.78	X(10)= 1.63
inizio trave 6	X(11)= -0.22426	X(12)= -6.70	X(13)= 1.53
inizio trave 7	X(14)= -1.20216	X(15)= -1.15	X(16)= 1.42
inizio trave 8	X(17)= -0.23520	X(18)= -0.20	X(19)= 2.27
inizio trave 9	X(20)= 0.04534	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.04534	X(21)= 0.02	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.04524		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 22 - Carichi stradali: taglio max sul giunto + spinte asim (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g₃ = 0.621 a destra: 0.45 x (g₃) = 0.608
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increm. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g₁ = 1.35 g₂ = 1.35 g₃ = 1.35

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico q₂ = 1.000
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y₉ = 0.315
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q₁ = q₃ = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q_{1k} da 300 kN x 0.315 x 1.350 = 127.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 4.65, 5.85
 Carichi distribuiti q_{1k} = 9 kN/m² x 3m x 0.315 x 1.35 = 11.5 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x6.00 kN) x 1.35 / 11 archi = 46.2 kN/arco

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min. cm ²
		M _{Ed}	e ₁ distanza da facc.	M _{Ed} + décalage	N _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed} - riduzione appoggi	H	Y	B ₅	B ₁	X ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-55.2	-22.1	-139.0	744.5	180.0	180.0	75.0	69.0	125.0	40.0	8.7	9.11	9.05	9.05	6.84	-429.0	498.4	1447.0	498.4	6.03
	2	69.2	-39.2	69.2	715.5	23.2	23.2	75.0	70.0	40.0	40.0	15.1	9.11	9.05	0.00	6.84	508.9	252.8	1060.8	252.8	6.54
	3	13.0	-31.4	53.2	688.4	-109.2	-109.2	75.0	69.2	40.0	40.0	14.8	9.11	9.05	0.00	6.84	496.4	-249.9	-1044.8	-249.9	6.46
	4	-195.7	-0.3	-302.8	663.2	-217.2	-217.2	75.0	69.0	125.0	41.5	9.9	16.93	9.05	6.02	6.84	-602.0	-498.4	-1412.5	-498.4	4.69
	5	-531.0	51.8	-587.9	639.8	-301.0	-274.8	75.0	69.0	125.0	49.0	11.1	24.76	7.09	4.47	6.84	-787.8	-498.4	-1589.7	-498.4	5.54
4	1	-576.0	49.6	-587.9	669.5	223.2	162.7	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.89	1.39	9.40	-840.5	429.1	1009.3	429.1	5.65
	2	-502.8	40.1	-587.9	656.7	191.6	159.0	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-836.8	342.6	922.0	342.6	5.65
	3	-440.2	31.8	-524.8	644.3	162.8	146.6	75.0	69.0	125.0	36.0	11.1	24.76	7.85	0.00	9.40	-833.1	342.6	920.6	342.6	5.64
	4	-387.3	24.8	-459.0	632.3	137.0	123.5	75.0	69.0	125.0	36.0	11.1	24.76	7.85	0.00	9.40	-829.6	342.6	919.3	342.6	5.64
	5	-343.0	18.8	-403.1	620.6	114.1	90.1	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	18.47	11.33	1.39	9.40	-672.7	429.1	1003.4	429.1	5.61

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-282.8	23.6	-313.6	409.4	496.5	433.1	85.0	79.0	125.0	40.0	9.9	18.47	11.99	4.29	13.82	-715.8	843.9	1293.1	843.9	8.11
	2	270.9	-111.1	459.0	412.3	390.2	388.3	85.0	75.5	125.0	40.0	9.9	15.66	23.54	4.94	13.82	806.4	859.1	1259.6	859.1	6.63
	3	694.5	-212.8	831.8	415.0	288.1	288.1	85.0	76.0	125.0	40.0	11.4	11.09	31.73	2.81	13.82	1034.6	730.0	1202.9	730.0	6.71
	4	980.2	-280.3	1002.3	417.3	62.6	62.6	85.0	76.5	125.0	40.0	12.5	8.55	37.37	0.00	13.82	1193.5	558.6	1089.5	558.6	6.78
	5	980.2	-279.2	1005.6	419.3	-158.8	-158.8	85.0	77.0	125.0	40.0	12.5	4.52	34.72	0.00	13.82	1128.0	-562.3	-1096.9	-562.3	6.82
6	1	980.2	-279.2	1005.6	419.3	-158.8	-158.8	85.0	77.0	125.0	40.0	12.5	4.52	34.72	0.00	13.82	1128.0	-562.3	-1096.9	-562.3	6.82
	2	734.2	-220.5	847.2	419.3	-234.0	-234.0	85.0	76.5	125.0	40.0	12.5	8.55	37.37	0.00	13.82	1194.1	-558.6	-1089.7	-558.6	6.78
	3	396.9	-140.1	546.1	419.3	-305.1	-305.1	85.0	76.0	125.0	40.0	11.4	11.09	31.73	2.81	13.82	1036.1	-730.0	-1203.4	-730.0	6.71
	4	-26.8	-39.1	-232.5	419.3	-372.0	-370.9	85.0	79.0	125.0	40.0	9.5	15.66	23.54	4.94	13.82	-639.6	-884.6	-1312.7	-884.6	8.09
	5	-531.5	81.3	-558.4	419.3	-434.9	-399.5	85.0	79.0	125.0	40.0	10.0	18.47	11.99	4.29	13.82	-719.6	-843.9	-1294.3	-843.9	8.11
7	1	-563.5	56.2	-579.8	608.1	-24.3	-7.7	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	18.47	11.33	1.39	9.40	-668.9	-429.1	-1001.8	-429.1	5.61
	2	-574.9	57.7	-599.4	610.7	-40.5	-31.0	75.0	69.0	125.0	36.0	11.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-823.3	-342.6	-916.9	-342.6	5.64
	3	-592.4	60.0	-626.1	613.6	-58.9	-47.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-824.1	-342.6	-917.2	-342.6	5.64
	4	-616.8	63.5	-654.4	617.0	-79.6	-55.9	75.0	69.0	125.0	36.0	11.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-825.1	-342.6	-917.6	-342.6	5.64
	5	-648.9	68.1	-654.4	620.6	-102.5	-58.5	75.0	69.0	125.0	36.0	11.0	24.76	7.89	1.39	9.40	-826.2	-429.1	-1003.4	-429.1	5.64
8	1	-584.4	81.9	-654.4	516.5	350.5	320.9	75.0	69.0	125.0	49.0	10.6	24.76	7.09	4.47	6.84	-759.8	498.4	1565.7	498.4	5.54
	2	-191.4	6.4	-320.7	528.7	264.2	264.2	75.0	69.0	125.0	41.5	9.3	16.93	9.05	6.02	6.84	-570.2	498.4	1386.9	498.4	4.69
	3	78.6	-44.1	144.7	539.1	162.5	162.5	75.0	69.2	40.0	40.0	13.5	9.11	9.05	0.00	6.84	441.6	249.9	1023.5	249.9	6.41
	4	210.1	-67.9	220.2	547.6	45.4	45.4	75.0	70.0	40.0	40.0	13.6	9.11	9.05	0.00	6.84	447.5	252.8	1036.5	252.8	6.49
	5	185.6	-63.0	214.4	554.2	-87.1	-87.1	75.0	70.0	40.0	40.0	13.7	9.11	9.05	9.05	6.84	450.0	-505.6	-1427.7	-505.6	6.49

DATI CONDIZIONE DI CARICO 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	103.9	40.8	1298.2	0.0	1298.2	510.4	-29.6	480.8
4	772.7	450.5	389.8	-20.9	368.9	236.3	-114.3	122.0
5	661.4	527.7	24.8	0.0	24.8	15.0	0.0	15.0
6	526.1	392.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	152.4	407.7	-119.1	-106.9	-226.1	-228.1	-171.0	-399.1
8	-28.1	-89.7	-350.6	-241.8	-592.4	-1121.3	0.0	-1121.3
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	127 575	57.2	127 575	177.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	135.7	
4	157.2	
5	206.6	
6	206.6	
7	157.2	
8	135.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm
10	47 827

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	830.07	830.07	830.07	830.07	830.07	
	M	(kN.m)	-42.57	-42.57	-42.57	-42.56	-42.56	
	T	(kN)	164.29	164.29	164.29	164.29	164.29	
TRAVE 3	N	(kN)	830.07	801.07	773.96	748.73	725.39	
	M	(kN.m)	-42.56	66.48	3.26	-201.65	-517.67	
	T	(kN)	164.29	14.25	-111.33	-212.45	-289.11	
TRAVE 4	N	(kN)	720.48	706.70	693.30	680.29	667.66	
	M	(kN.m)	-567.27	-469.12	-381.28	-302.72	-232.44	
	T	(kN)	293.16	262.56	234.84	210.01	188.06	
TRAVE 5	N	(kN)	390.91	393.83	396.46	398.79	400.81	
	M	(kN.m)	-146.36	419.93	690.18	776.69	743.31	
	T	(kN)	582.01	348.21	118.54	20.57	-73.28	
TRAVE 6	N	(kN)	400.81	400.81	400.81	400.81	400.81	
	M	(kN.m)	743.31	595.32	337.99	-23.54	-484.13	
	T	(kN)	-73.28	-162.81	-248.23	-329.53	-406.72	
TRAVE 7	N	(kN)	575.53	578.15	581.19	584.65	588.53	
	M	(kN.m)	-512.69	-521.85	-537.11	-559.25	-589.02	
	T	(kN)	-17.99	-34.17	-52.52	-73.05	-95.74	
TRAVE 8	N	(kN)	489.05	501.26	511.61	520.13	526.80	
	M	(kN.m)	-519.09	-154.23	94.78	208.16	166.12	
	T	(kN)	332.95	248.18	147.59	31.18	-101.07	
TRAVE 9	N	(kN)	526.80	526.80	526.80	526.80	526.80	
	M	(kN.m)	166.12	166.12	166.11	166.11	166.11	
	T	(kN)	-101.07	-101.07	-101.07	-101.07	-101.07	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.81492	X(6)= -0.31	X(7)= 0.28
inizio trave 5	X(8)= 1.40921	X(9)= -1.80	X(10)= 1.66
inizio trave 6	X(11)= -0.24923	X(12)= -5.77	X(13)= 1.56
inizio trave 7	X(14)= -1.02062	X(15)= -0.98	X(16)= 1.46
inizio trave 8	X(17)= -0.14272	X(18)= -0.20	X(19)= 2.14
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 23 - Carichi stradali: taglio max su incastro del tetto (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g₃ = 0.621 a destra: 0.45 x (g₃) = 0.608
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increm. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g₁ = 1.35 g₂ = 1.35 g₃ = 1.35

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico q₂ = 1.000
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi Y₉ = 0.315
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili q₁ = q₃ = 1.35
 Carico 'tandem' di 2 forze Q_{1k} da 300 kN x 0.315 x 1.350 = 127.6 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.51, 2.71
 Carichi distribuiti q_{1k} = 9 kN/m² x 3m x 0.315 x 1.35 = 11.5 kN/m/arco
 Frenata: (60% di 600kN + 10% di 9x3x11.00 kN) x 1.35 / 11 archi = 47.8 kN/arco

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		M _{Ed}	e ₁ distanza da facc.	M _{Ed} + décalage	N _{Ed}	V _{Ed}	V _{Ed} - riduzione appoggi	H	Y	B ₅	B ₁	X ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-42.6	-24.4	-119.1	830.1	164.3	164.3	75.0	69.0	125.0	40.0	9.1	9.11	9.05	9.05	6.84	-449.8	498.4	1463.9	498.4	6.03
	2	66.5	-37.8	66.5	801.1	14.3	14.3	75.0	70.0	40.0	40.0	15.9	9.11	9.05	0.00	6.84	539.5	252.8	1073.2	252.8	6.57
	3	3.3	-29.9	45.1	774.0	-111.3	-111.3	75.0	69.2	40.0	40.0	15.6	9.11	9.05	0.00	6.84	527.2	-249.9	-1057.1	-249.9	6.48
	4	-204.1	-2.6	-308.0	748.7	-212.4	-212.4	75.0	69.0	125.0	41.5	10.2	16.93	9.05	6.02	6.84	-621.9	-498.4	-1428.7	-498.4	4.69
	5	-530.2	41.9	-582.8	725.4	-289.1	-265.7	75.0	69.0	125.0	49.0	11.5	24.76	7.09	4.47	6.84	-806.8	-498.4	-1606.3	-498.4	5.54
4	1	-567.3	42.2	-582.8	720.5	293.2	234.5	75.0	69.0	125.0	36.0	11.4	24.76	7.89	1.39	9.40	-855.4	429.1	1015.5	429.1	5.65
	2	-469.1	29.9	-582.8	706.7	262.6	231.0	75.0	69.0	125.0	36.0	11.4	24.76	7.85	0.00	9.40	-851.4	342.6	927.5	342.6	5.65
	3	-381.3	18.5	-499.1	693.3	234.8	219.1	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-847.5	342.6	926.1	342.6	5.65
	4	-302.7	8.0	-408.1	680.3	210.0	197.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-843.7	342.6	924.6	342.6	5.65
	5	-232.4	-1.7	-326.7	667.7	188.1	165.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.1	18.47	11.33	1.39	9.40	-686.9	429.1	1009.1	429.1	5.62

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-146.4	-8.0	-182.4	390.9	582.0	437.3	85.0	79.0	125.0	40.0	9.9	18.47	11.99	4.29	13.82	-708.5	843.9	1290.8	843.9	8.10
	2	419.9	-152.1	580.3	393.8	348.2	346.2	85.0	75.5	125.0	40.0	9.8	15.66	23.54	4.94	13.82	800.1	859.1	1257.4	859.1	6.62
	3	690.2	-219.5	740.5	396.5	118.5	118.5	85.0	76.0	125.0	40.0	11.3	11.09	31.73	2.81	13.82	1028.6	730.0	1200.8	730.0	6.70
	4	776.7	-240.2	777.1	398.8	20.6	20.6	85.0	76.5	125.0	40.0	12.5	8.55	37.37	0.00	13.82	1187.6	558.6	1087.6	558.6	6.77
	5	743.3	-230.9	771.4	400.8	-73.3	-73.3	85.0	77.0	125.0	40.0	12.4	4.52	34.72	0.00	13.82	1122.1	-562.3	-1094.9	-562.3	6.82
6	1	743.3	-230.9	771.4	400.8	-73.3	-73.3	85.0	77.0	125.0	40.0	12.4	4.52	34.72	0.00	13.82	1122.1	-562.3	-1094.9	-562.3	6.82
	2	595.3	-194.0	670.0	400.8	-162.8	-162.8	85.0	76.5	125.0	40.0	12.5	8.55	37.37	0.00	13.82	1188.2	-558.6	-1087.8	-558.6	6.77
	3	338.0	-129.8	456.5	400.8	-248.2	-248.2	85.0	76.0	125.0	40.0	11.4	11.09	31.73	2.81	13.82	1030.0	-730.0	-1201.3	-730.0	6.70
	4	-23.5	-39.6	-208.2	400.8	-329.5	-328.2	85.0	79.0	125.0	40.0	9.4	15.66	23.54	4.94	13.82	-632.4	-884.6	-1310.4	-884.6	8.09
	5	-484.1	75.3	-509.3	400.8	-406.7	-363.0	85.0	79.0	125.0	40.0	9.9	18.47	11.99	4.29	13.82	-712.4	-843.9	-1292.0	-843.9	8.11
7	1	-512.7	52.6	-526.0	575.5	-18.0	-1.3	75.0	69.0	125.0	36.0	9.7	18.47	11.33	1.39	9.40	-659.0	-429.1	-997.9	-429.1	5.61
	2	-521.8	53.8	-543.4	578.2	-34.2	-24.7	75.0	69.0	125.0	36.0	10.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-813.7	-342.6	-913.3	-342.6	5.64
	3	-537.1	55.9	-567.8	581.2	-52.5	-40.9	75.0	69.0	125.0	36.0	10.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-814.6	-342.6	-913.6	-342.6	5.64
	4	-559.2	59.2	-594.1	584.7	-73.0	-49.6	75.0	69.0	125.0	36.0	10.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-815.6	-342.6	-914.0	-342.6	5.64
	5	-589.0	63.6	-594.1	588.5	-95.7	-52.2	75.0	69.0	125.0	36.0	10.9	24.76	7.89	1.39	9.40	-816.7	-429.1	-999.5	-429.1	5.64
8	1	-527.5	76.6	-594.1	489.1	332.9	304.1	75.0	69.0	125.0	49.0	10.5	24.76	7.09	4.47	6.84	-753.6	498.4	1560.4	498.4	5.54
	2	-155.8	1.3	-277.7	501.3	248.2	248.2	75.0	69.0	125.0	41.5	9.2	16.93	9.05	6.02	6.84	-563.7	498.4	1381.7	498.4	4.69
	3	94.8	-48.0	154.1	511.6	147.6	147.6	75.0	69.2	40.0	40.0	13.2	9.11	9.05	0.00	6.84	431.4	249.9	1019.5	249.9	6.41
	4	208.2	-69.5	211.6	520.1	31.2	31.2	75.0	70.0	40.0	40.0	13.4	9.11	9.05	0.00	6.84	437.3	252.8	1032.6	252.8	6.48
	5	166.1	-61.0	201.5	526.8	-101.1	-101.1	75.0	70.0	40.0	40.0	13.4	9.11	9.05	9.05	6.84	439.8	-505.6	-1422.3	-505.6	6.49

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

VERIFICA SEZIONI a stato limite ultimo Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 10, 20, 21, 22, 23

