AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA
PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETÀ DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

CLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:
Dott. Ing. Guido Fiorini

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2 E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

CASSONI A GIORNO ZONA STOCCAGGIO

BANCHINA PETROLI

RELAZIONE DI CALCOLO

MI010P-PE-S-C-R-4154-C0

DATA			
settembre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	M. KARLSSON	P. BUONGIORNO	G. FIORINI
REVISIONE 1			
REVISIONE 2			
REVISIONE 3			

NOME FILE
MI010P-PE-S-C-R-4154-C0 Rel calcolo cassoni giorno zona stoccaggio.doc

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

CASSONI A GIORNO ZONA STOCCAGGIO – BANCHINA PETROLI – RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1 INTRODUZIONE GENERALE 15
1.1 Programma di verifica 18
1.2 Documenti di riferimento 18
1.3 Legislazione di riferimento 20
2 VERIFICA GALLEGGIAMENTO CASSONE 21
3 VERIFICA STABILITA CASSONI 22
3.1 EQU – Fattori parziali 23
3.2 STR & GEO – Fattori parziali 24
4 VERIFICA DI STABILITA' IN FASE PROVVISIONALE/DEFINITIVA 26
4.1 Cassone a q.ta-9.50 27
4.1.1 Condizioni d'esercizio 27
4.1.2 Condizioni sismiche cassoni a q.ta-9.50 30
4.2 Cassoni a q.ta-11.00 31
4.2.1 Condizioni d'esercizio 31
4.2.2 Condizioni sismiche 35
4.3 Cassoni a q.ta-13.00 37
4.3.1 Condizioni d'esercizio (SLU) 37
4.3.2 Condizioni sismiche 42
5 VERIFICA del cemento armato dei cassoni 43
5.1 Dati per le verifiche delle strutture in cemento armato 43
5.1.1 Materiali 43
5.1.2 Copriferro 43
5.2 Solettone area di stoccaggio (D5-D6-E5-E6) - Solettone 52
5.2.1 Verifiche agli SLU (escluso sisma) 52
5.2.2 Verifiche agli SLU fase sismica 63
5.2.3 Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti e rare) 72
5.3 Cassoni Banchina Petroli (H3-H11) - Solettone 81
5.3.1 Verifiche agli SLU (escluso sisma) 82
5.3.2 Verifiche agli SLU fase sismica 92
5.3.3 Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti e rare) 102
5.4 Cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – Fusto 111
5.4.1 Verifiche ferri orizzontali agli SLU 111
5.4.2 Verifiche a taglio fusto 127
5.4.3 Monconi di ripresa e ferri verticali fusto - SLU 130
5.4.4 Verifiche agli SLU azioni sismiche 144
5.4.5 Verifiche ferri orizzontali agli SLE (combinazioni frequenti) 178
5.4.6 Monconi di ripresa e ferri verticali fusto agli SLE (combinazioni freq.) 193
5.4.7 Verifiche ferri orizzontali agli SLE (combinazioni rare) 206

5.4.8 Monconi di ripresa e ferri verticali agli SLE (combinazioni rare) 220
5.5 Verifica pilastri 234
5.5.1 Modulo D5-D6-E5-E6 – SLU (escluso sisma) 235
5.5.2 Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLU (azioni sismiche) 240
5.5.3 Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLE (combinazioni freq.) 247
5.5.4 Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLE (combinazioni rare) 251
5.5.5 Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLU (escluso sisma) 255
5.5.6 Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLU (sisma) 257
5.5.7 Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLE (combinazioni frequenti) 257
5.5.8 Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLE (combinazioni rare) 259
5.6 Verifica solette di copertura cassoni 259
5.7 Pressioni trasmesso allo scanno d'imbasamento 260
5.7.1 Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m^2 – SLU 261
5.7.2 Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m2 – SLE comb. freq. 263
5.7.3 Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m2 – SLE comb. rare 265
5.7.4 Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLU 266
5.7.5 Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLE – comb. frequenti 268
5.7.6 Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLE – comb. rare 269

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1- Planimetria cassoni a giorno 15
Figura 1-2 - Carpenteria cassone con fusto da 21x26.5m 16
Figura 1-3 - Cassoni a giorno - sovraccarichi 17
Figura 4-1 - Protezione temporanea cassone a giorno durante la costruzione 26
Figura 4-2 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo – azioni 27
Figura 4-3 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo-azioni su trave e impalcato cassoni -11.00 (Tr=250anni) –file oltre la 3° 27
Figura 4-4 - Cassone a q.ta-9.50 – diagramma di spinta in fase di cresta. (onda Tr=5anni) 28
Figura 4-5 - Cassone a q.ta-9.50 – diagramma di spinta in fase di cresta. (onda Tr=250anni) 28
Figura 4-6 - Cassone a q.ta-9.50 – diagramma di spinta in fase sismica Westergaard 30
Figura 4-7 - Cassone a q.ta-9.50 – spinte masse aggiunte pilastri 30

Figura 4-8 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo - azioni 31
Figura 4-9 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo-azioni su trave e impalcato cassoni -11.00 (Tr=250anni) – file oltre la 3° 32
Figura 4-10 - Cassone a q.ta-11.00 – diagramma di spinta in fase di cresta(Tr=5anni) 32
Figura 4-11 - Cassone a q.ta-11.00 – diagramma di spinta in fase di cresta(Tr=250anni)-file oltre la 3°fila 33
Figura 4-12 - Cassone a giorno q.-11.00 – carichi verticali 33
Figura 4-13 - Cassone a q.ta-11.00 – diagramma di spinta in fase sismica Westergaard 35
Figura 4-14 - Cassone a q.ta-11.00 – spinte masse aggiunte pilastri 36
Figura 4-15 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo - azioni 38
Figura 4-16 - Cassone a giorno - attacco d'onda obliquo-azioni su trave e impalcato cassoni -11.00 (Tr=250anni) –file oltre la 3° 38
Figura 4-17 - Cassone a q.ta-13.00 – diagramma di spinta in fase di cresta(Tr=5anni) 39
Figura 4-18 - Cassone a q.ta-13.00 – diagramma di spinta in fase di cresta(Tr=250anni)-file oltre la 3°fila 39
Figura 5-1 - Cassoni D5-D6-E5-E6 con giunti 45
Figura 5-2 - Cassone a giorno q.ta-11.00 (Tr=250anni) - Azioni su trave e impalcato cassoni–file oltre la 3° 46
Figura 5-3 - Cassone a q.ta-11.00 – diagramma di spinta in fase di cresta(Tr=250anni)-file oltre la 3°fila 47
Figura 5-4 - Spinta in fase di galleggiamento e affondamento 47
Figura 5-5 - Numerazione celle e setti per verifiche solettone 52
Figura 5-6 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU-M22(escluso sisma) 53
Figura 5-7 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU-M22(escluso sisma) 54
Figura 5-8 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 55
Figura 5-9 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 56
Figura 5-10 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU-V23(escluso sisma) 57
Figura 5-11 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU-V23(escluso sisma) 58
Figura 5-12 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU-V13(escluso sisma) 59
Figura 5-13 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU-V13(escluso sisma) 60
Figura 5-14 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU sisma-M22 63
Figura 5-15 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU sisma-M22 64
Figura 5-16 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU sisma-M11 65

Figura 5-17 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU sisma-M11 66
Figura 5-18 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU sisma-V23 67
Figura 5-19 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU sisma-V23 68
Figura 5-20 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLU sisma-V13 69
Figura 5-21 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLU sisma-V13 70
Figura 5-22 - Solettone Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLE(freq.)-M22 72
Figura 5-23 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLE(freq.)-M22 73
Figura 5-24 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLE(freq.)-M11 74
Figura 5-25 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLE(freq.)-M11 75
Figura 5-26 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLE(rare)-M22 76
Figura 5-27 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLE(rare)-M22 77
Figura 5-28 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo max SLE(rare)-M11 78
Figura 5-29 - Solettoni Cassoni E5-E6-D5-D6 – Inviluppo min SLE(rare)-M11 79
Figura 5-30 - Numerazione celle e setti per verifiche solettone 82
Figura 5-31 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU-M22(escluso sisma) 83
Figura 5-32 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU-M22(escluso sisma) 84
Figura 5-33 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 85
Figura 5-34 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 86
Figura 5-35 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU-V23(escluso sisma) 87
Figura 5-36 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU-V23(escluso sisma) 88
Figura 5-37 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU-V13(escluso sisma) 89
Figura 5-38 - Solettoni Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU-V13(escluso sisma) 90
Figura 5-39 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU sisma-M22 93
Figura 5-40 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU sisma-M22 94
Figura 5-41 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU sisma-M11 95
Figura 5-42 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU sisma-M11 96
Figura 5-43 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU sisma-V23 97
Figura 5-44 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU sisma-V23 98
Figura 5-45 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLU sisma-V13 99
Figura 5-46 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLU sisma-V13 100
Figura 5-47 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLE(freq.)-M22 102
Figura 5-48 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLE(freq.)-M22 103
Figura 5-49 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLE(freq.)-M11 104
Figura 5-50 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLE(freq.)-M11 105
Figura 5-51 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLE(rare)-M22 106
Figura 5-52 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLE(rare)-M22 107
Figura 5-53 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo max SLE(rare)-M11 108
Figura 5-54 - Solettone Cassoni H3-H11 – Inviluppo min SLE(rare)-M11 109
Figura 5-55 - Pianta chiave pareti e setti 112
Figura 5-56 - Parete filo A - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 112
Figura 5-57 - Parete filo A - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 113
Figura 5-58 - Parete filo A - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 113
Figura 5-59 - Parete filo A - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 113

Figura 5-60 - Setto filo B - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 114
Figura 5-61 - Setto filo B - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 114
Figura 5-62 - Setto filo B - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 115
Figura 5-63 - Setto filo B - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 115
Figura 5-64 - Setto filo C - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 116
Figura 5-65 - Setto filo C - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 117
Figura 5-66 - Setto filo C - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 117
Figura 5-67 - Setto filo C - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 117
Figura 5-68 - Setto filo D - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 118
Figura 5-69 - Setto filo D - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 119
Figura 5-70 - Setto filo D - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 119
Figura 5-71 - Setto filo D - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 119
Figura 5-72 - Parete filo E - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 120
Figura 5-73 - Parete filo E - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 121
Figura 5-74 - Parete filo E - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 121
Figura 5-75 - Parete filo E - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 121
Figura 5-76 - Setto F - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 122
Figura 5-77 - Setto F - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 123
Figura 5-78 - Setto F - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 123
Figura 5-79 - Setto F - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 123
Figura 5-80 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 124
Figura 5-81 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 124
Figura 5-82 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 125
Figura 5-83 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 125
Figura 5-84 - Setto G - Inviluppo max SLU-M11(escluso sisma) 126
Figura 5-85 - Setto G - Inviluppo min SLU-M11(escluso sisma) 126
Figura 5-86 - Setto G - Inviluppo max SLU-F11(escluso sisma) 126
Figura 5-87 - Setto G - Inviluppo min SLU-F11(escluso sisma) 127
Figura 5-88 - Parete A - Inviluppo max SLU-V13(escluso sisma) 128
Figura 5-89 - Parete E - Inviluppo max SLU-V13(escluso sisma) 128
Figura 5-90 - Parete A - Inviluppo max SLU-V23(escluso sisma) 129
Figura 5-91 - Parete E - Inviluppo max SLU-V23(escluso sisma) 129
Figura 5-92 - Parete A - Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 130
Figura 5-93 - Parete A - Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 130
Figura 5-94 - Parete A - Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 131
Figura 5-95 - Parete A- Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 131
Figura 5-96 - Setto B- Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 132
Figura 5-97 - Setto B- Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 132
Figura 5-98 - Setto B- Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 133
Figura 5-99 - Setto B- Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 133
Figura 5-100 - Setto C- Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 134
Figura 5-101 - Setto C- Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 134
Figura 5-102 - *Setto C- Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma)* 135

Figura 5-103 - Setto C- Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 135
Figura 5-104 - Setto D- Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 136
Figura 5-105 - Setto D- Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 136
Figura 5-106 - Setto D- Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 136
Figura 5-107 - Setto D- Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 137
Figura 5-108 - Parete E- Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 137
Figura 5-109 - Parete E - Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 138
Figura 5-110 - Parete E - Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 138
Figura 5-111 - Parete E - Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 138
Figura 5-112 - Setto F - Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 139
Figura 5-113 - Setto F - Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 139
Figura 5-114 - Setto F - Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 139
Figura 5-115 - Setto F - Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 140
Figura 5-116 - Setti F/G - Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 140
Figura 5-117 - Setti F/G - Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 141
Figura 5-118 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 141
Figura 5-119 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 141
Figura 5-120 - Setti G - Inviluppo min SLU-M22 (escluso sisma) 142
Figura 5-121 - Setti G - Inviluppo max SLU-M22 (escluso sisma) 142
Figura 5-122 - Setti G - Inviluppo min SLU-F22 (escluso sisma) 142
Figura 5-123 - Setti G - Inviluppo max SLU-F22 (escluso sisma) 142
Figura 5-124 - Pianta chiave pareti e setti 144
Figura 5-125 - Parete filo A - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 144
Figura 5-126 - Parete filo A - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 145
Figura 5-127 - Parete filo A - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 145
Figura 5-128 - Parete filo A - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 145
Figura 5-129 - Setto filo B - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 146
Figura 5-130 - Setto filo B - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 146
Figura 5-131 - Setto filo B - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 147
Figura 5-132 - Setto filo B - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 147
Figura 5-133 - Setto filo C - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 148
Figura 5-134 - Setto filo C - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 148
Figura 5-135 - Setto filo C - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 149
Figura 5-136 - Setto filo C - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 149
Figura 5-137 - Setto filo D - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 150
Figura 5-138 - Setto filo D - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 150
Figura 5-139 - Setto filo D - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 150
Figura 5-140 - Setto filo D - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 151
Figura 5-141 - Parete filo E - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 152
Figura 5-142 - Parete filo E - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 152
Figura 5-143 - Parete filo E - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 152
Figura 5-144 - Parete filo E - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 153
Figura 5-145 - Setto filo F - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 153