Coefficiente di ripartizione trasversale per i carichi mobili: 0.315 'Cal

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni esterne					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.	
			MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentr.	VRsd	VRcd		VRd
			kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN		kN
3	1	21dx	205.2	-63.0	227.2	612.8	-72.5	-72.5	75.0	70.0	40.0	40.0	14.2	9.11	9.05	9.05	6.84	471.5	-505.6	-1439.4	-505.6	6.51
		10sx	-124.6	-7.0	-124.6	553.5	223.8	223.8	75.0	69.0	125.0	40.0	7.9	9.11	9.05	9.05	6.84	-381.8	498.4	1409.5	498.4	4.52
		10sx	-124.6	-7.0	-124.6	553.5	223.8	223.8	75.0	69.0	125.0	40.0	7.9	9.11	9.05	9.05	6.84	-381.8	498.4	1409.5	498.4	4.52
3	2	22dx	210.1	-67.9	220.2	547.6	45.4	45.4	75.0	70.0	40.0	40.0	13.6	9.11	9.05	0.00	6.84	447.5	252.8	1036.5	252.8	6.49
		10sx	58.7	-40.7	81.4	524.5	73.5	73.5	75.0	70.0	40.0	40.0	13.4	9.11	9.05	0.00	6.84	438.9	252.8	1033.2	252.8	6.48
3	3	23dx	94.8	-48.0	154.1	511.6	147.6	147.6	75.0	69.2	40.0	40.0	13.2	9.11	9.05	0.00	6.84	431.4	249.9	1019.5	249.9	6.41
		21dx	61.7	-39.8	134.7	597.6	177.1	177.1	75.0	69.2	40.0	40.0	14.0	9.11	9.05	0.00	6.84	463.2	249.9	1031.8	249.9	6.43
3	4	21dx	-226.8	8.8	-362.8	587.2	278.9	278.9	75.0	69.0	125.0	41.5	9.6	16.93	9.05	6.02	6.84	-584.1	498.4	1398.1	498.4	4.69
		21dx	-226.8	8.8	-362.8	587.2	278.9	278.9	75.0	69.0	125.0	41.5	9.6	16.93	9.05	6.02	6.84	-584.1	498.4	1398.1	498.4	4.69
3	5	21dx	-639.2	79.9	-711.5	575.0	365.4	335.8	75.0	69.0	125.0	49.0	10.9	24.76	7.09	4.47	6.84	-773.1	498.4	1577.1	498.4	5.54
		21dx	-639.2	79.9	-711.5	575.0	365.4	335.8	75.0	69.0	125.0	49.0	10.9	24.76	7.09	4.47	6.84	-773.1	498.4	1577.1	498.4	5.54
4	1	21dx	-704.4	68.2	-711.5	672.6	-133.3	-89.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.89	1.39	9.40	-841.4	-429.1	-1009.7	-429.1	5.65
		23sx	-567.3	42.2	-582.8	720.5	293.2	234.5	75.0	69.0	125.0	36.0	11.4	24.76	7.89	1.39	9.40	-855.4	429.1	1015.5	429.1	5.65
4	2	21dx	-661.4	62.4	-711.5	669.0	-110.4	-86.6	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-840.4	-342.6	-923.4	-342.6	5.65
		23sx	-469.1	29.9	-582.8	706.7	262.6	231.0	75.0	69.0	125.0	36.0	11.4	24.76	7.85	0.00	9.40	-851.4	342.6	927.5	342.6	5.65
4	3	21dx	-626.1	57.6	-674.2	665.6	-89.8	-78.1	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-839.4	-342.6	-923.0	-342.6	5.65
		23sx	-381.3	18.5	-499.1	693.3	234.8	219.1	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-847.5	342.6	926.1	342.6	5.65
4	4	21dx	-597.7	53.7	-636.5	662.5	-71.5	-62.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-838.5	-342.6	-922.6	-342.6	5.65
		23sx	-302.7	8.0	-408.1	680.3	210.0	197.2	75.0	69.0	125.0	36.0	11.3	24.76	7.85	0.00	9.40	-843.7	342.6	924.6	342.6	5.65
4	5	21dx	-575.3	50.7	-606.0	659.7	-55.5	-39.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.1	18.47	11.33	1.39	9.40	-684.5	-429.1	-1008.1	-429.1	5.62
		23sx	-232.4	-1.7	-326.7	667.7	188.1	165.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.1	18.47	11.33	1.39	9.40	-686.9	429.1	1009.1	429.1	5.62

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni esterne					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.	
			MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentr.	VRsd	VRcd		VRd
			kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN		kN
5	1																					
		22dx	-531.5	81.3	-558.4	419.3	-434.9	-399.5	85.0	79.0	125.0	40.0	10.0	18.47	11.99	4.29	13.82	-719.6	-843.9	-1294.3	-843.9	8.11
		21dx	-531.0	77.1	-561.4	433.4	-492.7	-449.0	85.0	79.0	125.0	40.0	10.0	18.47	11.99	4.29	13.82	-725.1	-843.9	-1296.0	-843.9	8.11
5	2	23sx	419.9	-152.1	580.3	393.8	348.2	346.2	85.0	75.5	125.0	40.0	9.8	15.66	23.54	4.94	13.82	800.1	859.1	1257.4	859.1	6.62
		22dx	-26.8	-39.1	-232.5	419.3	-372.0	-370.9	85.0	79.0	125.0	40.0	9.5	15.66	23.54	4.94	13.82	-639.6	-884.6	-1312.7	-884.6	8.09
		21dx	37.1	-54.0	240.6	433.4	-415.5	-414.1	85.0	75.5	125.0	40.0	9.9	15.66	23.54	4.94	13.82	813.5	-859.1	-1262.2	-859.1	6.63
5	3	22sx	694.5	-212.8	831.8	415.0	288.1	288.1	85.0	76.0	125.0	40.0	11.4	11.09	31.73	2.81	13.82	1034.6	730.0	1202.9	730.0	6.71
		21dx	506.1	-162.2	668.7	433.4	-334.2	-334.2	85.0	76.0	125.0	40.0	11.5	11.09	31.73	2.81	13.82	1040.7	-730.0	-1205.0	-730.0	6.71
5	4	21sx	948.3	-292.5	1036.1	383.9	189.7	189.7	85.0	76.5	125.0	40.0	12.4	8.55	37.37	0.00	13.82	1182.9	558.6	1086.1	558.6	6.77
		21dx	870.9	-246.4	990.0	433.4	-248.8	-248.8	85.0	76.5	125.0	40.0	12.6	8.55	37.37	0.00	13.82	1198.6	-558.6	-1091.2	-558.6	6.78
5	5	21sx	1049.8	-317.5	1056.3	385.9	-31.7	-31.7	85.0	77.0	125.0	40.0	12.3	4.52	34.72	0.00	13.82	1117.4	-562.3	-1093.4	-562.3	6.82
		22sx	980.2	-279.2	1005.6	419.3	-158.8	-158.8	85.0	77.0	125.0	40.0	12.5	4.52	34.72	0.00	13.82	1128.0	-562.3	-1096.9	-562.3	6.82

DATI CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	961.6	0.0	961.6	378.1	-12.5	365.6
4	512.3	273.5	288.7	-8.8	279.9	175.0	-42.8	132.2
5	404.9	305.9	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	304.7	206.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-37.3	-125.6	-169.0	-67.8	-236.7
8	-20.8	-66.4	-259.7	-95.9	-355.6	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 41 - S.I.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	165.76	165.76	165.76	165.76	165.76	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-23.07	-46.14	-69.21	-92.28	
	T	(kN)	-410.00	-410.00	-410.00	-410.00	-410.00	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	410.00	388.52	368.43	349.75	332.46	
	M	(kN.m)	-92.28	43.50	51.34	-46.49	-227.68	
	T	(kN)	165.76	54.47	-38.97	-114.58	-172.35	
TRAVE 4	N	(kN)	359.58	351.16	343.20	335.70	328.67	
	M	(kN.m)	-261.26	-229.08	-204.14	-185.74	-173.19	
	T	(kN)	101.90	80.46	60.97	43.44	27.87	
TRAVE 5	N	(kN)	216.76	218.93	220.88	222.60	224.10	
	M	(kN.m)	-152.27	101.46	272.03	363.26	378.98	
	T	(kN)	237.26	169.21	104.21	42.27	-16.61	
TRAVE 6	N	(kN)	224.10	224.10	224.10	224.10	224.10	
	M	(kN.m)	378.98	323.09	199.50	12.01	-235.57	
	T	(kN)	-16.61	-72.30	-124.94	-174.54	-221.08	
TRAVE 7	N	(kN)	318.58	321.68	325.18	329.07	333.36	
	M	(kN.m)	-250.11	-254.41	-262.80	-275.84	-294.05	
	T	(kN)	-6.88	-17.71	-30.06	-43.93	-59.32	
TRAVE 8	N	(kN)	281.54	290.58	298.26	304.56	309.50	
	M	(kN.m)	-255.58	-57.37	64.36	91.86	7.35	
	T	(kN)	184.41	130.35	62.06	-20.44	-117.15	
TRAVE 9	N	(kN)	309.50	309.50	309.50	309.50	309.50	
	M	(kN.m)	7.35	7.35	7.34	7.34	7.34	
	T	(kN)	-117.15	-117.15	-117.15	-117.15	-117.15	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.04016		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.04019	X(3)= 0.01	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.25198	X(6)= -0.14	X(7)= 0.12
inizio trave 5	X(8)= 0.58472	X(9)= -0.70	X(10)= 0.62
inizio trave 6	X(11)= -0.05369	X(12)= -2.72	X(13)= 0.57
inizio trave 7	X(14)= -0.50614	X(15)= -0.51	X(16)= 0.51
inizio trave 8	X(17)= -0.07527	X(18)= -0.12	X(19)= 0.85
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 41 - S.l.e. combinaz. quasi permanente: profilo massimo ammissibile

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Nessuno

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm ²	A2 interni cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	41	-92.3	-7.0	28.7	410.0	165.8	75.0	69.0	125.0	40.0	37.5	9.11	9.05	9.05	6.84	12.9	2.5	0.69	-	-	0.0000
	2	41	43.5	-40.7	158.1	388.5	54.5	75.0	70.0	40.0	40.0	95.8	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.9	1.8	0.26	-	-	0.0000
	3	41	51.3	-43.4	160.1	368.4	-39.0	75.0	69.2	40.0	40.0	85.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.2	1.9	-0.18	-	-	0.0000
	4	41	-46.5	-16.2	56.7	349.7	-114.6	75.0	69.0	125.0	41.5	69.4	16.93	9.05	6.02	6.84	-0.1	1.5	-0.52	-	-	0.0000
	5	41	-227.7	39.0	-129.6	332.5	-172.3	75.0	69.0	125.0	49.0	17.6	24.76	7.09	4.47	6.84	93.6	5.3	-0.55	-	-	0.0566
4	1	41	-261.3	36.2	-130.1	359.6	101.9	75.0	69.0	125.0	36.0	18.0	24.76	7.89	1.39	9.40	94.8	5.6	0.44	-	-	0.0000
	2	41	-229.1	28.7	-100.9	351.2	80.5	75.0	69.0	125.0	36.0	19.1	24.76	7.85	0.00	9.40	76.6	4.9	0.35	-	-	0.0000
	3	41	-204.1	23.0	-78.9	343.2	61.0	75.0	69.0	125.0	36.0	20.2	24.76	7.85	0.00	9.40	62.9	4.4	0.27	-	-	0.0000
	4	41	-185.7	18.8	-63.2	335.7	43.4	75.0	69.0	125.0	36.0	21.3	24.76	7.85	0.00	9.40	53.1	4.0	0.19	-	-	0.0000
	5	41	-173.2	16.2	-53.3	328.7	27.9	75.0	69.0	125.0	36.0	19.2	18.47	11.33	1.39	9.40	61.1	3.9	0.12	-	-	0.0000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	41	-152.3	24.8	-53.8	216.8	237.3	85.0	79.0	125.0	40.0	19.6	18.47	11.99	4.29	13.82	49.0	2.7	0.81	-	-	0.0000
	2	41	101.5	-91.8	200.9	218.9	169.2	85.0	75.5	125.0	40.0	25.1	15.66	23.54	4.94	13.82	20.2	1.7	0.63	-	-	0.0000
	3	41	272.0	-168.6	372.4	220.9	104.2	85.0	76.0	125.0	40.0	17.5	11.09	31.73	2.81	13.82	88.7	4.4	0.37	-	-	0.0000
	4	41	363.3	-208.6	464.4	222.6	42.3	85.0	76.5	125.0	40.0	17.8	8.55	37.37	0.00	13.82	109.3	5.5	0.15	-	-	0.0000
	5	41	379.0	-214.6	480.8	224.1	-16.6	85.0	77.0	125.0	40.0	17.3	4.52	34.72	0.00	13.82	122.6	5.9	-0.06	-	-	0.0000
6	1	41	379.0	-214.6	480.8	224.1	-16.6	85.0	77.0	125.0	40.0	17.3	4.52	34.72	0.00	13.82	122.6	5.9	-0.06	-	-	0.0000
	2	41	323.1	-189.6	424.9	224.1	-72.3	85.0	76.5	125.0	40.0	18.2	8.55	37.37	0.00	13.82	94.2	4.9	-0.26	-	-	0.0000
	3	41	199.5	-134.5	301.3	224.1	-124.9	85.0	76.0	125.0	40.0	19.3	11.09	31.73	2.81	13.82	56.7	3.2	-0.45	-	-	0.0000
	4	41	12.0	-50.8	113.8	224.1	-174.5	85.0	75.5	125.0	40.0	192.9	15.66	23.54	4.94	13.82	-1.6	0.4	-0.68	-	-	0.0000
	5	41	-235.6	59.7	-133.7	224.1	-221.1	85.0	79.0	125.0	40.0	15.6	18.47	11.99	4.29	13.82	106.1	4.3	-0.75	-	-	0.0000
7	1	41	-250.1	42.0	-133.9	318.6	-6.9	75.0	69.0	125.0	36.0	15.0	18.47	11.33	1.39	9.40	126.0	5.8	-0.03	-	-	0.0000
	2	41	-254.4	42.6	-137.0	321.7	-17.7	75.0	69.0	125.0	36.0	17.3	24.76	7.85	0.00	9.40	97.5	5.4	-0.08	-	-	0.0000
	3	41	-262.8	44.3	-144.2	325.2	-30.1	75.0	69.0	125.0	36.0	17.1	24.76	7.85	0.00	9.40	102.0	5.6	-0.13	-	-	0.0000
	4	41	-275.8	47.3	-155.8	329.1	-43.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.9	24.76	7.85	0.00	9.40	109.3	5.9	-0.19	-	-	0.0000
	5	41	-294.0	51.7	-172.4	333.4	-59.3	75.0	69.0	125.0	36.0	16.5	24.76	7.89	1.39	9.40	119.8	6.3	-0.26	-	-	0.0000
8	1	41	-255.6	61.3	-172.5	281.5	184.4	75.0	69.0	125.0	49.0	15.8	24.76	7.09	4.47	6.84	117.9	5.9	0.59	-	-	0.0866
	2	41	-57.4	-9.8	28.4	290.6	130.3	75.0	69.0	125.0	41.5	48.2	16.93	9.05	6.02	6.84	4.0	1.5	0.54	-	-	0.0000
	3	41	64.4	-51.1	152.4	298.3	62.1	75.0	69.2	40.0	40.0	70.5	9.11	9.05	0.00	6.84	-0.2	2.0	0.29	-	-	0.0000
	4	41	91.9	-59.7	181.7	304.6	-20.4	75.0	70.0	40.0	40.0	50.7	9.11	9.05	0.00	6.84	6.7	2.9	-0.10	-	-	0.0000
	5	41	7.3	-31.9	98.7	309.5	-117.2	75.0	70.0	40.0	40.0	300.6	9.11	9.05	9.05	6.84	-4.1	0.9	-0.55	-	-	0.0000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 51 - S.l.e. combinaz. frequente: q1a in mezzeria + spinte asim.

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	990.9	0.0	990.9	407.4	19.5	427.0
4	512.3	273.5	309.5	13.8	323.3	195.8	-47.0	148.8
5	468.6	369.7	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	368.5	269.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-39.5	-127.8	-169.0	-97.8	-266.8
8	-20.8	-66.4	-259.7	-138.4	-398.1	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	70 875	446.2				
6	1	70 875	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 51 - S.l.e. combinaz. frequente: q1a in mezzeria + spinte asim.

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	512.38	512.38	512.38	512.38	512.38	
	M	(kN.m)	-24.92	-24.92	-24.91	-24.91	-24.91	
	T	(kN)	134.40	134.40	134.40	134.40	134.40	
TRAVE 3	N	(kN)	512.38	490.90	470.82	452.13	434.84	
	M	(kN.m)	-24.91	69.19	29.54	-122.74	-366.56	
	T	(kN)	134.40	18.97	-79.58	-161.25	-226.05	
TRAVE 4	N	(kN)	471.11	463.69	456.59	449.82	443.37	
	M	(kN.m)	-410.40	-366.62	-330.41	-301.02	-277.72	
	T	(kN)	135.22	112.78	92.43	74.17	58.01	
TRAVE 5	N	(kN)	277.04	279.20	281.15	282.87	284.37	
	M	(kN.m)	-242.19	134.05	417.16	610.97	676.76	
	T	(kN)	339.26	263.23	190.26	120.34	-17.39	
TRAVE 6	N	(kN)	284.37	284.37	284.37	284.37	284.37	
	M	(kN.m)	676.76	568.85	340.74	38.76	-333.27	
	T	(kN)	-17.39	-151.93	-212.54	-270.11	-324.63	
TRAVE 7	N	(kN)	434.66	437.53	440.65	444.02	447.65	
	M	(kN.m)	-362.78	-378.06	-397.55	-421.84	-451.51	
	T	(kN)	-37.84	-48.90	-61.63	-76.03	-92.08	
TRAVE 8	N	(kN)	385.48	394.52	402.20	408.50	413.44	
	M	(kN.m)	-402.16	-136.19	48.53	135.84	109.55	
	T	(kN)	240.96	182.44	110.97	26.56	-70.79	
TRAVE 9	N	(kN)	413.44	413.44	413.44	413.44	413.44	
	M	(kN.m)	109.55	109.55	109.54	109.54	109.54	
	T	(kN)	-70.79	-70.79	-70.79	-70.79	-70.79	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.44355	X(6)= -0.19	X(7)= -0.18
inizio trave 5	X(8)= 0.97691	X(9)= -1.13	X(10)= 0.68
inizio trave 6	X(11)= -0.05772	X(12)= -4.66	X(13)= 0.61
inizio trave 7	X(14)= -0.89468	X(15)= -0.92	X(16)= 0.54
inizio trave 8	X(17)= -0.24959	X(18)= -0.16	X(19)= 1.23
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 51 - S.l.e. combinaz. frequente: q1a in mezzzeria + spinte asimm.