Figura 5-146 - Setto filo F - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 154
Figura 5-147 - Setto filo F - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 154
Figura 5-148 - Setto filo F - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 154
Figura 5-149 - Setto filo F/G - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 155
Figura 5-150 - Setto filo F/G - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 155
Figura 5-151 - Setto filo F/G - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 155
Figura 5-152 - Setto filo F/G - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 156
Figura 5-153 - Setto G - Inviluppo max SLU-M11(sisma) 156
Figura 5-154 - Setto G - Inviluppo min SLU-M11(sisma) 157
Figura 5-155 - Setto G - Inviluppo max SLU-F11(sisma) 157
Figura 5-156 - Setto G - Inviluppo min SLU-F11(sisma) 157
Figura 5-157 - Parete A - Inviluppo max SLU-V13(sisma) 158
Figura 5-158 - Parete A - Inviluppo SLU-V23(sisma) 158
Figura 5-159 - Parete B - Inviluppo SLU-V13(sisma) 159
Figura 5-160 - Parete B - Inviluppo SLU-V23(sisma) 159
Figura 5-161 - Parete C - Inviluppo SLU-V13(sisma) 159
Figura 5-162 - Parete C - Inviluppo SLU-V23(sisma) 160
Figura 5-163 - Parete D - InviluppoSLU-V13(sisma) 160
Figura 5-164 - Parete D - Inviluppo SLU-V23(sisma) 160
Figura 5-165 - Parete E - Inviluppo SLU-V13(sisma) 161
Figura 5-166 - Parete E - Inviluppo SLU-V23(sisma) 161
Figura 5-167 - Parete F - Inviluppo SLU-V13(sisma) 161
Figura 5-168 - Parete F - Inviluppo SLU-V23(sisma) 162
Figura 5-169 - Parete F/G - Inviluppo max SLU-V13(sisma) 162
Figura 5-170 - Parete F/G - Inviluppo max SLU-V23(sisma) 162
Figura 5-171 - Parete G - Inviluppo SLU-V13(sisma) 163
Figura 5-172 - Parete G - Inviluppo SLU-V23(sisma) 163
Figura 5-173 - Parete A - Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 165
Figura 5-174 - Parete A - Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 166
Figura 5-175 - Parete A - Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 166
Figura 5-176 - Parete A- Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 166
Figura 5-177 - Setto B- Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 167
Figura 5-178 - Setto B- Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 167
Figura 5-179 - Setto B- Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 168
Figura 5-180 - Setto B- Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 168
Figura 5-181 - Setto C- Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 169
Figura 5-182 - Setto C- Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 169
Figura 5-183 - Setto C- Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 169
Figura 5-184 - Setto C- Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 170
Figura 5-185 - Setto D- Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 170
Figura 5-186 - Setto D- Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 171
Figura 5-187 - Setto D- Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 171
Figura 5-188 - Setto D- Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 171

Figura 5-189 - Parete E- Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 172
Figura 5-190 - Parete E - Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 172
Figura 5-191 - Parete E - Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 173
Figura 5-192 - Parete E - Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 173
Figura 5-193 - Setto F- Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 174
Figura 5-194 - Setto F- Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 174
Figura 5-195 - Setto F - Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 174
Figura 5-196 - Setto F - Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 174
Figura 5-197 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 175
Figura 5-198 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 175
Figura 5-199 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 176
Figura 5-200 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 176
Figura 5-201 - Setti G - Inviluppo min SLU-M22 (sisma) 177
Figura 5-202 - Setti G - Inviluppo max SLU-M22 (sisma) 177
Figura 5-203 - Setti G - Inviluppo min SLU-F22 (sisma) 177
Figura 5-204 - Setti G - Inviluppo max SLU-F22 (sisma) 178
Figura 5-205 - Pianta chiave pareti e setti 179
Figura 5-206 - Parete filo A - Inviluppo min SLE(freq.)-M11 179
Figura 5-207 - Parete filo A - Inviluppo max SLE(freq.)-M11 180
Figura 5-208 - Parete filo A - Inviluppo min SLE(freq.)-F11 180
Figura 5-209 - Parete filo A - Inviluppo max SLE(freq.)-F11 180
Figura 5-210 - Setto filo B - Inviluppo max SLE(freq.)-M11 181
Figura 5-211 - Setto filo B - Inviluppo min SLE(freq.)-M11 181
Figura 5-212 - Setto filo B - Inviluppo max SLE(freq.)-F11 182
Figura 5-213 - Setto filo B - Inviluppo min SLE(freq)-F11 182
Figura 5-214 - Setto filo C - Inviluppo max SLE(freq)-M11 183
Figura 5-215 - Setto filo C - Inviluppo min SLE(freq)-M11 183
Figura 5-216 - Setto filo C - Inviluppo max SLE(freq)-F11 183
Figura 5-217 - Setto filo C - Inviluppo min SLE(freq)-F11 184
Figura 5-218 - Setto filo D - Inviluppo max SLE(freq.)-M11 185
Figura 5-219 - Setto filo D - Inviluppo min SLE(freq.)-M11 185
Figura 5-220 - Setto filo D - Inviluppo max SLE(freq.)-F11 185
Figura 5-221 - Setto filo D - Inviluppo min SLE(freq.)-F11 186
Figura 5-222 - Parete filo E - Inviluppo max SLE(freq)-M11 187
Figura 5-223 - Parete filo E - Inviluppo min SLE(freq)-M11 187
Figura 5-224 - Parete filo E - Inviluppo max SLE(freq)-F11 187
Figura 5-225 - Parete filo E - Inviluppo min SLE(freq)-F11 188
Figura 5-226 - Setto F - Inviluppo min SLE(freq)-M11 188
Figura 5-227 - Setto F - Inviluppo max SLE(freq)-M11 189
Figura 5-228 - Setto F - Inviluppo max SLE(freq)-F11 189
Figura 5-229 - Setto F - Inviluppo min SLE(freq)-F11 189
Figura 5-230 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLE(freq)-M11 190
Figura 5-231 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(freq)-M11 190