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_1 = 0.750$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 0.750 = 70.9 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 5.40, 6.60
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 0.75 = 6.4 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm ²	A2 interni cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	51	-24.9	-24.6	126.3	512.4	134.4	75.0	69.0	125.0	40.0	139.4	9.11	9.05	9.05	6.84	-4.8	1.6	0.63	-	-	0.0000
	2	51	69.2	-43.6	214.0	490.9	19.0	75.0	70.0	40.0	40.0	85.2	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.7	2.5	0.09	-	-	0.0000
	3	51	29.5	-35.8	168.5	470.8	-79.6	75.0	69.2	40.0	40.0	136.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-5.1	1.7	-0.38	-	-	0.0000
	4	51	-122.7	-2.4	10.7	452.1	-161.3	75.0	69.0	125.0	41.5	31.5	16.93	9.05	6.02	6.84	23.3	3.3	-0.63	-	-	0.0000
	5	51	-366.6	54.8	-238.2	434.8	-226.0	75.0	69.0	125.0	49.0	16.2	24.76	7.09	4.47	6.84	164.7	8.4	-0.72	-	-	0.1498
4	1	51	-410.4	50.6	-238.5	471.1	135.2	75.0	69.0	125.0	36.0	16.6	24.76	7.89	1.39	9.40	166.1	8.8	0.59	-	-	0.1230
	2	51	-366.6	42.6	-197.4	463.7	112.8	75.0	69.0	125.0	36.0	17.3	24.76	7.85	0.00	9.40	140.5	7.8	0.49	-	-	0.0866
	3	51	-330.4	35.9	-163.8	456.6	92.4	75.0	69.0	125.0	36.0	18.0	24.76	7.85	0.00	9.40	119.6	7.1	0.40	-	-	0.0000
	4	51	-301.0	30.4	-136.9	449.8	74.2	75.0	69.0	125.0	36.0	18.8	24.76	7.85	0.00	9.40	102.8	6.4	0.32	-	-	0.0000
	5	51	-277.7	26.1	-115.9	443.4	58.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.9	18.47	11.33	1.39	9.40	118.0	6.4	0.25	-	-	0.0000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm ²	interni cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	51	-242.2	42.0	-116.3	277.0	339.3	85.0	79.0	125.0	40.0	17.0	18.47	11.99	4.29	13.82	96.2	4.4	1.15	-	-	0.0000
	2	51	134.0	-93.5	260.9	279.2	263.2	85.0	75.5	125.0	40.0	24.2	15.66	23.54	4.94	13.82	28.3	2.2	0.97	-	-	0.0000
	3	51	417.2	-193.8	544.9	281.1	190.3	85.0	76.0	125.0	40.0	16.7	11.09	31.73	2.81	13.82	144.0	6.8	0.68	-	-	0.0820
	4	51	611.0	-261.4	739.5	282.9	120.3	85.0	76.5	125.0	40.0	17.0	8.55	37.37	0.00	13.82	194.6	9.2	0.42	-	-	0.1905
	5	51	676.8	-283.4	806.0	284.4	-17.4	85.0	77.0	125.0	40.0	16.4	4.52	34.72	0.00	13.82	233.5	10.5	-0.06	-	-	0.2647
6	1	51	676.8	-283.4	806.0	284.4	-17.4	85.0	77.0	125.0	40.0	16.4	4.52	34.72	0.00	13.82	233.5	10.5	-0.06	-	-	0.2647
	2	51	568.8	-245.5	698.1	284.4	-151.9	85.0	76.5	125.0	40.0	17.2	8.55	37.37	0.00	13.82	178.7	8.6	-0.54	-	-	0.1675
	3	51	340.7	-165.3	470.0	284.4	-212.5	85.0	76.0	125.0	40.0	17.6	11.09	31.73	2.81	13.82	110.1	5.5	-0.76	-	-	0.0000
	4	51	38.8	-59.1	168.0	284.4	-270.1	85.0	75.5	125.0	40.0	102.0	15.66	23.54	4.94	13.82	-1.1	0.7	-1.05	-	-	0.0000
	5	51	-333.3	71.8	-204.0	284.4	-324.6	85.0	79.0	125.0	40.0	14.9	18.47	11.99	4.29	13.82	159.2	6.2	-1.10	-	-	0.0000
7	1	51	-362.8	47.0	-204.2	434.7	-37.8	75.0	69.0	125.0	36.0	14.6	18.47	11.33	1.39	9.40	189.6	8.5	-0.16	-	-	0.1330
	2	51	-378.1	49.9	-218.4	437.5	-48.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.6	24.76	7.85	0.00	9.40	152.3	8.1	-0.21	-	-	0.1020
	3	51	-397.6	53.7	-236.8	440.7	-61.6	75.0	69.0	125.0	36.0	16.4	24.76	7.85	0.00	9.40	163.8	8.5	-0.27	-	-	0.1182
	4	51	-421.8	58.5	-259.8	444.0	-76.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.0	24.76	7.85	0.00	9.40	178.2	9.0	-0.33	-	-	0.1377
	5	51	-451.5	64.4	-288.2	447.7	-92.1	75.0	69.0	125.0	36.0	15.7	24.76	7.89	1.39	9.40	195.8	9.6	-0.40	-	-	0.1607
8	1	51	-402.2	74.8	-288.4	385.5	241.0	75.0	69.0	125.0	49.0	15.2	24.76	7.09	4.47	6.84	193.6	9.1	0.77	-	-	0.1808
	2	51	-136.2	5.0	-19.8	394.5	182.4	75.0	69.0	125.0	41.5	23.6	16.93	9.05	6.02	6.84	42.2	3.7	0.70	-	-	0.0000
	3	51	48.5	-41.6	167.2	402.2	111.0	75.0	69.2	40.0	40.0	92.0	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.9	1.9	0.52	-	-	0.0000
	4	51	135.8	-62.8	256.4	408.5	26.6	75.0	70.0	40.0	40.0	44.0	9.11	9.05	0.00	6.84	16.1	4.6	0.12	-	-	0.0000
	5	51	109.5	-56.0	231.5	413.4	-70.8	75.0	70.0	40.0	40.0	59.8	9.11	9.05	9.05	6.84	3.4	3.3	-0.35	-	-	0.0000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 52 - S.I.e. combinaz. frequente: taglio max sul giunto + spinte asimmm

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	990.9	0.0	990.9	407.4	8.2	415.7
4	557.4	318.6	309.5	5.8	315.3	195.8	-54.2	141.6
5	468.6	369.7	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	304.7	206.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-47.5	-135.7	-169.0	-98.9	-267.9
8	-20.8	-66.4	-259.7	-139.9	-399.6	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	70 875	371.2	70 875	491.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 52 - S.I.e. combinaz. frequente: taglio max sul giunto + spinte asimmm

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	520.35	520.35	520.35	520.35	520.35	
	M	(kN.m)	-37.01	-37.00	-37.00	-37.00	-36.99	
	T	(kN)	137.89	137.89	137.89	137.89	137.89	
TRAVE 3	N	(kN)	520.35	498.87	478.79	460.10	442.81	
	M	(kN.m)	-36.99	61.53	26.74	-119.84	-356.69	
	T	(kN)	137.89	22.63	-75.42	-156.24	-219.85	
TRAVE 4	N	(kN)	472.00	463.25	454.83	446.74	438.98	
	M	(kN.m)	-398.61	-351.44	-312.16	-280.05	-254.34	
	T	(kN)	145.27	121.90	100.62	81.42	64.32	
TRAVE 5	N	(kN)	269.27	271.44	273.38	275.11	276.60	
	M	(kN.m)	-217.16	159.20	442.44	629.29	638.52	
	T	(kN)	339.36	263.33	190.36	49.57	-88.16	
TRAVE 6	N	(kN)	276.60	276.60	276.60	276.60	276.60	
	M	(kN.m)	638.52	493.19	280.16	3.23	-333.79	
	T	(kN)	-88.16	-143.85	-196.49	-246.09	-292.63	
TRAVE 7	N	(kN)	406.11	408.82	411.82	415.11	418.69	
	M	(kN.m)	-356.50	-365.71	-379.17	-397.46	-421.16	
	T	(kN)	-20.57	-31.79	-44.64	-59.12	-75.22	
TRAVE 8	N	(kN)	353.09	362.13	369.81	376.11	381.05	
	M	(kN.m)	-372.83	-117.70	56.02	132.21	94.74	
	T	(kN)	232.37	173.69	102.11	17.64	-79.74	
TRAVE 9	N	(kN)	381.05	381.05	381.05	381.05	381.05	
	M	(kN.m)	94.74	94.73	94.73	94.73	94.73	
	T	(kN)	-79.74	-79.74	-79.74	-79.74	-79.74	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.45603	X(6)= -0.19	X(7)= -0.08
inizio trave 5	X(8)= 0.95871	X(9)= -1.13	X(10)= 0.79
inizio trave 6	X(11)= -0.12022	X(12)= -4.40	X(13)= 0.72
inizio trave 7	X(14)= -0.80616	X(15)= -0.81	X(16)= 0.65
inizio trave 8	X(17)= -0.18786	X(18)= -0.15	X(19)= 1.24
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 52 - S.l.e. combinaz. frequente: taglio max sul giunto + spinte asimmm

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_1 = 0.750$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 0.750 = 70.9 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 4.65, 5.85
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 0.75 = 6.4 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm ²	A2 interni cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	52	-37.0	-22.4	116.5	520.4	137.9	75.0	69.0	125.0	40.0	105.6	9.11	9.05	9.05	6.84	-3.6	1.8	0.65	-	-	0.0000
	2	52	61.5	-41.8	208.7	498.9	22.6	75.0	70.0	40.0	40.0	91.0	9.11	9.05	0.00	6.84	-3.3	2.4	0.11	-	-	0.0000
	3	52	26.7	-35.1	168.0	478.8	-75.4	75.0	69.2	40.0	40.0	148.4	9.11	9.05	0.00	6.84	-5.3	1.7	-0.36	-	-	0.0000
	4	52	-119.8	-3.5	15.9	460.1	-156.2	75.0	69.0	125.0	41.5	33.3	16.93	9.05	6.02	6.84	20.5	3.2	-0.62	-	-	0.0000
	5	52	-356.7	51.0	-226.0	442.8	-219.9	75.0	69.0	125.0	49.0	16.5	24.76	7.09	4.47	6.84	157.5	8.2	-0.70	-	-	0.1419
4	1	52	-398.6	48.0	-226.4	472.0	145.3	75.0	69.0	125.0	36.0	16.8	24.76	7.89	1.39	9.40	158.7	8.5	0.63	-	-	0.1129
	2	52	-351.4	39.4	-182.4	463.3	121.9	75.0	69.0	125.0	36.0	17.6	24.76	7.85	0.00	9.40	131.2	7.5	0.53	-	-	0.0726
	3	52	-312.2	32.1	-146.2	454.8	100.6	75.0	69.0	125.0	36.0	18.6	24.76	7.85	0.00	9.40	108.7	6.7	0.44	-	-	0.0000
	4	52	-280.0	26.2	-117.0	446.7	81.4	75.0	69.0	125.0	36.0	19.6	24.76	7.85	0.00	9.40	90.6	6.0	0.36	-	-	0.0000
	5	52	-254.3	21.5	-94.2	439.0	64.3	75.0	69.0	125.0	36.0	17.9	18.47	11.33	1.39	9.40	100.1	5.8	0.28	-	-	0.0000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	52	-217.2	35.2	-94.8	269.3	339.4	85.0	79.0	125.0	40.0	17.8	18.47	11.99	4.29	13.82	80.6	3.9	1.15	-	-	0.0000
	2	52	159.2	-104.1	282.6	271.4	263.3	85.0	75.5	125.0	40.0	20.7	15.66	23.54	4.94	13.82	43.6	2.7	0.96	-	-	0.0000
	3	52	442.4	-207.3	566.7	273.4	190.4	85.0	76.0	125.0	40.0	16.4	11.09	31.73	2.81	13.82	156.2	7.2	0.68	-	-	0.0999
	4	52	629.3	-274.2	754.3	275.1	49.6	85.0	76.5	125.0	40.0	16.8	8.55	37.37	0.00	13.82	202.3	9.5	0.17	-	-	0.2013
	5	52	638.5	-276.3	764.2	276.6	-88.2	85.0	77.0	125.0	40.0	16.5	4.52	34.72	0.00	13.82	219.2	9.9	-0.31	-	-	0.2426
6	1	52	638.5	-276.3	764.2	276.6	-88.2	85.0	77.0	125.0	40.0	16.5	4.52	34.72	0.00	13.82	219.2	9.9	-0.31	-	-	0.2426
	2	52	493.2	-223.7	618.9	276.6	-143.9	85.0	76.5	125.0	40.0	17.5	8.55	37.37	0.00	13.82	151.4	7.5	-0.51	-	-	0.1257
	3	52	280.2	-146.7	405.9	276.6	-196.5	85.0	76.0	125.0	40.0	18.5	11.09	31.73	2.81	13.82	84.7	4.5	-0.70	-	-	0.0000
	4	52	3.2	-46.6	128.9	276.6	-246.1	85.0	75.5	125.0	40.0	628.9	15.66	23.54	4.94	13.82	-2.5	0.5	-0.96	-	-	0.0000
	5	52	-333.8	75.2	-208.1	276.6	-292.6	85.0	79.0	125.0	40.0	14.8	18.47	11.99	4.29	13.82	161.8	6.2	-0.99	-	-	0.0000
7	1	52	-356.5	51.3	-208.3	406.1	-20.6	75.0	69.0	125.0	36.0	14.3	18.47	11.33	1.39	9.40	191.5	8.3	-0.09	-	-	0.1333
	2	52	-365.7	53.0	-216.5	408.8	-31.8	75.0	69.0	125.0	36.0	16.4	24.76	7.85	0.00	9.40	150.0	7.8	-0.14	-	-	0.0968
	3	52	-379.2	55.6	-228.9	411.8	-44.6	75.0	69.0	125.0	36.0	16.2	24.76	7.85	0.00	9.40	157.8	8.1	-0.19	-	-	0.1081
	4	52	-397.5	59.3	-246.0	415.1	-59.1	75.0	69.0	125.0	36.0	16.0	24.76	7.85	0.00	9.40	168.5	8.5	-0.26	-	-	0.1231
	5	52	-421.2	64.1	-268.4	418.7	-75.2	75.0	69.0	125.0	36.0	15.7	24.76	7.89	1.39	9.40	182.4	9.0	-0.33	-	-	0.1419
8	1	52	-372.8	76.1	-268.6	353.1	232.4	75.0	69.0	125.0	49.0	15.2	24.76	7.09	4.47	6.84	180.1	8.4	0.74	-	-	0.1646
	2	52	-117.7	3.0	-10.8	362.1	173.7	75.0	69.0	125.0	41.5	25.2	16.93	9.05	6.02	6.84	32.9	3.2	0.67	-	-	0.0000
	3	52	56.0	-44.7	165.1	369.8	102.1	75.0	69.2	40.0	40.0	82.4	9.11	9.05	0.00	6.84	-1.9	2.0	0.48	-	-	0.0000
	4	52	132.2	-64.7	243.2	376.1	17.6	75.0	70.0	40.0	40.0	40.5	9.11	9.05	0.00	6.84	20.1	4.6	0.08	-	-	0.0000
	5	52	94.7	-54.4	207.2	381.1	-79.7	75.0	70.0	40.0	40.0	64.1	9.11	9.05	9.05	6.84	1.6	2.9	-0.41	-	-	0.0000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 53 - S.I.e. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	961.6	0.0	961.6	378.1	4.7	382.8
4	557.4	318.6	288.7	3.3	292.0	175.0	-56.0	119.0
5	468.6	369.7	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	368.5	269.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-49.9	-138.1	-169.0	-94.6	-263.6
8	-20.8	-66.4	-259.7	-133.8	-393.5	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	70 875	57.2	70 875	177.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 53 - S.I.e. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	568.01	568.01	568.01	568.01	568.01	
	M	(kN.m)	-30.43	-30.42	-30.42	-30.42	-30.41	
	T	(kN)	129.19	129.19	129.19	129.19	129.19	
TRAVE 3	N	(kN)	568.01	546.53	526.45	507.77	490.48	
	M	(kN.m)	-30.41	59.56	20.93	-124.64	-355.50	
	T	(kN)	129.19	17.65	-76.57	-153.46	-213.03	
TRAVE 4	N	(kN)	500.28	490.95	481.95	473.29	464.96	
	M	(kN.m)	-393.77	-332.67	-279.26	-232.79	-192.55	
	T	(kN)	184.40	161.61	140.90	122.28	105.74	
TRAVE 5	N	(kN)	257.72	259.89	261.83	263.56	265.05	
	M	(kN.m)	-140.86	242.64	440.87	517.20	508.04	
	T	(kN)	387.02	240.12	96.27	26.36	-40.50	
TRAVE 6	N	(kN)	265.05	265.05	265.05	265.05	265.05	
	M	(kN.m)	508.04	417.31	248.90	6.64	-305.68	
	T	(kN)	-40.50	-104.16	-164.78	-222.34	-276.86	
TRAVE 7	N	(kN)	387.02	389.72	392.73	396.08	399.74	
	M	(kN.m)	-326.69	-334.96	-347.48	-364.82	-387.55	
	T	(kN)	-17.90	-29.14	-41.97	-56.39	-72.41	
TRAVE 8	N	(kN)	337.72	346.76	354.43	360.74	365.68	
	M	(kN.m)	-341.57	-100.08	60.68	124.36	74.61	
	T	(kN)	221.12	163.08	91.96	7.75	-89.53	
TRAVE 9	N	(kN)	365.68	365.68	365.68	365.68	365.68	
	M	(kN.m)	74.61	74.61	74.61	74.61	74.61	
	T	(kN)	-89.53	-89.53	-89.53	-89.53	-89.53	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.47362	X(6)= -0.21	X(7)= -0.04
inizio trave 5	X(8)= 0.91487	X(9)= -1.14	X(10)= 0.81
inizio trave 6	X(11)= -0.13424	X(12)= -3.89	X(13)= 0.75
inizio trave 7	X(14)= -0.70980	X(15)= -0.71	X(16)= 0.68
inizio trave 8	X(17)= -0.14270	X(18)= -0.14	X(19)= 1.18
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 53 - S.l.e. combinaz. frequente: taglio max su incastro del tetto

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_1 = 0.750$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 0.750 = 70.9 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.51, 2.71
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 0.75 = 6.4 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0 baricentrico kN.m	e1 distanza da facc. cm	M1 facciata interna kN.m	N1 kN	T1 kN	H altezza totale cm	Y altezza utile cm	B5 lato compresso cm	B1 larghezza taglio cm	X1 asse neutro cm	A1 esterni cm ²	A2 interni cm ²	A3 ferri piegati cm ²	A4 totale staffe/m cm ² /m	σ_{acc} MPa	σ_{cls} MPa	τ_{cls} MPa	σ_{staffe} MPa	$\sigma_{f.pieg}$ MPa	
3	1	53	-30.4	-24.2	137.2	568.0	129.2	75.0	69.0	125.0	40.0	129.6	9.11	9.05	9.05	6.84	-5.0	1.8	0.61	-	-	0.0000
	2	53	59.6	-40.4	220.8	546.5	17.7	75.0	70.0	40.0	40.0	97.2	9.11	9.05	0.00	6.84	-4.2	2.5	0.08	-	-	0.0000
	3	53	20.9	-33.5	176.3	526.5	-76.6	75.0	69.2	40.0	40.0	192.6	9.11	9.05	0.00	6.84	-6.4	1.7	-0.36	-	-	0.0000
	4	53	-124.6	-5.0	25.2	507.8	-153.5	75.0	69.0	125.0	41.5	36.1	16.93	9.05	6.02	6.84	18.0	3.3	-0.61	-	-	0.0000
	5	53	-355.5	43.0	-210.8	490.5	-213.0	75.0	69.0	125.0	49.0	17.2	24.76	7.09	4.47	6.84	150.1	8.3	-0.68	-	-	0.1350
4	1	53	-393.8	42.2	-211.2	500.3	184.4	75.0	69.0	125.0	36.0	17.3	24.76	7.89	1.39	9.40	150.5	8.4	0.80	-	-	0.1033
	2	53	-332.7	31.3	-153.5	490.9	161.6	75.0	69.0	125.0	36.0	18.7	24.76	7.85	0.00	9.40	114.7	7.1	0.71	-	-	0.0000
	3	53	-279.3	21.5	-103.4	482.0	140.9	75.0	69.0	125.0	36.0	20.6	24.76	7.85	0.00	9.40	83.8	5.9	0.62	-	-	0.0000
	4	53	-232.8	12.7	-60.1	473.3	122.3	75.0	69.0	125.0	36.0	23.4	24.76	7.85	0.00	9.40	57.5	4.9	0.54	-	-	0.0000
	5	53	-192.5	4.9	-22.9	465.0	105.7	75.0	69.0	125.0	36.0	24.7	18.47	11.33	1.39	9.40	45.5	4.2	0.47	-	-	0.0000

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	53	-140.9	9.2	-23.7	257.7	387.0	85.0	79.0	125.0	40.0	25.1	18.47	11.99	4.29	13.82	30.6	2.4	1.34	-	-	0.0000
	2	53	242.6	-138.8	360.7	259.9	240.1	85.0	75.5	125.0	40.0	16.6	15.66	23.54	4.94	13.82	93.7	4.4	0.86	-	-	0.0000
	3	53	440.9	-213.8	559.9	261.8	96.3	85.0	76.0	125.0	40.0	16.3	11.09	31.73	2.81	13.82	157.1	7.2	0.34	-	-	0.1006
	4	53	517.2	-241.7	637.0	263.6	26.4	85.0	76.5	125.0	40.0	17.2	8.55	37.37	0.00	13.82	161.9	7.8	0.09	-	-	0.1414
	5	53	508.0	-237.1	628.5	265.1	-40.5	85.0	77.0	125.0	40.0	16.9	4.52	34.72	0.00	13.82	168.8	7.9	-0.14	-	-	0.1606
6	1	53	508.0	-237.1	628.5	265.1	-40.5	85.0	77.0	125.0	40.0	16.9	4.52	34.72	0.00	13.82	168.8	7.9	-0.14	-	-	0.1606
	2	53	417.3	-202.9	537.8	265.1	-104.2	85.0	76.5	125.0	40.0	17.9	8.55	37.37	0.00	13.82	124.5	6.3	-0.37	-	-	0.0804
	3	53	248.9	-139.4	369.4	265.1	-164.8	85.0	76.0	125.0	40.0	19.0	11.09	31.73	2.81	13.82	72.7	4.0	-0.59	-	-	0.0000
	4	53	6.6	-47.9	127.1	265.1	-222.3	85.0	75.5	125.0	40.0	348.5	15.66	23.54	4.94	13.82	-2.2	0.5	-0.87	-	-	0.0000
	5	53	-305.7	69.9	-185.2	265.1	-276.9	85.0	79.0	125.0	40.0	15.0	18.47	11.99	4.29	13.82	144.9	5.7	-0.93	-	-	0.0000
7	1	53	-326.7	47.9	-185.5	387.0	-17.9	75.0	69.0	125.0	36.0	14.5	18.47	11.33	1.39	9.40	171.8	7.6	-0.08	-	-	0.0000
	2	53	-335.0	49.5	-192.8	389.7	-29.1	75.0	69.0	125.0	36.0	16.7	24.76	7.85	0.00	9.40	134.6	7.2	-0.13	-	-	0.0724
	3	53	-347.5	52.0	-204.2	392.7	-42.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.5	24.76	7.85	0.00	9.40	141.8	7.4	-0.18	-	-	0.0836
	4	53	-364.8	55.6	-220.3	396.1	-56.4	75.0	69.0	125.0	36.0	16.2	24.76	7.85	0.00	9.40	151.8	7.8	-0.24	-	-	0.0986
	5	53	-387.5	60.5	-241.7	399.7	-72.4	75.0	69.0	125.0	36.0	15.9	24.76	7.89	1.39	9.40	165.2	8.3	-0.31	-	-	0.1177
8	1	53	-341.6	71.6	-241.9	337.7	221.1	75.0	69.0	125.0	49.0	15.3	24.76	7.09	4.47	6.84	163.0	7.8	0.70	-	-	0.1444
	2	53	-100.1	-0.6	2.2	346.8	163.1	75.0	69.0	125.0	41.5	29.1	16.93	9.05	6.02	6.84	22.0	2.7	0.64	-	-	0.0000
	3	53	60.7	-46.6	165.3	354.4	92.0	75.0	69.2	40.0	40.0	78.1	9.11	9.05	0.00	6.84	-1.4	2.0	0.43	-	-	0.0000
	4	53	124.4	-64.0	230.8	360.7	7.8	75.0	70.0	40.0	40.0	41.7	9.11	9.05	0.00	6.84	17.4	4.3	0.03	-	-	0.0000
	5	53	74.6	-49.9	182.5	365.7	-89.5	75.0	70.0	40.0	40.0	72.5	9.11	9.05	9.05	6.84	-0.5	2.3	-0.42	-	-	0.0000

DATI CONDIZIONE DI CARICO 61 - S.l.e. combinaz. rara: q1a in mezzeria + spinte asim.

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1000.7	0.0	1000.7	417.2	28.7	445.9
4	512.3	273.5	316.4	20.3	336.7	202.7	-49.2	153.5
5	489.9	390.9	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	389.7	291.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-41.1	-129.3	-169.0	-108.6	-277.5
8	-20.8	-66.4	-259.7	-153.5	-413.3	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	1	94 500	446.2				
6	1	94 500	60.0				
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 61 - S.I.e. combinaz. rara: q1a in mezzeria + spinte asim.

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	546.51	546.51	546.51	546.51	546.51	
	M	(kN.m)	2.12	2.12	2.12	2.13	2.13	
	T	(kN)	122.93	122.93	122.93	122.93	122.93	
TRAVE 3	N	(kN)	546.51	525.03	504.95	486.26	468.98	
	M	(kN.m)	2.13	81.07	24.41	-147.11	-412.72	
	T	(kN)	122.93	6.14	-94.04	-177.62	-244.59	
TRAVE 4	N	(kN)	508.72	501.60	494.77	488.21	481.94	
	M	(kN.m)	-460.14	-412.64	-372.81	-339.88	-313.11	
	T	(kN)	145.90	123.15	102.54	84.07	67.73	
TRAVE 5	N	(kN)	297.57	299.74	301.68	303.41	304.90	
	M	(kN.m)	-272.80	144.28	464.91	692.91	775.41	
	T	(kN)	373.26	294.57	218.94	146.37	-17.65	
TRAVE 6	N	(kN)	304.90	304.90	304.90	304.90	304.90	
	M	(kN.m)	775.41	650.16	387.22	47.09	-366.41	
	T	(kN)	-17.65	-178.46	-241.74	-301.96	-359.14	
TRAVE 7	N	(kN)	473.65	476.42	479.39	482.58	485.96	
	M	(kN.m)	-400.83	-419.67	-442.76	-470.71	-504.12	
	T	(kN)	-47.86	-59.02	-71.90	-86.48	-102.77	
TRAVE 8	N	(kN)	420.12	429.16	436.84	443.14	448.08	
	M	(kN.m)	-451.07	-162.23	43.67	151.02	144.20	
	T	(kN)	260.09	199.98	127.38	42.29	-55.29	
TRAVE 9	N	(kN)	448.08	448.08	448.08	448.08	448.08	
	M	(kN.m)	144.20	144.20	144.20	144.19	144.19	
	T	(kN)	-55.29	-55.29	-55.29	-55.29	-55.29	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.50524	X(6)= -0.20	X(7)= -0.27
inizio trave 5	X(8)= 1.10604	X(9)= -1.26	X(10)= 0.71
inizio trave 6	X(11)= -0.05880	X(12)= -5.30	X(13)= 0.64
inizio trave 7	X(14)= -1.02216	X(15)= -1.05	X(16)= 0.56
inizio trave 8	X(17)= -0.30513	X(18)= -0.17	X(19)= 1.36
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 61 - S.l.e. combinaz. rara: q1a in mezzzeria + spinte asimm.

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_2 = 1.000$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 1.000 = 94.5 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 5.40, 6.60
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 1.00 = 8.5 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm ²	cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	61	2.1	-29.9	163.4	546.5	122.9	75.0	70.0	40.0	40.0	2982.9	9.11	9.05	9.05	6.84	-7.9	1.3	0.58	-	-	-
	2	61	81.1	-44.9	236.0	525.0	6.1	75.0	70.0	40.0	40.0	81.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.5	2.9	0.03	-	-	-
	3	61	24.4	-34.3	173.4	505.0	-94.0	75.0	69.2	40.0	40.0	165.2	9.11	9.05	0.00	6.84	-5.9	1.7	-0.44	-	-	-
	4	61	-147.1	0.7	-3.6	486.3	-177.6	75.0	69.0	125.0	41.5	27.4	16.93	9.05	6.02	6.84	35.8	3.9	-0.69	-	-	-
	5	61	-412.7	58.5	-274.3	469.0	-244.6	75.0	69.0	125.0	49.0	16.0	24.76	7.09	4.47	6.84	188.3	9.5	-0.78	-	-	-
4	1	61	-460.1	54.0	-274.5	508.7	145.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.3	24.76	7.89	1.39	9.40	189.8	9.8	0.63	-	-	-
	2	61	-412.6	45.8	-229.6	501.6	123.2	75.0	69.0	125.0	36.0	17.0	24.76	7.85	0.00	9.40	161.9	8.8	0.54	-	-	-
	3	61	-372.8	38.9	-192.3	494.8	102.5	75.0	69.0	125.0	36.0	17.7	24.76	7.85	0.00	9.40	138.6	8.0	0.45	-	-	-
	4	61	-339.9	33.1	-161.7	488.2	84.1	75.0	69.0	125.0	36.0	18.4	24.76	7.85	0.00	9.40	119.6	7.3	0.37	-	-	-
	5	61	-313.1	28.5	-137.3	481.9	67.7	75.0	69.0	125.0	36.0	16.6	18.47	11.33	1.39	9.40	137.4	7.2	0.29	-	-	-

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	61	-272.8	46.2	-137.6	297.6	373.3	85.0	79.0	125.0	40.0	16.6	18.47	11.99	4.29	13.82	112.4	5.0	1.26	-	-	-
	2	61	144.3	-93.6	280.5	299.7	294.6	85.0	75.5	125.0	40.0	24.2	15.66	23.54	4.94	13.82	30.6	2.4	1.09	-	-	-
	3	61	464.9	-199.5	602.0	301.7	218.9	85.0	76.0	125.0	40.0	16.6	11.09	31.73	2.81	13.82	162.1	7.6	0.78	-	-	-
	4	61	692.9	-273.8	830.8	303.4	146.4	85.0	76.5	125.0	40.0	16.8	8.55	37.37	0.00	13.82	222.7	10.5	0.52	-	-	-
	5	61	775.4	-299.8	914.0	304.9	-17.6	85.0	77.0	125.0	40.0	16.2	4.52	34.72	0.00	13.82	270.1	12.0	-0.06	-	-	-
6	1	61	775.4	-299.8	914.0	304.9	-17.6	85.0	77.0	125.0	40.0	16.2	4.52	34.72	0.00	13.82	270.1	12.0	-0.06	-	-	-
	2	61	650.2	-258.7	788.7	304.9	-178.5	85.0	76.5	125.0	40.0	17.0	8.55	37.37	0.00	13.82	206.6	9.8	-0.63	-	-	-
	3	61	387.2	-172.4	525.8	304.9	-241.7	85.0	76.0	125.0	40.0	17.4	11.09	31.73	2.81	13.82	127.6	6.3	-0.86	-	-	-
	4	61	47.1	-60.9	185.7	304.9	-302.0	85.0	75.5	125.0	40.0	94.9	15.66	23.54	4.94	13.82	-1.0	0.8	-1.18	-	-	-
	5	61	-366.4	74.7	-227.8	304.9	-359.1	85.0	79.0	125.0	40.0	14.8	18.47	11.99	4.29	13.82	177.2	6.8	-1.21	-	-	-
7	1	61	-400.8	48.1	-228.0	473.7	-47.9	75.0	69.0	125.0	36.0	14.5	18.47	11.33	1.39	9.40	211.1	9.4	-0.21	-	-	-
	2	61	-419.7	51.6	-245.8	476.4	-59.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.5	24.76	7.85	0.00	9.40	170.8	9.0	-0.26	-	-	-
	3	61	-442.8	55.9	-267.8	479.4	-71.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.2	24.76	7.85	0.00	9.40	184.5	9.4	-0.31	-	-	-
	4	61	-470.7	61.1	-294.6	482.6	-86.5	75.0	69.0	125.0	36.0	15.9	24.76	7.85	0.00	9.40	201.2	10.0	-0.38	-	-	-
	5	61	-504.1	67.2	-326.8	486.0	-102.8	75.0	69.0	125.0	36.0	15.6	24.76	7.89	1.39	9.40	221.2	10.7	-0.45	-	-	-
8	1	61	-451.1	77.9	-327.1	420.1	260.1	75.0	69.0	125.0	49.0	15.1	24.76	7.09	4.47	6.84	218.9	10.2	0.83	-	-	-
	2	61	-162.2	8.3	-35.6	429.2	200.0	75.0	69.0	125.0	41.5	21.6	16.93	9.05	6.02	6.84	57.5	4.4	0.76	-	-	-
	3	61	43.7	-39.5	172.6	436.8	127.4	75.0	69.2	40.0	40.0	101.9	9.11	9.05	0.00	6.84	-3.7	1.9	0.60	-	-	-
	4	61	151.0	-63.6	281.8	443.1	42.3	75.0	70.0	40.0	40.0	42.4	9.11	9.05	0.00	6.84	20.1	5.2	0.19	-	-	-
	5	61	144.2	-61.7	276.4	448.1	-55.3	75.0	70.0	40.0	40.0	46.2	9.11	9.05	9.05	6.84	14.7	4.7	-0.25	-	-	-

DATI CONDIZIONE DI CARICO 62 - S.I.e. combinaz. rara: taglio max sul giunto + spinte asimmm

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1000.7	0.0	1000.7	417.2	13.6	430.8
4	572.4	333.7	316.4	9.6	326.0	202.7	-58.8	143.9
5	489.9	390.9	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	304.7	206.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-51.7	-140.0	-169.0	-110.0	-279.0
8	-20.8	-66.4	-259.7	-155.6	-415.3	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	94 500	371.2	94 500	491.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 62 - S.I.e. combinaz. rara: taglio max sul giunto + spinte asimmm