Figura 5-232 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLE(freq)-F11 190
Figura 5-233 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(freq)-F11 191
Figura 5-234 - Setto G - Inviluppo max SLE(freq)-M11 191
Figura 5-235 - Setto G - Inviluppo min SLE(freq)-M11 192
Figura 5-236 - Setto G - Inviluppo max SLE(freq)-F11 192
Figura 5-237 - Setto G - Inviluppo min SLE(freq)-F11 192
Figura 5-238 - Parete A - Inviluppo min SLE(freq)-M22 193
Figura 5-239 - Parete A - Inviluppo max SLE(freq)-M22 193
Figura 5-240 - Parete A - Inviluppo min SLE(freq)-F22 194
Figura 5-241 - Parete A- Inviluppo max SLE(freq)-F22 194
Figura 5-242 - Setto B- Inviluppo min SLE(freq)-M22 195
Figura 5-243 - Setto B- Inviluppo max SLE(freq)-M22 195
Figura 5-244 - Setto B- Inviluppo min SLE(freq)-F22 195
Figura 5-245 - Setto B- Inviluppo max SLE(freq)-F22 196
Figura 5-246 - Setto C- Inviluppo min SLE(freq)-M22 196
Figura 5-247 - Setto C- Inviluppo max SLE(freq)-M22 197
Figura 5-248 - Setto C- Inviluppo min SLE(freq)-F22 197
Figura 5-249 - Setto C- Inviluppo max SLE(freq)-F22 197
Figura 5-250 - Setto D- Inviluppo max SLE(freq)-M22 198
Figura 5-251 - Setto D- Inviluppo min SLE(freq)-M22 198
Figura 5-252 - Setto D- Inviluppo min SLE(freq)-F22 199
Figura 5-253 - Setto D- Inviluppo max SLE(freq)-F22 199
Figura 5-254 - Parete E- Inviluppo min SLE(freq)-M22 200
Figura 5-255 - Parete E - Inviluppo max SLE(freq)-M22 200
Figura 5-256 - Parete E - Inviluppo min SLE(freq)-F22 200
Figura 5-257 - Parete E - Inviluppo max SLE(freq)-F22 201
Figura 5-258 - Setto F - Inviluppo min SLE(freq.)-M22 201
Figura 5-259 - Setto F - Inviluppo max SLE(freq)-M22 202
Figura 5-260 - Setto F - Inviluppo min SLE(freq)-F22 202
Figura 5-261 - Setto F - Inviluppo max SLE(freq)-F22 202
Figura 5-262 - Setti F/G - Inviluppo max SLE(freq)-M22 203
Figura 5-263 - Setti F/G - Inviluppo min SLE(freq)-M22 203
Figura 5-264 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(freq)-F22 203
Figura 5-265 - Setti F/G - Inviluppo max SLE(freq)-F22 204
Figura 5-266 - Setti G - Inviluppo min SLE(freq)-M22 204
Figura 5-267 - Setti G - Inviluppo max SLE(freq)-M22 204
Figura 5-268 - Setti G - Inviluppo min SLE(freq)-F22 205
Figura 5-269 - Setti G - Inviluppo max SLE(freq)-F22 205
Figura 5-270 - Pianta chiave pareti e setti 206
Figura 5-271 - Parete filo A - Inviluppo min SLE(rare.)-M11 206
Figura 5-272 - Parete filo A - Inviluppo max SLE(rare)-M11 207
Figura 5-273 - Parete filo A - Inviluppo min SLE(rare)-F11 207
Figura 5-274 - Parete filo A - Inviluppo max SLE(rare)-F11 207

Figura 5-275 - Setto filo B - Inviluppo max SLE(rare)-M11 208
Figura 5-276 - Setto filo B - Inviluppo min SLE(rare)-M11 208
Figura 5-277 - Setto filo B - Inviluppo max SLE(rare)-F11 209
Figura 5-278 - Setto filo B - Inviluppo min SLE(rare)-F11 209
Figura 5-279 - Setto filo C - Inviluppo max SLE(rare)-M11 210
Figura 5-280 - Setto filo C - Inviluppo min SLE(rare)-M11 210
Figura 5-281 - Setto filo C - Inviluppo max SLE(rare)-F11 210
Figura 5-282 - Setto filo C - Inviluppo min SLE(rare)-F11 211
Figura 5-283 - Setto filo D - Inviluppo max SLE(rare)-M11 212
Figura 5-284 - Setto filo D - Inviluppo min SLE(rare)-M11 212
Figura 5-285 - Setto filo D - Inviluppo max SLE(rare)-F11 212
Figura 5-286 - Setto filo D - Inviluppo min SLE(rare)-F11 213
Figura 5-287 - Parete filo E - Inviluppo max SLE(rara)-M11 214
Figura 5-288 - Parete filo E - Inviluppo min SLE(rara)-M11 214
Figura 5-289 - Parete filo E - Inviluppo max SLE(rara)-F11 214
Figura 5-290 - Parete filo E - Inviluppo min SLE(rara)-F11 214
Figura 5-291 - Setto F - Inviluppo max SLE(rare)-M11 215
Figura 5-292 - Setto F - Inviluppo min SLE(rare)-M11 215
Figura 5-293 - Setto F - Inviluppo max SLE(rare)-F11 216
Figura 5-294 - Setto F - Inviluppo min SLE(rare)-F11 216
Figura 5-295 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLE(rare)-M11 217
Figura 5-296 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(rare)-M11 217
Figura 5-297 - Setti fra F/G - Inviluppo max SLE(rare)-F11 217
Figura 5-298 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(rare)-F11 218
Figura 5-299 - Setto G - Inviluppo max SLE(rara)-M11 218
Figura 5-300 - Setto G - Inviluppo min SLE(rara)-M11 219
Figura 5-301 - Setto G - Inviluppo max SLE(rara)-F11 219
Figura 5-302 - Setto G - Inviluppo min SLE(rara)-F11 219
Figura 5-303 - Parete A - Inviluppo min SLE(rare)-M22 220
Figura 5-304 - Parete A - Inviluppo max SLE(rare)-M22 221
Figura 5-305 - Parete A - Inviluppo min SLE(rare)-F22 221
Figura 5-306 - Parete A- Inviluppo max SLE(rare)-F22 221
Figura 5-307 - Setto B- Inviluppo min SLE(rare)-M22 222
Figura 5-308 - Setto B- Inviluppo max SLE(rare)-M22 222
Figura 5-309 - Setto B- Inviluppo min SLE(rare)-F22 223
Figura 5-310 - Setto B- Inviluppo max SLE(rare)-F22 223
Figura 5-311 - Setto C- Inviluppo min SLE(rare)-M22 224
Figura 5-312 - Setto C- Inviluppo max SLE(rare)-M22 224
Figura 5-313 - Setto C- Inviluppo min SLE(rare)-F22 224
Figura 5-314 - Setto C- Inviluppo max SLE(rare)-F22 225
Figura 5-315 - Setto D- Inviluppo max SLE(rare)-M22 226
Figura 5-316 - Setto D- Inviluppo min SLE(rare)-M22 226
Figura 5-317 - Setto D- Inviluppo min SLE(rare)-F22 226

Figura 5-318 - Setto D- Inviluppo max SLE(rare)-F22 227
Figura 5-319 - Parete E- Inviluppo min SLE(rara)-M22 227
Figura 5-320 - Parete E - Inviluppo max SLE(rara)-M22 228
Figura 5-321 - Parete E - Inviluppo min SLE(rara)-F22 228
Figura 5-322 - Parete E - Inviluppo max SLE(rara)-F22 228
Figura 5-323 - Setto F - Inviluppo min SLE(rare)-M22 229
Figura 5-324 - Setto F - Inviluppo max SLE(rare)-M22 229
Figura 5-325 - Setto F - Inviluppo min SLE(rare)-F22 230
Figura 5-326 - Setto F - Inviluppo max SLE(rare)-F22 230
Figura 5-327 - Setti F/G - Inviluppo max SLE(rara)-M22 231
Figura 5-328 - Setti F/G - Inviluppo min SLE(rara)-M22 231
Figura 5-329 - Setti fra F/G - Inviluppo min SLE(rara)-F22 231
Figura 5-330 - Setti F/G - Inviluppo max SLE(rara)-F22 232
Figura 5-331 - Setti G - Inviluppo min SLE(rara)-M22 232
Figura 5-332 - Setti G - Inviluppo max SLE(rara)-M22 233
Figura 5-333 - Setti G - Inviluppo min SLE(rara)-F22 233
Figura 5-334 - Setti G - Inviluppo max SLE(rara)-F22 233
Figura 5-335 - Cassone – numerazione pilastri – numerazione assi e pilastri 234
Figura 5-336 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{max}(compressione) 236
Figura 5-337 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{min} (trazione) 236
Figura 5-338 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 237
Figura 5-339 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 237
Figura 5-340 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{max}(compressione) 238
Figura 5-341 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{min} 238
Figura 5-342 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 239
Figura 5-343 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 239
Figura 5-344 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{max}(compressione) 240
Figura 5-345 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{min} 241
Figura 5-346 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 241
Figura 5-347 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 242

Figura 5-348 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{min} 242
Figura 5-349 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{max} 243
Figura 5-350 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 243
Figura 5-351 - Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 244
Figura 5-352 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{max}(compressione) 245
Figura 5-353 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione P_{min} 245
Figura 5-354 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 246
Figura 5-355 - Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 246
Figura 5-356 - Sovrastruttura banchina petroli in corrispondenza bitta/parabordo – sezione trasversale 256
Figura 5-357 - Modulo Winkler di sottofondo e schema identificativo cassoni 260
Figura 5-358 - SLU - Cassoni D5-D6-E5-E6(-11) cedimento verticale [mm] 261
Figura 5-359 - SLU(sisma) - Cassoni D5-D6-E5-E6(-11) cedimento verticale [mm] 262
Figura 5-360 - SLE(freq.) - Cassoni D5-D6-E5-E6(-11) cedimento verticale [mm] 263
Figura 5-361 - SLE(rare) - Cassoni D5-D6-E5-E6(-11) cedimento verticale [mm] 265
Figura 5-362 - SLU - Cassoni H3-H11(-13) cedimento verticale [mm] 266
Figura 5-363 - SLU(sisma) - Cassoni H3-H11(-13) cedimento verticale [mm] 267
Figura 5-364 - SLE(freq.) - Cassoni H3-H11 cedimento verticale [mm] 268
Figura 5-365 - SLE(rare) - Cassoni H3-H11 cedimento verticale [mm] 269

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1 - Cassone a giorno q.-13.00 – carichi verticali 40
Tabella 5-1 - Cassoni E5-E6/D5-D6 – Verifiche agli SLU 61
Tabella 5-2 - Cassoni E5-E6/D5-D6 – Verifiche agli SLE – combinazioni frequenti 80
Tabella 5-3 - Cassoni E5-E6/D5-D6 – Verifiche agli SLE – combinazioni rare 81
Tabella 5-4 - Cassoni H3-H11 – Verifiche agli SLU 91
Tabella 5-5 - Cassoni H3-H11 – Verifiche agli SLU fase sismica 101
Tabella 5-6 - Cassoni H3-H11 – Verifiche agli SLE combinazioni frequenti 110
Tabella 5-7 - Cassoni H3-H11 – Verifiche agli SLE – combinazioni rare 111

1 INTRODUZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione è la verifica del cemento armato dei cassoni a giorno per la piattaforma a giorno per il realizzo del terminal container di Maersk a Vado Ligure (vedere figura 1 per planimetria).

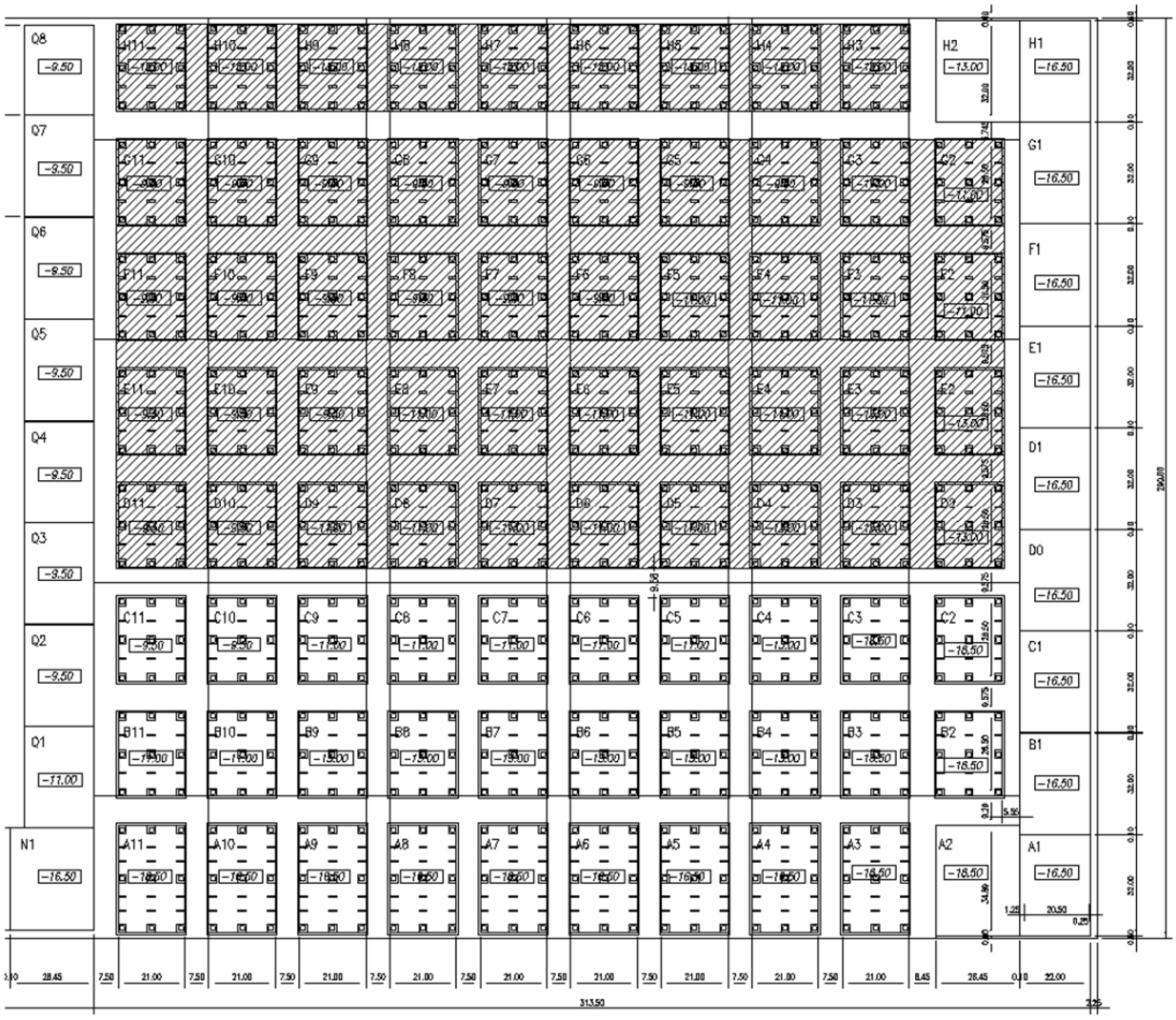


FIGURA 1-1- PLANIMETRIA CASSONI A GIORNO

I cassoni della piattaforma e della banchina petroli hanno la seguente geometria:

Cassone solettone 22x27m con fusto 21x26.5m con altezze di 18.17m/14.67m/12.67m/11.17m

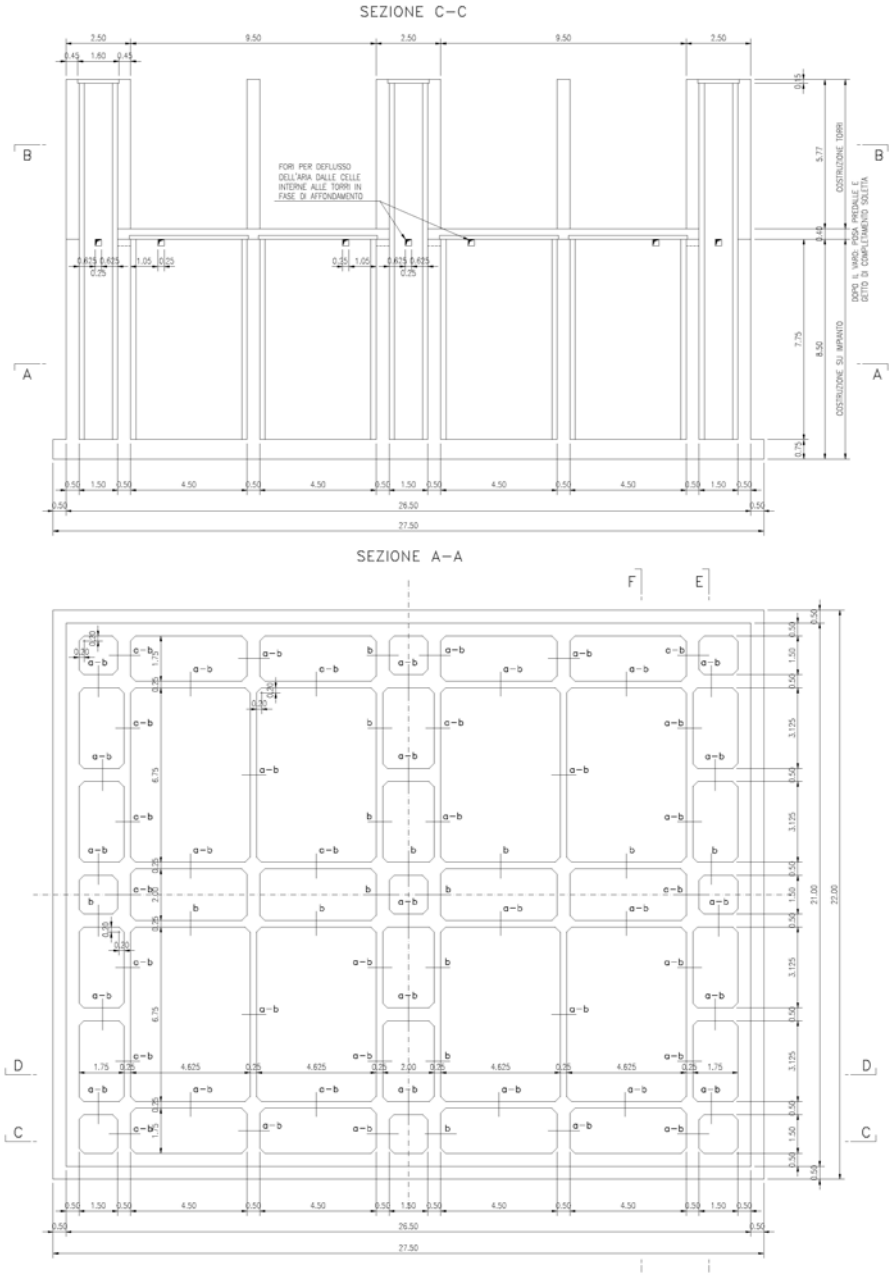


FIGURA 1-2 - CARPENTERIA CASSONE CON FUSTO DA 21X26.5M

I sovraccarichi sull'impalcato sono di 20/40/92.2(9.4t/m^2) kPa

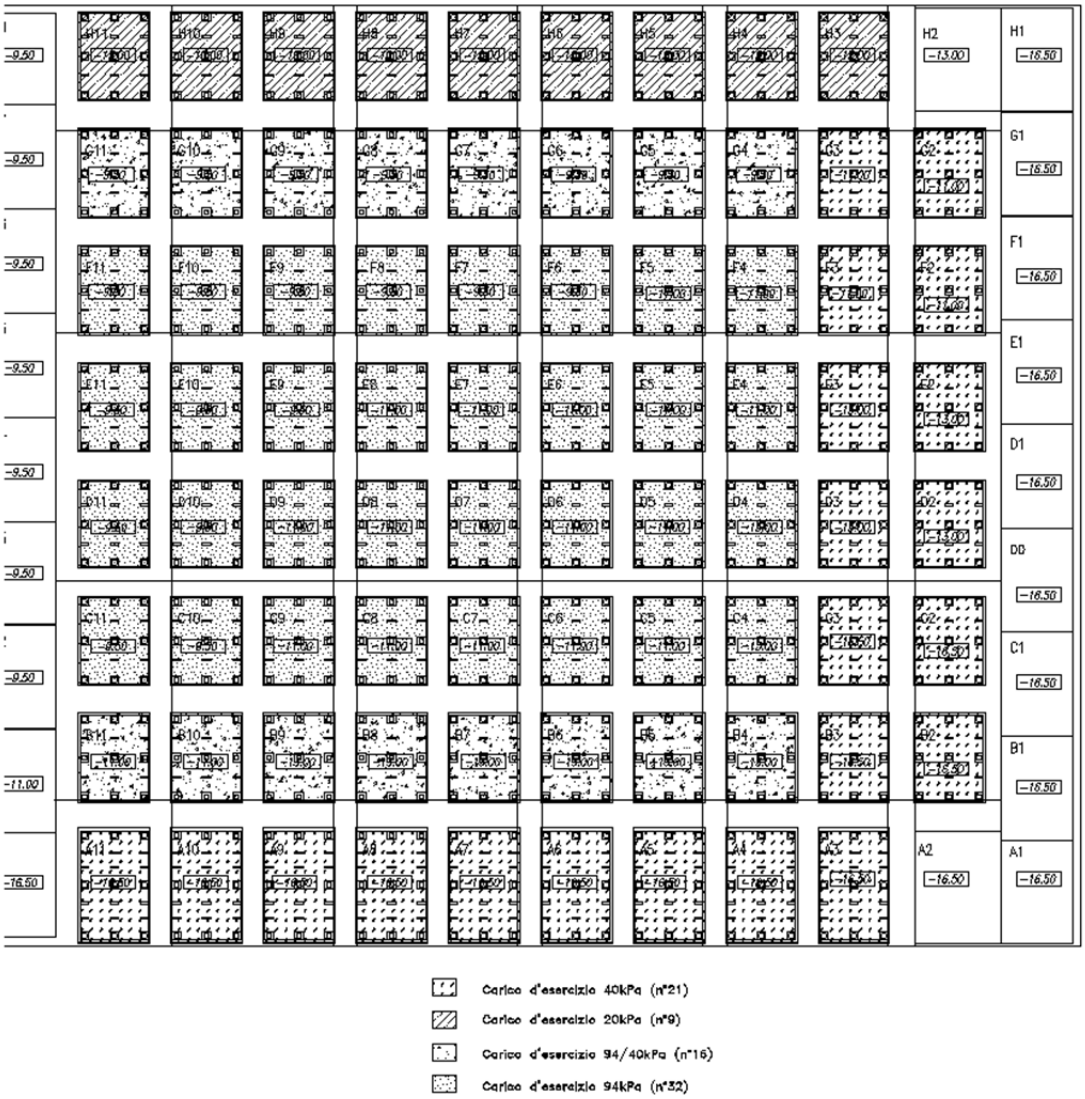


FIGURA 1-3 - CASSONI A GIORNO - SOVRACCARICHI

Programma di verifica

Di seguito si riportano le verifiche per le varie fasi di costruzioni dei cassoni.

Le verifiche sono state raggruppate nei capitoli della presente relazione come segue:

Cap. 2 - Verifica di galleggiamento cassoni

Cap. 3 - Verifica di stabilità cassoni in fase provvisionale

Cap. 4 - Verifica di stabilità cassoni in fase definitiva

Cap. 5 - Verifica di cemento armato cassoni

Documenti di riferimento

I pesi specifici e i dati di calcolo utilizzati sono stati tratti dal Progetto Definitivo presentato al Consiglio Superiore per i Lavori Pubblici di Marzo 2010 nonché dal Progetto Esecutivo Fase 1 di Luglio 2012.

In particolare si fa riferimento alle seguenti relazioni

Progetto Defintivo		
MI010P-PD-G-Z-R-1001-C4	Marzo 2010	Relazione Descrittiva Generale
MI010P-PD-G-G-R-1121-C3	Gennaio 2010	Rapporto Geotecnico – Calcolo dei Cedimenti e della stabilità delle opere – Verifiche Normative
MI010P-PD-S-C-R-1001-C2	Giugno 2009	Area a giorno – Cassoni di reggispinta – Relazione di calcolo
MI010P-PD-G-L-R-1109-C2	Giugno 2009	Relazione Meteomarina
MI010P-PD-G-Z-R-1111-C3	29/01/2010	Valutazione della pericolosità sismica e verifica di liquefazione
MI010P-PD-G-N-R-1115-C2	Giugno 2009	Dimensionamento delle strutture di accosto e verifica degli schemi di ormeggio
Progetto Esecutivo – Fase 1		
MI010P-PD-G-Z-R-1001-C1	Luglio 2012	Relazione Descrittiva Generale
MI010P-PD-G-L-R-1101-C0	Luglio 2012	Relazione Meteomarina

Dati Opera (DM 14/01/2008; Cap.2)

- Vita Nominale del opera V_N	50	Anni
- Classe d'uso	II	
- Periodo di riferimento per l'azione sismica Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con probabilità di superamento del 10% nel periodo di riferimento	475	Anni