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	557.14	557.14	557.14	557.14	557.14	
	M	(kN.m)	-14.00	-14.00	-13.99	-13.99	-13.99	
	T	(kN)	127.58	127.58	127.58	127.58	127.58	
TRAVE 3	N	(kN)	557.14	535.66	515.58	496.89	479.60	
	M	(kN.m)	-13.99	70.86	20.67	-143.24	-399.56	
	T	(kN)	127.58	11.02	-88.49	-170.94	-236.33	
TRAVE 4	N	(kN)	509.90	501.02	492.42	484.11	476.08	
	M	(kN.m)	-444.42	-392.40	-348.48	-311.92	-281.95	
	T	(kN)	159.31	135.32	113.46	93.74	76.14	
TRAVE 5	N	(kN)	287.21	289.38	291.33	293.05	294.55	
	M	(kN.m)	-239.43	177.82	498.62	717.35	724.42	
	T	(kN)	373.40	294.71	219.08	52.01	-112.01	
TRAVE 6	N	(kN)	294.55	294.55	294.55	294.55	294.55	
	M	(kN.m)	724.42	549.29	306.45	-0.28	-367.10	
	T	(kN)	-112.01	-167.70	-220.34	-269.93	-316.48	
TRAVE 7	N	(kN)	435.58	438.14	440.96	444.03	447.35	
	M	(kN.m)	-392.45	-403.20	-418.25	-438.21	-463.66	
	T	(kN)	-24.84	-36.21	-49.24	-63.94	-80.30	
TRAVE 8	N	(kN)	376.94	385.98	393.65	399.96	404.90	
	M	(kN.m)	-411.96	-137.57	53.66	146.17	124.45	
	T	(kN)	248.64	188.32	115.57	30.39	-67.22	
TRAVE 9	N	(kN)	404.90	404.90	404.90	404.90	404.90	
	M	(kN.m)	124.45	124.45	124.45	124.45	124.44	
	T	(kN)	-67.22	-67.22	-67.22	-67.22	-67.22	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.52189	X(6)= -0.21	X(7)= -0.13
inizio trave 5	X(8)= 1.08177	X(9)= -1.27	X(10)= 0.85
inizio trave 6	X(11)= -0.14214	X(12)= -4.95	X(13)= 0.78
inizio trave 7	X(14)= -0.90413	X(15)= -0.90	X(16)= 0.70
inizio trave 8	X(17)= -0.22282	X(18)= -0.16	X(19)= 1.38
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 62 - S.l.e. combinaz. rara: taglio max sul giunto + spinte asimmm

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_2 = 1.000$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 1.000 = 94.5 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 4.65, 5.85
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 1.00 = 8.5 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm ²	cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	62	-14.0	-27.0	150.4	557.1	127.6	75.0	69.0	125.0	40.0	234.4	9.11	9.05	9.05	6.84	-6.5	1.5	0.60	-	-	-
	2	62	70.9	-42.7	228.9	535.7	11.0	75.0	70.0	40.0	40.0	87.9	9.11	9.05	0.00	6.84	-3.3	2.7	0.05	-	-	-
	3	62	20.7	-33.5	172.8	515.6	-88.5	75.0	69.2	40.0	40.0	191.3	9.11	9.05	0.00	6.84	-6.3	1.6	-0.42	-	-	-
	4	62	-143.2	-0.7	3.4	496.9	-170.9	75.0	69.0	125.0	41.5	29.1	16.93	9.05	6.02	6.84	31.4	3.8	-0.67	-	-	-
	5	62	-399.6	53.8	-258.0	479.6	-236.3	75.0	69.0	125.0	49.0	16.3	24.76	7.09	4.47	6.84	178.7	9.2	-0.75	-	-	-
4	1	62	-444.4	50.7	-258.4	509.9	159.3	75.0	69.0	125.0	36.0	16.6	24.76	7.89	1.39	9.40	179.9	9.5	0.69	-	-	-
	2	62	-392.4	41.8	-209.6	501.0	135.3	75.0	69.0	125.0	36.0	17.4	24.76	7.85	0.00	9.40	149.5	8.4	0.59	-	-	-
	3	62	-348.5	34.3	-168.8	492.4	113.5	75.0	69.0	125.0	36.0	18.3	24.76	7.85	0.00	9.40	124.1	7.4	0.50	-	-	-
	4	62	-311.9	27.9	-135.3	484.1	93.7	75.0	69.0	125.0	36.0	19.2	24.76	7.85	0.00	9.40	103.3	6.7	0.41	-	-	-
	5	62	-281.9	22.7	-108.2	476.1	76.1	75.0	69.0	125.0	36.0	17.6	18.47	11.33	1.39	9.40	113.5	6.5	0.33	-	-	-

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compreso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	62	-239.4	37.9	-108.9	287.2	373.4	85.0	79.0	125.0	40.0	17.5	18.47	11.99	4.29	13.82	91.5	4.3	1.27	-	-	-
	2	62	177.8	-106.9	309.3	289.4	294.7	85.0	75.5	125.0	40.0	20.1	15.66	23.54	4.94	13.82	51.0	3.1	1.07	-	-	-
	3	62	498.6	-216.6	631.0	291.3	219.1	85.0	76.0	125.0	40.0	16.3	11.09	31.73	2.81	13.82	178.4	8.1	0.78	-	-	-
	4	62	717.3	-290.2	850.5	293.1	52.0	85.0	76.5	125.0	40.0	16.7	8.55	37.37	0.00	13.82	233.0	10.8	0.18	-	-	-
	5	62	724.4	-291.4	858.3	294.5	-112.0	85.0	77.0	125.0	40.0	16.3	4.52	34.72	0.00	13.82	251.1	11.3	-0.39	-	-	-
6	1	62	724.4	-291.4	858.3	294.5	-112.0	85.0	77.0	125.0	40.0	16.3	4.52	34.72	0.00	13.82	251.1	11.3	-0.39	-	-	-
	2	62	549.3	-231.9	683.1	294.5	-167.7	85.0	76.5	125.0	40.0	17.4	8.55	37.37	0.00	13.82	170.2	8.3	-0.59	-	-	-
	3	62	306.5	-149.5	440.3	294.5	-220.3	85.0	76.0	125.0	40.0	18.3	11.09	31.73	2.81	13.82	93.8	5.0	-0.79	-	-	-
	4	62	-0.3	-45.3	133.6	294.5	-269.9	85.0	75.5	125.0	40.0	4225.7	15.66	23.54	4.94	13.82	-2.8	0.5	-1.05	-	-	-
	5	62	-367.1	79.2	-233.2	294.5	-316.5	85.0	79.0	125.0	40.0	14.6	18.47	11.99	4.29	13.82	180.6	6.8	-1.07	-	-	-
7	1	62	-392.5	53.6	-233.5	435.6	-24.8	75.0	69.0	125.0	36.0	14.2	18.47	11.33	1.39	9.40	213.7	9.2	-0.11	-	-	-
	2	62	-403.2	55.5	-243.3	438.1	-36.2	75.0	69.0	125.0	36.0	16.2	24.76	7.85	0.00	9.40	167.7	8.6	-0.16	-	-	-
	3	62	-418.3	58.4	-257.4	441.0	-49.2	75.0	69.0	125.0	36.0	16.1	24.76	7.85	0.00	9.40	176.5	8.9	-0.21	-	-	-
	4	62	-438.2	62.2	-276.2	444.0	-63.9	75.0	69.0	125.0	36.0	15.8	24.76	7.85	0.00	9.40	188.3	9.3	-0.28	-	-	-
	5	62	-463.7	67.2	-300.4	447.3	-80.3	75.0	69.0	125.0	36.0	15.6	24.76	7.89	1.39	9.40	203.4	9.9	-0.35	-	-	-
8	1	62	-412.0	79.8	-300.7	376.9	248.6	75.0	69.0	125.0	49.0	15.0	24.76	7.09	4.47	6.84	200.9	9.3	0.79	-	-	-
	2	62	-137.6	6.1	-23.7	386.0	188.3	75.0	69.0	125.0	41.5	22.8	16.93	9.05	6.02	6.84	44.8	3.7	0.72	-	-	-
	3	62	53.7	-43.1	169.8	393.6	115.6	75.0	69.2	40.0	40.0	86.6	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.4	2.0	0.54	-	-	-
	4	62	146.2	-66.1	264.2	400.0	30.4	75.0	70.0	40.0	40.0	38.2	9.11	9.05	0.00	6.84	26.1	5.2	0.13	-	-	-
	5	62	124.5	-60.2	243.9	404.9	-67.2	75.0	70.0	40.0	40.0	49.4	9.11	9.05	9.05	6.84	10.0	4.0	-0.31	-	-	-

DATI CONDIZIONE DI CARICO 63 - S.I.e. combinaz. rara: taglio max su incastro del tetto

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	961.6	0.0	961.6	378.1	8.9	387.0
4	572.4	333.7	288.7	6.3	295.0	175.0	-61.2	113.8
5	489.9	390.9	18.3	0.0	18.3	11.1	0.0	11.1
6	389.7	291.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	112.9	302.0	-88.2	-54.9	-143.2	-169.0	-104.2	-273.2
8	-20.8	-66.4	-259.7	-147.4	-407.2	-830.6	0.0	-830.6
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	2	94 500	57.2	94 500	177.2		
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	100.5	
4	116.5	
5	153.0	
6	153.0	
7	116.5	
8	100.5	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 63 - S.I.e. combinaz. rara: taglio max su incastro del tetto

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 2	N	(kN)	620.69	620.69	620.69	620.69	620.69	
	M	(kN.m)	-5.23	-5.22	-5.22	-5.22	-5.21	
	T	(kN)	115.99	115.99	115.99	115.99	115.99	
TRAVE 3	N	(kN)	620.69	599.21	579.13	560.44	543.16	
	M	(kN.m)	-5.21	68.23	12.92	-149.64	-397.97	
	T	(kN)	115.99	4.39	-90.02	-167.22	-227.23	
TRAVE 4	N	(kN)	547.60	537.95	528.58	519.51	510.72	
	M	(kN.m)	-437.97	-367.37	-304.60	-248.91	-199.55	
	T	(kN)	211.48	188.26	167.17	148.21	131.38	
TRAVE 5	N	(kN)	271.82	273.98	275.93	277.65	279.15	
	M	(kN.m)	-137.69	289.06	496.52	567.89	550.45	
	T	(kN)	436.95	263.76	93.63	21.06	-48.46	
TRAVE 6	N	(kN)	279.15	279.15	279.15	279.15	279.15	
	M	(kN.m)	550.45	448.11	264.78	4.26	-329.63	
	T	(kN)	-48.46	-114.78	-178.05	-238.27	-295.45	
TRAVE 7	N	(kN)	410.13	412.67	415.51	418.64	422.08	
	M	(kN.m)	-352.71	-362.20	-376.00	-394.69	-418.84	
	T	(kN)	-21.28	-32.67	-45.68	-60.31	-76.55	
TRAVE 8	N	(kN)	356.43	365.47	373.15	379.45	384.39	
	M	(kN.m)	-370.27	-114.07	59.87	135.71	97.62	
	T	(kN)	233.64	174.17	102.03	17.21	-80.27	
TRAVE 9	N	(kN)	384.39	384.39	384.39	384.39	384.39	
	M	(kN.m)	97.62	97.62	97.62	97.61	97.61	
	T	(kN)	-80.27	-80.27	-80.27	-80.27	-80.27	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.00000		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.00000	X(3)= 0.00	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.54535	X(6)= -0.23	X(7)= -0.08
inizio trave 5	X(8)= 1.02332	X(9)= -1.29	X(10)= 0.89
inizio trave 6	X(11)= -0.16083	X(12)= -4.28	X(13)= 0.82
inizio trave 7	X(14)= -0.77565	X(15)= -0.77	X(16)= 0.75
inizio trave 8	X(17)= -0.16261	X(18)= -0.15	X(19)= 1.31
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 63 - S.l.e. combinaz. rara: taglio max su incastro del tetto

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: $X_p = 0.00$ m. $Y_p = 1.25$ m.
 Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%
 Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m³ a destra: 1.99 t/m³
 Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: $0.46 \times g_3 = 0.46$ a destra: $0.45 \times (g_3) = 0.45$
 Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 35 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profund. 3 MPa / m
 Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.
 Coefficienti moltiplicativi delle azioni: $g_1 = 1.00$ $g_2 = 1.00$ $g_3 = 1.00$

CARICHI MOBILI:

Le forze verticali agenti su un arco solo tengono conto di:
 Incremento dinamico $q_2 = 1.000$
 Coefficiente di ripartizione trasversale tra gli archi $Y_9 = 0.315$
 Coefficiente moltiplicativo dei carichi mobili: $\Psi_2 = 1.000$ $q_3 = 0.000$
 Carico 'tandem' di 2 forze Q1k da 300 kN x 0.315 x 1.000 = 94.5 kN/cad.
 alle distanze dalla facc. interna del ritto sinistro di m 1.51, 2.71
 Carichi distribuiti $q_{1k} = 9$ kN/m² x 3m x 0.315 x 1.00 = 8.5 kN/m/arco

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm ²	cm ²	ferri piegati cm ²	totale staffe/m cm ² /m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	63	-5.2	-28.7	177.9	620.7	116.0	75.0	69.0	125.0	40.0	563.0	9.11	9.05	9.05	6.84	-8.4	1.6	0.55	-	-	-
	2	63	68.2	-40.9	245.0	599.2	4.4	75.0	70.0	40.0	40.0	94.9	9.11	9.05	0.00	6.84	-4.4	2.8	0.02	-	-	-
	3	63	12.9	-31.7	183.8	579.1	-90.0	75.0	69.2	40.0	40.0	319.8	9.11	9.05	0.00	6.84	-7.7	1.6	-0.42	-	-	-
	4	63	-149.6	-2.8	15.7	560.4	-167.2	75.0	69.0	125.0	41.5	32.2	16.93	9.05	6.02	6.84	27.3	4.0	-0.66	-	-	-
	5	63	-398.0	43.8	-237.7	543.2	-227.2	75.0	69.0	125.0	49.0	17.1	24.76	7.09	4.47	6.84	168.8	9.3	-0.73	-	-	-
4	1	63	-438.0	43.5	-238.2	547.6	211.5	75.0	69.0	125.0	36.0	17.2	24.76	7.89	1.39	9.40	169.0	9.4	0.92	-	-	-
	2	63	-367.4	31.8	-171.1	537.9	188.3	75.0	69.0	125.0	36.0	18.6	24.76	7.85	0.00	9.40	127.4	7.8	0.82	-	-	-
	3	63	-304.6	21.1	-111.7	528.6	167.2	75.0	69.0	125.0	36.0	20.7	24.76	7.85	0.00	9.40	90.9	6.5	0.73	-	-	-
	4	63	-248.9	11.4	-59.4	519.5	148.2	75.0	69.0	125.0	36.0	24.0	24.76	7.85	0.00	9.40	59.3	5.3	0.66	-	-	-
	5	63	-199.6	2.6	-13.2	510.7	131.4	75.0	69.0	125.0	36.0	26.7	18.47	11.33	1.39	9.40	41.2	4.3	0.59	-	-	-

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	esterni cm2	interni cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
5	1	63	-137.7	5.2	-14.2	271.8	436.9	85.0	79.0	125.0	40.0	27.7	18.47	11.99	4.29	13.82	25.2	2.3	1.52	-	-	-
	2	63	289.1	-150.9	413.6	274.0	263.8	85.0	75.5	125.0	40.0	15.9	15.66	23.54	4.94	13.82	118.3	5.3	0.94	-	-	-
	3	63	496.5	-225.4	621.9	275.9	93.6	85.0	76.0	125.0	40.0	16.1	11.09	31.73	2.81	13.82	179.6	8.1	0.33	-	-	-
	4	63	567.9	-250.0	694.1	277.7	21.1	85.0	76.5	125.0	40.0	17.1	8.55	37.37	0.00	13.82	179.1	8.6	0.07	-	-	-
	5	63	550.4	-242.6	677.3	279.2	-48.5	85.0	77.0	125.0	40.0	16.8	4.52	34.72	0.00	13.82	183.9	8.6	-0.17	-	-	-
6	1	63	550.4	-242.6	677.3	279.2	-48.5	85.0	77.0	125.0	40.0	16.8	4.52	34.72	0.00	13.82	183.9	8.6	-0.17	-	-	-
	2	63	448.1	-206.0	575.0	279.2	-114.8	85.0	76.5	125.0	40.0	17.8	8.55	37.37	0.00	13.82	134.4	6.8	-0.41	-	-	-
	3	63	264.8	-140.3	391.6	279.2	-178.0	85.0	76.0	125.0	40.0	18.9	11.09	31.73	2.81	13.82	77.7	4.3	-0.64	-	-	-
	4	63	4.3	-47.0	131.1	279.2	-238.3	85.0	75.5	125.0	40.0	513.6	15.66	23.54	4.94	13.82	-2.4	0.5	-0.93	-	-	-
	5	63	-329.6	72.6	-202.8	279.2	-295.5	85.0	79.0	125.0	40.0	14.9	18.47	11.99	4.29	13.82	158.1	6.1	-1.00	-	-	-
7	1	63	-352.7	49.5	-203.1	410.1	-21.3	75.0	69.0	125.0	36.0	14.4	18.47	11.33	1.39	9.40	187.4	8.2	-0.09	-	-	-
	2	63	-362.2	51.3	-211.6	412.7	-32.7	75.0	69.0	125.0	36.0	16.5	24.76	7.85	0.00	9.40	147.2	7.7	-0.14	-	-	-
	3	63	-376.0	54.0	-224.4	415.5	-45.7	75.0	69.0	125.0	36.0	16.3	24.76	7.85	0.00	9.40	155.1	8.0	-0.20	-	-	-
	4	63	-394.7	57.8	-241.9	418.6	-60.3	75.0	69.0	125.0	36.0	16.1	24.76	7.85	0.00	9.40	166.1	8.4	-0.26	-	-	-
	5	63	-418.8	62.7	-264.8	422.1	-76.6	75.0	69.0	125.0	36.0	15.8	24.76	7.89	1.39	9.40	180.4	8.9	-0.33	-	-	-
8	1	63	-370.3	74.4	-265.1	356.4	233.6	75.0	69.0	125.0	49.0	15.2	24.76	7.09	4.47	6.84	178.0	8.4	0.74	-	-	-
	2	63	-114.1	1.7	-6.2	365.5	174.2	75.0	69.0	125.0	41.5	26.4	16.93	9.05	6.02	6.84	29.5	3.0	0.67	-	-	-
	3	63	59.9	-45.6	170.0	373.1	102.0	75.0	69.2	40.0	40.0	80.3	9.11	9.05	0.00	6.84	-1.7	2.1	0.48	-	-	-
	4	63	135.7	-65.3	247.7	379.5	17.2	75.0	70.0	40.0	40.0	39.5	9.11	9.05	0.00	6.84	22.2	4.8	0.08	-	-	-
	5	63	97.6	-54.9	211.0	384.4	-80.3	75.0	70.0	40.0	40.0	62.7	9.11	9.05	9.05	6.84	2.1	3.0	-0.40	-	-	-

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

VERIFICA A FESSURAZIONE: combinazione quasi permanente (apertura < 0.20 mm)

Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 41 $\Psi_2 = 0.000$

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k mm
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	41sx	-92.3	-7.0	28.7	410.0	165.8	75.0	69.0	125.0	40.0	37.5	9.11	9.05	9.05	6.84	12.9	2.5	0.69	-	-	0.000
	2	41sx	43.5	-40.7	158.1	388.5	54.5	75.0	70.0	40.0	40.0	95.8	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.9	1.8	0.26	-	-	0.000
	3	41sx	51.3	-43.4	160.1	368.4	-39.0	75.0	69.2	40.0	40.0	85.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.2	1.9	-0.18	-	-	0.000
	4	41sx	-46.5	-16.2	56.7	349.7	-114.6	75.0	69.0	125.0	41.5	69.4	16.93	9.05	6.02	6.84	-0.1	1.5	-0.52	-	-	0.000
	5	41dx	-255.6	61.3	-172.5	281.5	184.4	75.0	69.0	125.0	49.0	15.8	24.76	7.09	4.47	6.84	117.9	5.9	0.59	-	-	0.087
4	1	41sx	-261.3	36.2	-130.1	359.6	101.9	75.0	69.0	125.0	36.0	18.0	24.76	7.89	1.39	9.40	94.8	5.6	0.44	-	-	0.000
	2	41sx	-229.1	28.7	-100.9	351.2	80.5	75.0	69.0	125.0	36.0	19.1	24.76	7.85	0.00	9.40	76.6	4.9	0.35	-	-	0.000
	3	41sx	-204.1	23.0	-78.9	343.2	61.0	75.0	69.0	125.0	36.0	20.2	24.76	7.85	0.00	9.40	62.9	4.4	0.27	-	-	0.000
	4	41sx	-185.7	18.8	-63.2	335.7	43.4	75.0	69.0	125.0	36.0	21.3	24.76	7.85	0.00	9.40	53.1	4.0	0.19	-	-	0.000
	5	41sx	-173.2	16.2	-53.3	328.7	27.9	75.0	69.0	125.0	36.0	19.2	18.47	11.33	1.39	9.40	61.1	3.9	0.12	-	-	0.000
5	1	41sx	-152.3	24.8	-53.8	216.8	237.3	85.0	79.0	125.0	40.0	19.6	18.47	11.99	4.29	13.82	49.0	2.7	0.81	-	-	0.000
	2	41sx	101.5	-91.8	200.9	218.9	169.2	85.0	75.5	125.0	40.0	25.1	15.66	23.54	4.94	13.82	20.2	1.7	0.63	-	-	0.000
	3	41sx	272.0	-168.6	372.4	220.9	104.2	85.0	76.0	125.0	40.0	17.5	11.09	31.73	2.81	13.82	88.7	4.4	0.37	-	-	0.000
	4	41sx	363.3	-208.6	464.4	222.6	42.3	85.0	76.5	125.0	40.0	17.8	8.55	37.37	0.00	13.82	109.3	5.5	0.15	-	-	0.000
	5	41sx	379.0	-214.6	480.8	224.1	-16.6	85.0	77.0	125.0	40.0	17.3	4.52	34.72	0.00	13.82	122.6	5.9	-0.06	-	-	0.000

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

VERIFICA A FESSURAZIONE: combinazione frequente (apertura fessure < 0.30 mm)

Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 51, 52, 53 $\Psi_1 = 0.750$

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					Apertura fessure W_k
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$	
			baricentrico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato compresso cm	larghezza taglio cm	asse neutro cm	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
3	1	51sx	-24.9	-24.6	126.3	512.4	134.4	75.0	69.0	125.0	40.0	139.4	9.11	9.05	9.05	6.84	-4.8	1.6	0.63	-	-	0.000
	2	51sx	69.2	-43.6	214.0	490.9	19.0	75.0	70.0	40.0	40.0	85.2	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.7	2.5	0.09	-	-	0.000
	3	51sx	29.5	-35.8	168.5	470.8	-79.6	75.0	69.2	40.0	40.0	136.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-5.1	1.7	-0.38	-	-	0.000
	4	51sx	-122.7	-2.4	10.7	452.1	-161.3	75.0	69.0	125.0	41.5	31.5	16.93	9.05	6.02	6.84	23.3	3.3	-0.63	-	-	0.000
	5	51dx	-402.2	74.8	-288.4	385.5	241.0	75.0	69.0	125.0	49.0	15.2	24.76	7.09	4.47	6.84	193.6	9.1	0.77	-	-	0.181
4	1	51dx	-451.5	64.4	-288.2	447.7	-92.1	75.0	69.0	125.0	36.0	15.7	24.76	7.89	1.39	9.40	195.8	9.6	-0.40	-	-	0.161
	2	51dx	-421.8	58.5	-259.8	444.0	-76.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.0	24.76	7.85	0.00	9.40	178.2	9.0	-0.33	-	-	0.138
	3	51dx	-397.6	53.7	-236.8	440.7	-61.6	75.0	69.0	125.0	36.0	16.4	24.76	7.85	0.00	9.40	163.8	8.5	-0.27	-	-	0.118
	4	51dx	-378.1	49.9	-218.4	437.5	-48.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.6	24.76	7.85	0.00	9.40	152.3	8.1	-0.21	-	-	0.102
	5	52dx	-356.5	51.3	-208.3	406.1	-20.6	75.0	69.0	125.0	36.0	14.3	18.47	11.33	1.39	9.40	191.5	8.3	-0.09	-	-	0.133
5	1	51sx	-242.2	42.0	-116.3	277.0	339.3	85.0	79.0	125.0	40.0	17.0	18.47	11.99	4.29	13.82	96.2	4.4	1.15	-	-	0.000
	2	51sx	134.0	-93.5	260.9	279.2	263.2	85.0	75.5	125.0	40.0	24.2	15.66	23.54	4.94	13.82	28.3	2.2	0.97	-	-	0.000
	3	53sx	440.9	-213.8	559.9	261.8	96.3	85.0	76.0	125.0	40.0	16.3	11.09	31.73	2.81	13.82	157.1	7.2	0.34	-	-	0.101
	4	52sx	629.3	-274.2	754.3	275.1	49.6	85.0	76.5	125.0	40.0	16.8	8.55	37.37	0.00	13.82	202.3	9.5	0.17	-	-	0.201
	5	51sx	676.8	-283.4	806.0	284.4	-17.4	85.0	77.0	125.0	40.0	16.4	4.52	34.72	0.00	13.82	233.5	10.5	-0.06	-	-	0.265

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

VERIFICA A SLE: combinazione rara

Caso più gravoso fra le condizioni di carico n° 61, 62, 63 $\Psi_1 = 1.000$

TRAVE	sezione	Condizione di carico	Sollecitazioni					Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Tensioni massime assolute					$\sigma_{cls\ max}$	
			M0	e1	M1	N1	T1	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	σ_{acc}	σ_{cls}	τ_{cls}	σ_{staffe}	$\sigma_{f.pieg}$		0.60 f_{ck}
			baricen- trico kN.m	distanza da facc. cm	facciata interna kN.m	kN	kN	altezza totale cm	altezza utile cm	lato com- presso cm	larghez- za taglio cm	asse neutro cm	cm2	cm2	ferri piegati cm2	totale staffe/m cm2/m	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa		Mpa
3	1	61sx	2.1	-29.9	163.4	546.5	122.9	75.0	70.0	40.0	40.0	2982.9	9.11	9.05	9.05	6.84	-7.9	1.3	0.58	-	-	17.4	
	2	61sx	81.1	-44.9	236.0	525.0	6.1	75.0	70.0	40.0	40.0	81.7	9.11	9.05	0.00	6.84	-2.5	2.9	0.03	-	-	17.4	
	3	61sx	24.4	-34.3	173.4	505.0	-94.0	75.0	69.2	40.0	40.0	165.2	9.11	9.05	0.00	6.84	-5.9	1.7	-0.44	-	-	17.4	
	4	61sx	-147.1	0.7	-3.6	486.3	-177.6	75.0	69.0	125.0	41.5	27.4	16.93	9.05	6.02	6.84	35.8	3.9	-0.69	-	-	17.4	
	5	61dx	-451.1	77.9	-327.1	420.1	260.1	75.0	69.0	125.0	49.0	15.1	24.76	7.09	4.47	6.84	218.9	10.2	0.83	-	-	17.4	
4	1	61dx	-504.1	67.2	-326.8	486.0	-102.8	75.0	69.0	125.0	36.0	15.6	24.76	7.89	1.39	9.40	221.2	10.7	-0.45	-	-	17.4	
	2	61dx	-470.7	61.1	-294.6	482.6	-86.5	75.0	69.0	125.0	36.0	15.9	24.76	7.85	0.00	9.40	201.2	10.0	-0.38	-	-	17.4	
	3	61dx	-442.8	55.9	-267.8	479.4	-71.9	75.0	69.0	125.0	36.0	16.2	24.76	7.85	0.00	9.40	184.5	9.4	-0.31	-	-	17.4	
	4	61dx	-419.7	51.6	-245.8	476.4	-59.0	75.0	69.0	125.0	36.0	16.5	24.76	7.85	0.00	9.40	170.8	9.0	-0.26	-	-	17.4	
	5	62dx	-392.5	53.6	-233.5	435.6	-24.8	75.0	69.0	125.0	36.0	14.2	18.47	11.33	1.39	9.40	213.7	9.2	-0.11	-	-	17.4	
5	1	61sx	-272.8	46.2	-137.6	297.6	373.3	85.0	79.0	125.0	40.0	16.6	18.47	11.99	4.29	13.82	112.4	5.0	1.26	-	-	17.4	
	2	61sx	144.3	-93.6	280.5	299.7	294.6	85.0	75.5	125.0	40.0	24.2	15.66	23.54	4.94	13.82	30.6	2.4	1.09	-	-	17.4	
	3	63sx	496.5	-225.4	621.9	275.9	93.6	85.0	76.0	125.0	40.0	16.1	11.09	31.73	2.81	13.82	179.6	8.1	0.33	-	-	17.4	
	4	62sx	717.3	-290.2	850.5	293.1	52.0	85.0	76.5	125.0	40.0	16.7	8.55	37.37	0.00	13.82	233.0	10.8	0.18	-	-	17.4	
	5	61dx	775.4	-299.8	914.0	304.9	-17.6	85.0	77.0	125.0	40.0	16.2	4.52	34.72	0.00	13.82	270.1	12.0	-0.06	-	-	17.4	

DATI CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1022.5	0.0	1022.5	439.0	0.0	439.0
4	532.8	284.4	344.1	0.0	344.1	224.6	0.0	224.6
5	421.8	318.7	28.5	0.0	28.5	18.8	0.0	18.8
6	317.5	214.6	7.7	0.0	7.7	5.2	0.0	5.2
7	117.8	315.0	-87.2	-90.5	-177.6	-164.8	-104.2	-269.0
8	-21.2	-67.9	-265.5	-147.4	-412.9	-849.0	0.0	-849.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	104.7	
4	121.3	
5	159.4	
6	159.4	
7	121.3	
8	104.7	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	189.39	189.39	189.39	189.39	189.39	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-23.57	-47.13	-70.70	-94.26	
	T	(kN)	-418.80	-418.80	-418.80	-418.80	-418.80	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	418.80	396.79	376.18	356.97	339.15	
	M	(kN.m)	-94.26	66.04	88.00	-6.54	-195.75	
	T	(kN)	189.39	69.99	-31.94	-116.41	-183.42	
TRAVE 4	N	(kN)	373.35	366.09	359.49	353.54	348.25	
	M	(kN.m)	-232.20	-202.09	-180.08	-165.50	-157.70	
	T	(kN)	97.21	73.39	51.43	31.34	13.11	
TRAVE 5	N	(kN)	243.76	247.64	251.22	254.50	257.48	
	M	(kN.m)	-141.00	114.51	283.37	369.58	377.10	
	T	(kN)	240.12	169.22	101.50	36.96	-24.39	
TRAVE 6	N	(kN)	257.48	258.88	260.21	261.46	262.63	
	M	(kN.m)	377.10	310.02	172.38	-31.83	-298.66	
	T	(kN)	-24.39	-82.42	-137.27	-188.95	-237.45	
TRAVE 7	N	(kN)	356.74	359.04	361.88	365.25	369.16	
	M	(kN.m)	-310.02	-309.44	-313.44	-322.53	-337.25	
	T	(kN)	7.63	-4.59	-18.28	-33.43	-50.04	
TRAVE 8	N	(kN)	300.49	309.98	318.07	324.77	330.07	
	M	(kN.m)	-291.41	-58.91	90.27	139.82	73.42	
	T	(kN)	214.97	154.85	81.67	-4.56	-103.85	
TRAVE 9	N	(kN)	330.07	330.07	330.07	330.07	330.07	
	M	(kN.m)	73.42	73.42	73.41	73.41	73.41	
	T	(kN)	-103.85	-103.85	-103.85	-103.85	-103.85	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.29289		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.29292	X(3)= 0.07	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.28748	X(6)= -0.08	X(7)= 0.97
inizio trave 5	X(8)= 0.58429	X(9)= -0.66	X(10)= 1.49
inizio trave 6	X(11)= -0.08136	X(12)= -2.60	X(13)= 1.43
inizio trave 7	X(14)= -0.44654	X(15)= -0.39	X(16)= 1.36
inizio trave 8	X(17)= 0.06989	X(18)= -0.13	X(19)= 1.57
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 91 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.46 x (g3) = 0.46

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00

Verifica sismica

100% vert verso il basso + 30% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.056

Categoria del suolo di fondazione: C

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.705

S = Ss*ST=1.5

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.383

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

ΔEd = incremento dinamico della spinta = kN/m2 4.872

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.025; vert = 0.042

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-94.3	-7.0	-94.3	418.8	189.4	189.4	75.0	69.0	125.0	40.0	7.3	9.11	9.05	9.05	6.84	-348.0	498.4	1383.0	498.4	4.52
	2	66.0	-46.2	89.4	396.8	70.0	70.0	75.0	70.0	40.0	40.0	12.2	9.11	9.05	0.00	6.84	390.9	252.8	1014.7	252.8	6.45
	3	88.0	-52.9	94.6	376.2	-31.9	-31.9	75.0	69.2	40.0	40.0	11.9	9.11	9.05	0.00	6.84	380.3	-249.9	-1000.2	-249.9	6.37
	4	-7.7	-27.7	-67.1	357.0	-116.4	-116.4	75.0	69.0	125.0	41.5	8.6	16.93	9.05	6.02	6.84	-528.9	-498.4	-1354.3	-498.4	6.17
	5	-201.6	28.2	-237.4	339.1	-183.4	-161.9	75.0	69.0	125.0	49.0	9.9	24.76	7.09	4.47	6.84	-718.8	-498.4	-1531.3	-498.4	5.54
4	1	-232.2	25.7	-237.4	373.3	97.2	52.0	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.89	1.39	9.40	-752.5	429.1	973.4	429.1	5.62
	2	-202.1	18.7	-237.4	366.1	73.4	49.0	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-750.3	342.6	889.8	342.6	5.62
	3	-180.1	13.6	-210.7	359.5	51.4	39.0	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-748.3	342.6	889.1	342.6	5.62
	4	-165.5	10.3	-186.2	353.5	31.3	20.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-746.5	342.6	888.4	342.6	5.62
	5	-157.7	8.8	-169.4	348.2	13.1	-6.6	75.0	69.0	125.0	36.0	8.8	18.47	11.33	1.39	9.40	-589.2	-429.1	-970.4	-429.1	5.59