Pesi materiali

- Peso calcestruzzo armato cassone	25.00	kN/m^3
- Peso calcestruzzo sovrastruttura	24.50	kN/m^3
- Peso pavimentazione	20.00	kN/m^3
- Peso acqua di mare	10.10	kN/m^3

Caratteristiche geotecniche materiali di scanno

- Angolo d'attrito rinfianco ρ'k	34	°
- Angolo d'attrito scanno d'imbasamento	45	°
- Angolo d'attrito scanno-cassone 2/3 ρ'k	30	°

Quote

- Quota di sommità sovrastruttura fase definitiva	+4.50	m
- Quota d'imbasamento cassone fase definitiva	-9.50/-11/-13/-16.50	m
- Quota superiore cassone	+1.67	m

Livelli mare

- Marea massima	+0.50	m
- Marea minima	-0.33	m
- Livello mare considerate per verifiche cassone nella fase di esercizio (1.5xMarea)	-0.50/+0.00/+0.75	m

Onde

- Altezza d'onda di calcolo fase di cresta $H_{1/20}$	1.40 H_S	
- Altezza d'onda di calcolo fase di cavo $H_{1/100}$	1.67 H_S	

Sovraccarichi

- Sovraccarico zona stoccaggio container per verifiche c.a. cassone	9.4	t/m^2
- Sovraccarico zona stoccaggio container per verifiche geotecniche (fondazioni)	7.5	t/m^2

Gru piazzali RMG (banchina container)

- Interasse rotaie	22.5	m
- Numero ruote / carrello	4	
- Interasse fra ruote	1.2	m
- Carico verticale (420kN/ruota x 4ruote / 5.6m)	300	kN/m
- Carico orizzontale (260kN/angolo / 5.6m)	46.5	kN/m

Parabordi Banchina petroli

- Parabordi SCN 1100 E2.0 interasse (in corrispondenza pilastri)	18.5/19.27	m
- Reazione parabordo	1115	kN

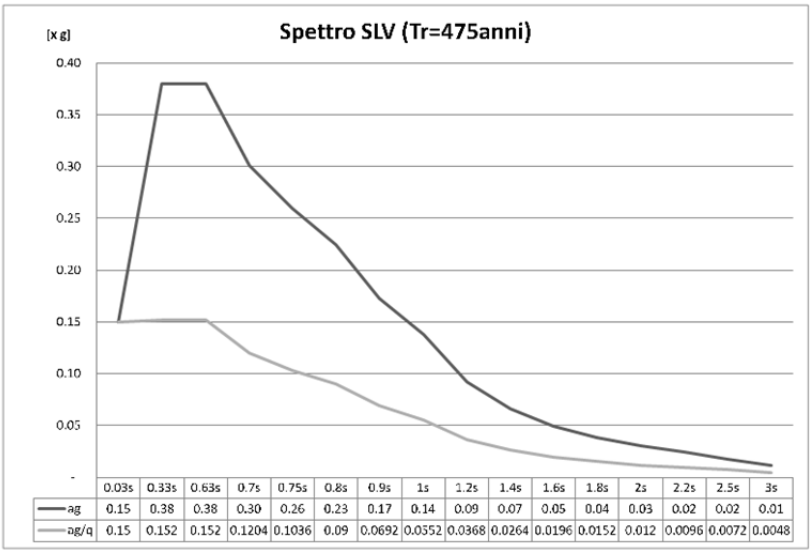
Bitte Banchina petroli

- Bitte interasse nominale interasse (in corrispondenza pilastri)	18.5/19.27	m
- Tiro bitta	500	kN

Sisma

- Sisma limite di salvaguardia della vita (SLV) Tr=475anni a_g	0.15g	
- Sisma utilizzato per le verifiche in fase sismica	0.15g	
- Fattore di struttura utilizzato per verifiche agli SLV q	2.5	
- Coefficiente sismico verticale verifiche sismiche k_v=0.5x k_h	0.018	

Per quanto riguarda il sisma si è considerato lo seguente spettro di risposta per SLV ridotto con il fattore q.