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	Area acc. min.
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	cm ²
5	1	-141.0	12.4	-155.9	243.8	240.1	197.7	85.0	79.0	125.0	40.0	9.2	18.47	11.99	4.29	13.82	-650.7	843.9	1272.7	843.9	8.08
	2	114.5	-91.7	193.6	247.6	169.2	167.9	85.0	75.5	125.0	40.0	9.2	15.66	23.54	4.94	13.82	750.5	859.1	1239.8	859.1	6.61
	3	283.4	-158.2	328.5	251.2	101.5	101.5	85.0	76.0	125.0	40.0	10.8	11.09	31.73	2.81	13.82	980.8	730.0	1184.1	730.0	6.69
	4	369.6	-190.7	382.0	254.5	37.0	37.0	85.0	76.5	125.0	40.0	11.9	8.55	37.37	0.00	13.82	1141.4	558.6	1072.6	558.6	6.76
	5	377.1	-191.9	383.3	257.5	-24.4	-24.4	85.0	77.0	125.0	40.0	11.8	4.52	34.72	0.00	13.82	1076.3	-562.3	-1080.0	-562.3	6.80
6	1	377.1	-191.9	383.3	257.5	-24.4	-24.4	85.0	77.0	125.0	40.0	11.8	4.52	34.72	0.00	13.82	1076.3	-562.3	-1080.0	-562.3	6.80
	2	310.0	-165.2	346.5	258.9	-82.4	-82.4	85.0	76.5	125.0	40.0	11.9	8.55	37.37	0.00	13.82	1142.8	-558.6	-1073.1	-558.6	6.76
	3	172.4	-111.7	237.1	260.2	-137.3	-137.3	85.0	76.0	125.0	40.0	10.8	11.09	31.73	2.81	13.82	983.8	-730.0	-1185.2	-730.0	6.69
	4	-31.8	-33.3	-138.2	261.5	-188.9	-188.1	85.0	79.0	125.0	40.0	8.9	15.66	23.54	4.94	13.82	-577.9	-884.6	-1293.0	-884.6	8.07
	5	-298.7	68.3	-313.4	262.6	-237.4	-210.2	85.0	79.0	125.0	40.0	9.3	18.47	11.99	4.29	13.82	-658.1	-843.9	-1275.0	-843.9	8.08
7	1	-310.0	50.4	-313.4	356.7	7.6	-5.2	75.0	69.0	125.0	36.0	8.9	18.47	11.33	1.39	9.40	-591.8	-429.1	-971.4	-429.1	5.59
	2	-309.4	49.7	-315.7	359.0	-4.6	2.6	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-748.1	342.6	889.0	342.6	5.62
	3	-313.4	50.1	-326.6	361.9	-18.3	-9.7	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-749.0	-342.6	-889.4	-342.6	5.62
	4	-322.5	51.8	-339.9	365.2	-33.4	-16.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-750.0	-342.6	-889.7	-342.6	5.62
	5	-337.2	54.9	-339.9	369.2	-50.0	-18.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.89	1.39	9.40	-751.2	-429.1	-972.9	-429.1	5.62
8	1	-296.6	67.5	-339.9	300.5	215.0	195.0	75.0	69.0	125.0	49.0	9.7	24.76	7.09	4.47	6.84	-709.7	498.4	1523.8	498.4	5.54
	2	-59.9	-10.5	-136.7	310.0	154.8	154.8	75.0	69.0	125.0	41.5	8.4	16.93	9.05	6.02	6.84	-517.5	498.4	1345.4	498.4	4.69
	3	90.3	-57.9	121.3	318.1	81.7	81.7	75.0	69.2	40.0	40.0	11.4	9.11	9.05	0.00	6.84	358.0	249.9	991.9	249.9	6.35
	4	139.8	-72.6	139.8	324.8	-4.6	-4.6	75.0	70.0	40.0	40.0	11.5	9.11	9.05	0.00	6.84	363.3	-252.8	-1004.3	-252.8	6.43
	5	73.4	-51.8	113.2	330.1	-103.9	-103.9	75.0	70.0	40.0	40.0	11.6	9.11	9.05	9.05	6.84	365.4	-505.6	-1383.1	-505.6	6.43

DATI CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1022.5	0.0	1022.5	439.0	0.0	439.0
4	491.7	262.6	344.1	0.0	344.1	224.6	0.0	224.6
5	387.9	293.1	28.5	0.0	28.5	18.8	0.0	18.8
6	291.9	197.3	7.7	0.0	7.7	5.2	0.0	5.2
7	107.7	288.5	-87.2	-99.0	-186.2	-164.8	-107.0	-271.8
8	-21.2	-67.9	-265.5	-151.3	-416.8	-849.0	0.0	-849.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	96.3	
4	111.6	
5	146.6	
6	146.6	
7	111.6	
8	96.3	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	194.03	194.03	194.03	194.03	194.03	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-21.73	-43.46	-65.19	-86.91	
	T	(kN)	-386.16	-386.16	-386.16	-386.16	-386.16	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	386.16	365.21	345.65	327.49	310.73	
	M	(kN.m)	-86.91	79.18	106.94	18.21	-165.21	
	T	(kN)	194.03	74.63	-27.30	-111.77	-178.78	
TRAVE 4	N	(kN)	350.29	344.25	338.76	333.82	329.44	
	M	(kN.m)	-201.50	-177.01	-160.21	-150.46	-147.14	
	T	(kN)	80.72	58.11	37.26	18.18	0.86	
TRAVE 5	N	(kN)	239.12	243.00	246.58	249.86	252.84	
	M	(kN.m)	-135.04	98.12	251.60	329.07	334.19	
	T	(kN)	219.37	154.17	91.89	32.55	-23.87	
TRAVE 6	N	(kN)	252.84	254.24	255.57	256.82	257.99	
	M	(kN.m)	334.19	270.70	142.35	-47.21	-294.34	
	T	(kN)	-23.87	-77.22	-127.65	-175.16	-219.75	
TRAVE 7	N	(kN)	340.23	341.75	343.75	346.24	349.21	
	M	(kN.m)	-301.96	-297.91	-298.26	-303.50	-314.11	
	T	(kN)	17.26	5.46	-7.69	-22.19	-38.03	
TRAVE 8	N	(kN)	277.53	285.96	293.00	298.64	302.88	
	M	(kN.m)	-268.89	-43.81	97.51	138.91	64.20	
	T	(kN)	209.26	148.72	75.24	-11.17	-110.51	
TRAVE 9	N	(kN)	302.88	302.88	302.88	302.88	302.88	
	M	(kN.m)	64.20	64.20	64.20	64.19	64.19	
	T	(kN)	-110.51	-110.51	-110.51	-110.51	-110.51	
TRAVE 10	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Incastro
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 0.38904		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 0.38907	X(3)= 0.09	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.24029	X(6)= -0.05	X(7)= 1.18
inizio trave 5	X(8)= 0.50667	X(9)= -0.55	X(10)= 1.62
inizio trave 6	X(11)= -0.07885	X(12)= -2.23	X(13)= 1.56
inizio trave 7	X(14)= -0.36645	X(15)= -0.29	X(16)= 1.49
inizio trave 8	X(17)= 0.12683	X(18)= -0.12	X(19)= 1.61
inizio trave 9	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.00000	X(21)= 0.00	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.00000		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 92 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.46 x (g3) = 0.46

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00

Verifica sismica

100% vert verso l'alto + 30% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.056

Categoria del suolo di fondazione: C

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.705

S = Ss*ST=1.5

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.383

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

ΔEd = incremento dinamico della spinta = kN/m2 4.872

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.025; vert = -0.042

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-86.9	-7.0	-86.9	386.2	194.0	194.0	75.0	69.0	125.0	40.0	7.1	9.11	9.05	9.05	6.84	-339.7	498.4	1376.6	498.4	4.52
	2	79.2	-51.2	104.8	365.2	74.6	74.6	75.0	70.0	40.0	40.0	11.9	9.11	9.05	0.00	6.84	378.8	252.8	1010.1	252.8	6.44
	3	106.9	-60.4	111.4	345.7	-27.3	-27.3	75.0	69.2	40.0	40.0	11.7	9.11	9.05	0.00	6.84	368.6	-249.9	-995.8	-249.9	6.36
	4	17.2	-35.1	63.2	327.5	-111.8	-111.8	75.0	68.4	41.5	41.5	10.2	16.93	9.05	6.02	6.84	360.0	-494.0	-1338.4	-494.0	6.38
	5	-170.6	23.7	-205.8	310.7	-178.8	-157.3	75.0	69.0	125.0	49.0	9.8	24.76	7.09	4.47	6.84	-712.1	-498.4	-1525.8	-498.4	5.54
4	1	-201.5	21.0	-205.8	350.3	80.7	37.8	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.89	1.39	9.40	-745.5	429.1	970.6	429.1	5.62
	2	-177.0	14.9	-205.8	344.2	58.1	35.0	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-743.7	342.6	887.4	342.6	5.61
	3	-160.2	10.8	-183.9	338.8	37.3	25.5	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-742.0	342.6	886.8	342.6	5.61
	4	-150.5	8.6	-164.7	333.8	18.2	7.8	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-740.5	342.6	886.2	342.6	5.61
	5	-147.1	8.2	-152.8	329.4	0.9	-17.9	75.0	69.0	125.0	36.0	8.7	18.47	11.33	1.39	9.40	-583.4	-429.1	-968.1	-429.1	5.59

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	M _{Rd} baricentrico	V _{Rsd}	V _{Rcd}	V _{Rd}	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	cm ²	cm ²	cm ² /m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-135.0	11.0	-148.6	239.1	219.4	180.4	85.0	79.0	125.0	40.0	9.2	18.47	11.99	4.29	13.82	-648.8	843.9	1272.1	843.9	8.08
	2	98.1	-85.8	170.1	243.0	154.2	152.9	85.0	75.5	125.0	40.0	9.2	15.66	23.54	4.94	13.82	749.0	859.1	1239.3	859.1	6.61
	3	251.6	-147.5	292.4	246.6	91.9	91.9	85.0	76.0	125.0	40.0	10.7	11.09	31.73	2.81	13.82	979.3	730.0	1183.6	730.0	6.69
	4	329.1	-177.1	339.7	249.9	32.5	32.5	85.0	76.5	125.0	40.0	11.9	8.55	37.37	0.00	13.82	1139.9	558.6	1072.1	558.6	6.76
	5	334.2	-177.6	340.6	252.8	-23.9	-23.9	85.0	77.0	125.0	40.0	11.8	4.52	34.72	0.00	13.82	1074.8	-562.3	-1079.5	-562.3	6.80
6	1	334.2	-177.6	340.6	252.8	-23.9	-23.9	85.0	77.0	125.0	40.0	11.8	4.52	34.72	0.00	13.82	1074.8	-562.3	-1079.5	-562.3	6.80
	2	270.7	-151.9	305.0	254.2	-77.2	-77.2	85.0	76.5	125.0	40.0	11.9	8.55	37.37	0.00	13.82	1141.3	-558.6	-1072.6	-558.6	6.76
	3	142.4	-101.1	202.6	255.6	-127.7	-127.7	85.0	76.0	125.0	40.0	10.8	11.09	31.73	2.81	13.82	982.3	-730.0	-1184.6	-730.0	6.69
	4	-47.2	-27.1	-145.8	256.8	-175.2	-174.4	85.0	79.0	125.0	40.0	8.9	15.66	23.54	4.94	13.82	-576.1	-884.6	-1292.4	-884.6	8.07
	5	-294.3	68.6	-307.9	258.0	-219.8	-194.7	85.0	79.0	125.0	40.0	9.3	18.47	11.99	4.29	13.82	-656.3	-843.9	-1274.4	-843.9	8.08
7	1	-302.0	52.3	-307.9	340.2	17.3	4.7	75.0	69.0	125.0	36.0	8.8	18.47	11.33	1.39	9.40	-586.7	429.1	969.4	429.1	5.59
	2	-297.9	50.7	-304.1	341.7	5.5	-1.5	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-742.9	-342.6	-887.1	-342.6	5.61
	3	-298.3	50.3	-306.3	343.8	-7.7	0.5	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-743.5	342.6	887.3	342.6	5.61
	4	-303.5	51.2	-316.2	346.2	-22.2	-5.9	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.85	0.00	9.40	-744.3	-342.6	-887.6	-342.6	5.61
	5	-314.1	53.5	-316.2	349.2	-38.0	-7.8	75.0	69.0	125.0	36.0	9.9	24.76	7.89	1.39	9.40	-745.2	-429.1	-970.5	-429.1	5.62
8	1	-273.7	67.4	-316.2	277.5	209.3	189.1	75.0	69.0	125.0	49.0	9.6	24.76	7.09	4.47	6.84	-704.3	498.4	1519.4	498.4	5.54
	2	-44.7	-14.2	-118.8	286.0	148.7	148.7	75.0	69.0	125.0	41.5	8.3	16.93	9.05	6.02	6.84	-511.6	498.4	1340.8	498.4	4.69
	3	97.5	-62.8	125.5	293.0	75.2	75.2	75.0	69.2	40.0	40.0	11.2	9.11	9.05	0.00	6.84	348.3	249.9	988.3	249.9	6.35
	4	138.9	-76.0	138.9	298.6	-11.2	-11.2	75.0	70.0	40.0	40.0	11.3	9.11	9.05	0.00	6.84	353.3	-252.8	-1000.5	-252.8	6.42
	5	64.2	-50.7	107.1	302.9	-110.5	-110.5	75.0	70.0	40.0	40.0	11.3	9.11	9.05	9.05	6.84	354.9	-505.6	-1377.7	-505.6	6.42

DATI CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1164.6	0.0	1164.6	581.1	0.0	581.1
4	518.4	276.8	473.4	0.0	473.4	340.4	0.0	340.4
5	409.9	309.7	52.2	0.0	52.2	36.7	0.0	36.7
6	308.5	208.6	25.6	0.0	25.6	17.3	0.0	17.3
7	114.3	305.7	-80.1	-239.4	-319.5	-146.2	-229.8	-376.0
8	-21.2	-67.9	-265.5	-325.0	-590.5	-849.0	0.0	-849.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	101.8	
4	117.9	
5	154.9	
6	154.9	
7	117.9	
8	101.8	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

CONDIZIONE DI CARICO 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	248.00	248.00	248.00	248.00	248.00	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-22.03	-44.06	-66.09	-88.12	
	T	(kN)	-391.52	-391.52	-391.52	-391.52	-391.52	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	391.52	369.88	349.64	330.79	313.34	
	M	(kN.m)	-88.12	133.87	194.41	115.32	-81.58	
	T	(kN)	248.00	110.10	-10.33	-113.31	-198.81	
TRAVE 4	N	(kN)	368.91	365.44	362.52	360.15	358.32	
	M	(kN.m)	-123.45	-105.12	-95.91	-95.16	-102.19	
	T	(kN)	65.38	38.62	13.76	-9.20	-30.26	
TRAVE 5	N	(kN)	285.19	293.06	300.45	307.37	313.80	
	M	(kN.m)	-99.28	128.59	272.24	335.57	322.43	
	T	(kN)	217.00	148.09	82.28	19.56	-40.07	
TRAVE 6	N	(kN)	313.80	318.47	322.90	327.06	330.97	
	M	(kN.m)	322.43	236.78	82.57	-136.34	-416.10	
	T	(kN)	-40.07	-96.46	-149.76	-199.98	-247.11	
TRAVE 7	N	(kN)	409.15	408.09	407.72	408.02	409.01	
	M	(kN.m)	-416.82	-402.92	-394.59	-392.30	-396.47	
	T	(kN)	46.81	31.65	15.23	-2.45	-21.38	
TRAVE 8	N	(kN)	308.31	317.43	325.16	331.48	336.41	
	M	(kN.m)	-338.96	-62.89	110.86	172.60	112.67	
	T	(kN)	259.22	181.22	95.48	2.01	-99.19	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-99.19	-99.19	-99.19	-99.19	-99.19	
	M	(kN.m)	112.67	84.50	56.34	28.17	0.00	
	T	(kN)	-336.41	-336.41	-336.41	-336.41	-336.41	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 1.01062		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 1.01065	X(3)= 0.23	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.32818	X(6)= 0.09	X(7)= 3.29
inizio trave 5	X(8)= 0.49641	X(9)= -0.45	X(10)= 3.77
inizio trave 6	X(11)= -0.14262	X(12)= -1.89	X(13)= 3.69
inizio trave 7	X(14)= -0.24321	X(15)= 0.04	X(16)= 3.61
inizio trave 8	X(17)= 0.41340	X(18)= -0.04	X(19)= 3.46
inizio trave 9	X(20)= 0.27280	X(21)= 0.09	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.27280	X(21)= 0.09	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.27274		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Condizione di carico 93 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.46 x (g3) = 0.46

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00

Verifica sismica

30% vert verso il basso + 100% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.056

Categoria del suolo di fondazione: C

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.705

S = Ss*ST=1.5

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.383

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

ΔEd = incremento dinamico della spinta = kN/m2 16.24

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.084; vert = 0.013

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H	Y	B5	B1	X1	A1	A2	A3	A4	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-88.1	-7.0	-88.1	391.5	248.0	248.0	75.0	69.0	125.0	40.0	7.1	9.11	9.05	9.05	6.84	-341.1	498.4	1377.7	498.4	4.52
	2	133.9	-65.7	174.6	369.9	110.1	110.1	75.0	70.0	40.0	40.0	11.9	9.11	9.05	0.00	6.84	380.6	252.8	1010.8	252.8	6.44
	3	194.4	-85.1	194.4	349.6	-10.3	-10.3	75.0	69.2	40.0	40.0	11.7	9.11	9.05	0.00	6.84	370.1	-249.9	-996.4	-249.9	6.36
	4	114.3	-64.4	159.4	330.8	-113.3	-113.3	75.0	68.4	41.5	41.5	10.2	16.93	9.05	6.02	6.84	361.3	-494.0	-1339.0	-494.0	6.38
	5	-87.0	-3.5	-127.0	313.3	-198.8	-170.1	75.0	69.0	125.0	49.0	9.8	24.76	7.09	4.47	6.84	-712.7	-498.4	-1526.3	-498.4	5.54
4	1	-123.4	-3.0	-127.0	368.9	65.4	14.8	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.89	1.39	9.40	-751.1	429.1	972.9	429.1	5.62
	2	-105.1	-7.7	-127.0	365.4	38.6	11.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-750.1	342.6	889.7	342.6	5.62
	3	-95.9	-10.0	-109.9	362.5	13.8	-0.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-749.2	-342.6	-889.4	-342.6	5.62
	4	-95.2	-10.1	-105.9	360.1	-9.2	3.5	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-748.5	342.6	889.2	342.6	5.62
	5	-102.2	-8.0	-112.7	358.3	-30.3	-7.1	75.0	69.0	125.0	36.0	8.9	18.47	11.33	1.39	9.40	-592.3	-429.1	-971.6	-429.1	5.59

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato com- presso	B1 larghez- za taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	Area acc. min.
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	cm2
5	1	-99.3	-10.6	-112.7	285.2	217.0	175.8	85.0	79.0	125.0	40.0	9.4	18.47	11.99	4.29	13.82	-667.0	843.9	1277.8	843.9	8.09
	2	128.6	-89.3	197.1	293.1	148.1	146.8	85.0	75.5	125.0	40.0	9.4	15.66	23.54	4.94	13.82	766.0	859.1	1245.3	859.1	6.62
	3	272.2	-136.1	307.7	300.5	82.3	82.3	85.0	76.0	125.0	40.0	11.0	11.09	31.73	2.81	13.82	997.1	730.0	1189.8	730.0	6.69
	4	335.6	-154.6	339.2	307.4	19.6	19.6	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1158.4	558.6	1078.1	558.6	6.77
	5	322.4	-148.2	336.9	313.8	-40.1	-40.1	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1094.4	-562.3	-1085.8	-562.3	6.81
6	1	322.4	-148.2	336.9	313.8	-40.1	-40.1	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1094.4	-562.3	-1085.8	-562.3	6.81
	2	236.8	-119.8	280.7	318.5	-96.5	-96.5	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1162.0	-558.6	-1079.3	-558.6	6.77
	3	82.6	-71.0	153.9	322.9	-149.8	-149.8	85.0	76.0	125.0	40.0	11.1	11.09	31.73	2.81	13.82	1004.5	-730.0	-1192.3	-730.0	6.70
	4	-136.3	-3.8	-248.5	327.1	-200.0	-199.2	85.0	79.0	125.0	40.0	9.2	15.66	23.54	4.94	13.82	-603.6	-884.6	-1301.2	-884.6	8.08
	5	-416.1	80.3	-431.4	331.0	-247.1	-220.6	85.0	79.0	125.0	40.0	9.6	18.47	11.99	4.29	13.82	-685.0	-843.9	-1283.4	-843.9	8.09
7	1	-416.8	65.4	-431.4	409.2	46.8	29.9	75.0	69.0	125.0	36.0	9.1	18.47	11.33	1.39	9.40	-608.0	429.1	977.8	429.1	5.59
	2	-402.9	62.2	-422.3	408.1	31.6	22.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-762.9	342.6	894.5	342.6	5.62
	3	-394.6	60.3	-406.7	407.7	15.2	5.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-762.8	342.6	894.4	342.6	5.62
	4	-392.3	59.7	-397.7	408.0	-2.4	16.8	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-762.9	342.6	894.5	342.6	5.62
	5	-396.5	60.4	-397.7	409.0	-21.4	14.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.89	1.39	9.40	-763.2	429.1	977.7	429.1	5.62
8	1	-344.3	80.4	-397.7	308.3	259.2	230.9	75.0	69.0	125.0	49.0	9.8	24.76	7.09	4.47	6.84	-711.6	498.4	1525.3	498.4	5.54
	2	-63.9	-9.7	-154.3	317.4	181.2	181.2	75.0	69.0	125.0	41.5	8.4	16.93	9.05	6.02	6.84	-519.3	498.4	1346.8	498.4	4.69
	3	110.9	-63.6	147.6	325.2	95.5	95.5	75.0	69.2	40.0	40.0	11.5	9.11	9.05	0.00	6.84	360.7	249.9	992.9	249.9	6.35
	4	172.6	-81.6	172.6	331.5	2.0	2.0	75.0	70.0	40.0	40.0	11.6	9.11	9.05	0.00	6.84	365.9	252.8	1005.3	252.8	6.43
	5	112.7	-63.0	150.2	336.4	-99.2	-99.2	75.0	70.0	40.0	40.0	11.6	9.11	9.05	9.05	6.84	367.8	-505.6	-1384.4	-505.6	6.43

DATI CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

CARICHI DISTRIBUITI lungo ogni trave, su una striscia larga un arco

n° trave	carichi verticali		pressione orizzontale a inizio trave			pressione orizzontale a fine trave		
	inizio trave	fine trave	quiete/altro	per deformaz	TOTALE	quiete/altro	per deformaz	TOTALE
	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.	N/cm.
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	76.9	30.2	1164.6	0.0	1164.6	581.1	0.0	581.1
4	506.1	270.3	473.4	0.0	473.4	340.4	0.0	340.4
5	399.8	302.0	52.2	0.0	52.2	36.7	0.0	36.7
6	300.8	203.4	25.6	0.0	25.6	17.3	0.0	17.3
7	111.2	297.8	-80.1	-241.9	-322.1	-146.2	-230.7	-376.9
8	-21.2	-67.9	-265.5	-326.2	-591.7	-849.0	0.0	-849.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

N.B.: I carichi distribuiti sono riferiti allo sviluppo di ogni trave, secondo il suo orientamento.

FORZE CONCENTRATE VERTICALI ad arco

Trave	n° forze sulla trave	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente	Entità della forza	Distanza dal nodo precedente
		N	cm	N	cm	N	cm
1	0						
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						

PESI PROPRII delle travi

(Carichi distribuiti che si aggiungono ai carichi verticali esposti nella prima tabella)

Trave	Peso lineare	Note
n°	N/cm	
1	0.0	trave fittizia
2	0.0	trave fittizia
3	99.2	
4	115.0	
5	151.1	
6	151.1	
7	115.0	
8	99.2	
9	0.0	trave fittizia
10	0.0	trave fittizia

FORZE NODALI su un arco

(La tabella è compilata soltanto nelle posizioni in cui vi siano forze o coppie nodali)

Posizione nodale	Forza o coppia
	N o N.cm

N.B. I carichi, le forze concentrate e i pesi proprii sono già moltiplicati per i coefficienti moltiplicativi delle azioni

CONDIZIONE DI CARICO 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

SOLLECITAZIONI NELLE TRAVI

			sez. 1	sez. 2	sez. 3	sez. 4	sez. 5	
TRAVE 1	N	(kN)	249.39	249.39	249.39	249.39	249.39	Cerniera interna
	M	(kN.m)	0.00	-21.48	-42.96	-64.44	-85.92	
	T	(kN)	-381.72	-381.72	-381.72	-381.72	-381.72	
TRAVE 2	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 3	N	(kN)	381.72	360.40	340.48	321.95	304.82	
	M	(kN.m)	-85.92	137.82	200.09	122.74	-72.42	
	T	(kN)	249.39	111.49	-8.94	-111.92	-197.42	
TRAVE 4	N	(kN)	362.00	358.89	356.30	354.23	352.68	
	M	(kN.m)	-114.24	-97.60	-89.96	-90.65	-99.03	
	T	(kN)	60.43	34.03	9.51	-13.15	-33.94	
TRAVE 5	N	(kN)	283.80	291.67	299.06	305.97	312.41	
	M	(kN.m)	-97.49	123.66	262.71	323.41	309.55	
	T	(kN)	210.78	143.58	79.40	18.23	-39.91	
TRAVE 6	N	(kN)	312.41	317.08	321.51	325.67	329.58	
	M	(kN.m)	309.55	224.98	73.56	-140.95	-414.80	
	T	(kN)	-39.91	-94.90	-146.88	-195.84	-241.80	
TRAVE 7	N	(kN)	404.20	402.91	402.28	402.32	403.03	
	M	(kN.m)	-414.41	-399.46	-390.04	-386.59	-389.53	
	T	(kN)	49.70	34.66	18.41	0.93	-17.78	
TRAVE 8	N	(kN)	301.42	310.23	317.63	323.64	328.26	
	M	(kN.m)	-332.20	-58.35	113.05	172.35	109.94	
	T	(kN)	257.50	179.38	93.56	0.04	-101.18	
TRAVE 9	N	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cerniera esterna
	M	(kN.m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	T	(kN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TRAVE 10	N	(kN)	-101.18	-101.18	-101.18	-101.18	-101.18	
	M	(kN.m)	109.94	82.46	54.97	27.49	0.00	
	T	(kN)	-328.26	-328.26	-328.26	-328.26	-328.26	

SPOSTAMENTI NODALI

	ROTAZIONE mrad.	SPOSTAM. VERT. mm.	SPOSTAM. ORIZZ. mm.
inizio trave 1	X(1)= 1.03943		
inizio trave 2			
inizio trave 3	X(2)= 1.03946	X(3)= 0.23	X(4)= 0.00
inizio trave 4	X(5)= 0.31401	X(6)= 0.10	X(7)= 3.35
inizio trave 5	X(8)= 0.47311	X(9)= -0.42	X(10)= 3.80
inizio trave 6	X(11)= -0.14186	X(12)= -1.78	X(13)= 3.73
inizio trave 7	X(14)= -0.21917	X(15)= 0.07	X(16)= 3.65
inizio trave 8	X(17)= 0.43049	X(18)= -0.03	X(19)= 3.48
inizio trave 9	X(20)= 0.27269	X(21)= 0.09	X(22)= 0.00
inizio trave 10	X(20)= 0.27269	X(21)= 0.09	X(22)= 0.00
fine trave 10	X(23)= 0.27263		

VERIFICA DELLE SEZIONI - Struttura: O12611-1112 - H x L = 6.00 x 12.00

Sovrappasso Fortezza (BZ)

Condizione di carico 94 - Verifica sismica (s.l.u.)

Dati del calcolo:

PROFILO DEL TERRENO sopra la struttura:

Coordinate dello spigolo P rispetto al culmine dell'estradosso: Xp = 0.00 m. Yp = 1.25 m.

Pendenze a sinistra e a destra di P (+ se il profilo scende a destra) a sx = 8% a dx = 8%

Peso specifico del terreno: a sinistra: 1.99 t/m3 a destra: 1.99 t/m3

Coefficiente di spinta di quiete: a sinistra: 0.46 x g3 = 0.46 a destra: 0.46 x (g3) = 0.46

Modulo elastico del terreno in superficie: a sx: 0 MPa a dx: 35 MPa Increment. con la profond. 0 MPa / m

Spessore di terreno considerato elastico: a sx: 5.28 m. a dx: 4.66 m.

Coefficienti moltiplicativi delle azioni: g1 = 1.00 g2 = 1.00 g3 = 1.00

Verifica sismica

30% vert verso l'alto + 100% orizz verso dx

Valore di ag/g = 0.056

Categoria del suolo di fondazione: C

Fo = fattore di amplificazione orizz. = 2.705

S = Ss*ST=1.5

Tc* = periodo iniziale a velocità costante = 0.383

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione attesa = 1

Spinta di Wood

ΔEd = incremento dinamico della spinta = kN/m2 16.24

Coefficiente per le azioni sismiche orizz = 0.084; vert = -0.013

Carichi mobili presenti sull'impalcato: nessuno

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compreso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
3	1	-85.9	-7.0	-85.9	381.7	249.4	249.4	75.0	69.0	125.0	40.0	7.1	9.11	9.05	9.05	6.84	-338.6	498.4	1375.7	498.4	4.52
	2	137.8	-67.7	179.2	360.4	111.5	111.5	75.0	70.0	40.0	40.0	11.9	9.11	9.05	0.00	6.84	377.0	252.8	1009.4	252.8	6.44
	3	200.1	-88.3	200.1	340.5	-8.9	-8.9	75.0	69.2	40.0	40.0	11.6	9.11	9.05	0.00	6.84	366.6	-249.9	-995.1	-249.9	6.36
	4	121.7	-67.6	166.2	322.0	-111.9	-111.9	75.0	68.4	41.5	41.5	10.1	16.93	9.05	6.02	6.84	357.8	-494.0	-1337.3	-494.0	6.38
	5	-77.7	-5.7	-117.5	304.8	-197.4	-168.7	75.0	69.0	125.0	49.0	9.7	24.76	7.09	4.47	6.84	-710.7	-498.4	-1524.7	-498.4	5.54
4	1	-114.2	-4.9	-117.5	362.0	60.4	10.6	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.89	1.39	9.40	-749.0	429.1	972.1	429.1	5.62
	2	-97.6	-9.3	-117.5	358.9	34.0	7.2	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-748.1	342.6	889.0	342.6	5.62
	3	-90.0	-11.2	-101.9	356.3	9.5	-4.3	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-747.3	-342.6	-888.7	-342.6	5.62
	4	-90.7	-10.9	-103.2	354.2	-13.1	-0.6	75.0	69.0	125.0	36.0	10.0	24.76	7.85	0.00	9.40	-746.7	-342.6	-888.5	-342.6	5.62
	5	-99.0	-8.4	-110.6	352.7	-33.9	-11.0	75.0	69.0	125.0	36.0	8.8	18.47	11.33	1.39	9.40	-590.6	-429.1	-970.9	-429.1	5.59

TRAVE	Sezione	Sollecitazioni esterne						Descrizione delle sezioni					Aree dei ferri				Sollecitazioni resistenti				Area acc. min.
		MEd	e1 distanza da facc.	MEd + décalage	NEd	VEd	VEd - riduzione appoggi	H altezza totale	Y altezza utile	B5 lato compresso	B1 larghezza taglio	X1 asse neutro	A1 esterni	A2 interni	A3 ferri piegati	A4 totale staffe/m	MRd baricentrico	VRsd	VRcd	VRd	
		kN.m	cm	kN.m	kN	kN	kN	cm	cm	cm	cm	cm	cm2	cm2	cm2	cm2/m	kN.m	kN	kN	kN	
5	1	-97.5	-11.1	-110.6	283.8	210.8	170.6	85.0	79.0	125.0	40.0	9.4	18.47	11.99	4.29	13.82	-666.5	843.9	1277.6	843.9	8.09
	2	123.7	-87.8	190.1	291.7	143.6	142.3	85.0	75.5	125.0	40.0	9.4	15.66	23.54	4.94	13.82	765.5	859.1	1245.1	859.1	6.62
	3	262.7	-133.3	296.9	299.1	79.4	79.4	85.0	76.0	125.0	40.0	11.0	11.09	31.73	2.81	13.82	996.6	730.0	1189.6	730.0	6.69
	4	323.4	-151.1	326.5	306.0	18.2	18.2	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1158.0	558.6	1078.0	558.6	6.77
	5	309.6	-144.5	324.1	312.4	-39.9	-39.9	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1094.0	-562.3	-1085.7	-562.3	6.81
6	1	309.6	-144.5	324.1	312.4	-39.9	-39.9	85.0	77.0	125.0	40.0	12.0	4.52	34.72	0.00	13.82	1094.0	-562.3	-1085.7	-562.3	6.81
	2	225.0	-116.4	268.2	317.1	-94.9	-94.9	85.0	76.5	125.0	40.0	12.1	8.55	37.37	0.00	13.82	1161.5	-558.6	-1079.1	-558.6	6.77
	3	73.6	-68.3	143.5	321.5	-146.9	-146.9	85.0	76.0	125.0	40.0	11.0	11.09	31.73	2.81	13.82	1004.0	-730.0	-1192.2	-730.0	6.70
	4	-141.0	-2.2	-250.7	325.7	-195.8	-195.0	85.0	79.0	125.0	40.0	9.1	15.66	23.54	4.94	13.82	-603.1	-884.6	-1301.0	-884.6	8.08
	5	-414.8	80.4	-429.8	329.6	-241.8	-215.9	85.0	79.0	125.0	40.0	9.6	18.47	11.99	4.29	13.82	-684.5	-843.9	-1283.2	-843.9	8.09
7	1	-414.4	66.0	-429.8	404.2	49.7	32.9	75.0	69.0	125.0	36.0	9.0	18.47	11.33	1.39	9.40	-606.5	429.1	977.2	429.1	5.59
	2	-399.5	62.7	-420.2	402.9	34.7	25.5	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-761.4	342.6	893.9	342.6	5.62
	3	-390.0	60.5	-403.6	402.3	18.4	8.6	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-761.2	342.6	893.8	342.6	5.62
	4	-386.6	59.6	-392.4	402.3	0.9	-18.1	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.85	0.00	9.40	-761.2	-342.6	-893.8	-342.6	5.62
	5	-389.5	60.2	-390.5	403.0	-17.8	17.4	75.0	69.0	125.0	36.0	10.2	24.76	7.89	1.39	9.40	-761.4	429.1	977.0	429.1	5.62
8	1	-337.4	80.7	-390.5	301.4	257.5	229.1	75.0	69.0	125.0	49.0	9.7	24.76	7.09	4.47	6.84	-709.9	498.4	1524.0	498.4	5.54
	2	-59.3	-10.7	-148.9	310.2	179.4	179.4	75.0	69.0	125.0	41.5	8.4	16.93	9.05	6.02	6.84	-517.5	498.4	1345.4	498.4	4.69
	3	113.0	-65.1	148.8	317.6	93.6	93.6	75.0	69.2	40.0	40.0	11.4	9.11	9.05	0.00	6.84	357.8	249.9	991.8	249.9	6.35
	4	172.4	-82.8	172.4	323.6	0.0	0.0	75.0	70.0	40.0	40.0	11.5	9.11	9.05	0.00	6.84	362.9	252.8	1004.1	252.8	6.43
	5	109.9	-63.0	148.5	328.3	-101.2	-101.2	75.0	70.0	40.0	40.0	11.6	9.11	9.05	9.05	6.84	364.7	-505.6	-1382.8	-505.6	6.43

SOLLECITAZIONI TRASMESSE DALLA STRUTTURA ALLA FONDAZIONE

Forze e momenti si riferiscono ad una striscia larga quanto l'arco ($i = 1.25m$)

Le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti gamma delle azioni esposte nelle tabelle precedenti.

Condiz carico	Sollecitazioni alla base del ritto sinistro			Sollecitazioni alla base del ritto destro		
	Rvert=N	Rorizz=V	Distanza da facciata	Rvert=N	Rorizz=V	Distanza da facciata
	kN	kN (1)	m	kN	kN (1)	m
S.L.U.						
20	553	-224	0.070	418	-158	0.319
21	730	-174	0.247	613	-73	0.630
22	745	-180	0.221	554	-87	0.630
23	830	-164	0.244	527	-101	0.610
S.L.E.						
- Quasi perm.						
41	410	-166	0.070	310	-117	0.319
- Frequente						
51	512	-134	0.246	413	-71	0.560
52	520	-138	0.224	381	-80	0.544
53	568	-129	0.242	366	-90	0.499
- Rara						
61	547	-123	0.299	448	-55	0.617
62	557	-128	0.270	405	-67	0.602
63	621	-116	0.287	384	-80	0.549
SLU sisma						
91	419	-189	0.070	330	-104	0.518
92	386	-194	0.070	303	-111	0.507
93	392	-248	0.070	336	-99	0.630
94	382	-249	0.070	328	-101	0.630

(1) positiva se diretta verso l'esterno della galleria

Incluso peso terra sopra la struttura e spinta della terra contro la struttura.

Escluso peso terra sopra la fondazione.