	0.03s	0.33s	0.63s	0.7s	0.75s	0.8s	0.9s	1s	1.2s	1.4s	1.6s	1.8s	2s	2.2s	2.5s	3s
ag	0.15	0.38	0.38	0.30	0.26	0.23	0.17	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
ag/q	0.15	0.152	0.152	0.1204	0.1036	0.09	0.0692	0.0552	0.0368	0.0264	0.0196	0.0152	0.012	0.0096	0.0072	0.0048

Legislazione di riferimento

Nell'ambito della presente relazione si è applicata la seguente normativa:

Legge 05/11/1971 n. 1086	-	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
Circolare Min. LL.PP. 14/02/1974 n. 11951	-	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
Circolare Min. LL.PP. 1996	-	Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime
D.M. 14/1/2008	-	Norme Tecniche per le Costruzioni
Circolare n°617 2/2/2009 CS.LL.PP	-	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
Eurocodici		
EAU 2004 8th Edition	-	Recommendations of the Committee for Waterfront Structures Harbours and Waterways

2 VERIFICA GALLEGGIAMENTO CASSONE

Di seguito si riportano le dimensioni del cassoni con le verifiche di galleggiamento per le varie fasi di costruzioni che sono:

1. Costruzione parte bassa
2. Posa predalles e getto di completamento parte bassa
3. Costruzione pilastri

	Cassoni fusto 21x26.5			
	-16.5	-13	-11	-9.5
Vcls[MC] con solette	2176	1876	1737	1641
altezza pt bassa	10.20	8.90	8.25	7.85
altezza pilastri	7.97	5.77	4.42	3.32
altezza totale	18.17	14.67	12.67	11.17
imm[M]	9.59	8.27	7.66	7.21
w[M]	1.42	2.56	3.19	3.67
franco basso [M]	0.61	0.63	0.59	0.64

I dati si riferiscono alla terza fase.

3 VERIFICA STABILITA CASSONI

Si riportano di seguito le verifiche di stabilità generale delle sezioni tipo.

Verifiche a s.l.u.

In conformità con quanto previsto dal DM 14/1/2008, per la verifica della struttura si sono utilizzati i seguenti approcci:

Approccio	*Combinazione*
1 o 2	A1+M1+R1 e A2+M2+R2 o A1+M1+R3
EQU	EQU+M2

Per quanto riguarda i coefficienti parziali da utilizzare per le azioni e per i parametri del terreno nelle verifiche, si rimanda alle tabelle riportate di seguito.

Coefficienti parziali

		γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.30	1.00
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30

		γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	tan ϕ'	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25

Combinazioni di carico

In ciascuna combinazione le azioni variabili sono ridotte per tener conto della probabilità della contemporaneità degli eventi.

Nel seguito sono riportati i valori utilizzati nel calcolo, tenendo presente che:

- ψ_{0i} è il coefficiente di combinazione applicato ai carichi variabili secondari nelle combinazioni a s.l.u. e nelle combinazioni rare, moltiplicato rispettivamente per γ_{Qi} e per 1.0;
- ψ_{1i} è il coefficiente di combinazione applicato al carico variabile principale nelle combinazioni frequenti;
- ψ_{2i} è il coefficiente di combinazione applicato ai carichi variabili secondari nelle combinazioni frequenti, a tutti i carichi variabili nelle combinazioni quasi permanenti e ai carichi variabili in combinazione sismica.

	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Sovraccarico	1.0	0.9	0.8
Tiro bitta/ Parabordo	0.6	0.2	0
Onde	0.6	0.2	0
Variazioni termiche	0.6	0.5	0
Gru	0.7	0.7	0.6

Per la verifica di stabilità in fase sismica si considera soltanto il sovraccarico.

Per quanto riguarda l'attrito fra manufatto e scanno d'imbasamento:

Combinazioni A1-M1:

μ=tan(0.67x45°) = 0.577, si assume il valore 0.58

Combinazioni A2-M2(sisma):

φ= arctan(tan(45°)/1.25) = 38.66°

μ=tan(0.67x38.66°) = 0.486, si assume il valore 0.48

EQU – Fattori parziali

Fattori parziali per azioni γ_F

Azione	**Valore**
Permanente	
Destabilizzante $\gamma_{G;dst}$	1.1
Stabilizzante $\gamma_{G;stb}$	0.9
Variabile	

Destabilizzante $\gamma_{Q;dst}$	1.5
Stabilizzante $\gamma_{Q;stb}$	0.0

Fattori parziali per terreno γM

Parametro terreno	**Valore**
Angolo d'attrito $\gamma_{\varphi'}$ (da applicare a tg(φ'))	1.25
Coesione Stabilizzante $\gamma_{c'}$	1.25
Resistenza a taglio non drenata γ_{cu}	1.40
Resistenza non confinata γ_{qu}	1.40
Peso γ_{γ}	1.00

STR & GEO – Fattori parziali

Per le verifiche per SLU STR e GEO bisogna applicare set A1-M1 e A2-M2 con valori come esposti sotto.

Fattori parziali per azioni γ_F

Azione	**Set**	
	A1	**A2**
Permanente		
Destabilizzante γ_G	1.30	1.00
Stabilizzante γ_G	1.00	1.00
Variabile		
Destabilizzante γ_Q	1.50	1.30
Stabilizzante γ_Q	0.00	0.00

Fattori parziali per terreno γ_M

Resistenza	**set**		
	R1	**R2**	**R3**
Portanza $\gamma_{R;v}$	1.0	1.0	1.4
Scorrimento $\gamma_{R;h}$	1.0	1.0	1.1
Resistenza terreno stabilità globale $\gamma_{R;e}$	1.0	1.0	1.4

Fattori parziali per terreno γ_M

Parametro terreno	**Set**	
	M1	**M2**

Angolo d'attrito $\gamma_{\varphi'}$ (da applicare a tg(φ'))	1.00	1.25
Coesione Stabilizzante $\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza a taglio non drenata γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza non confinata γ_{qu}	1.00	1.40
Peso γ_{γ}	1.00	1.00

4 VERIFICA DI STABILITA' IN FASE PROVVISIONALE/DEFINITIVA

Per le verifiche di stabilità si considerano due configurazioni:

1. Cassone affondato non riempito senza impalcato con onda: con periodo di ritorno di 5 anni
2. Cassone affondato ed eventualmente riempito con impalcato con onda con periodo di ritorno di 250 anni.
3. Cassone affondato ed eventualmente riempito con impalcato con un evento sismico.

Per la fase definitiva (periodo di ritorno dell'onda di 250anni) si distingue fra le prime tre file di cassoni lato banchina container (più esposte) e oltre la terza fila (più protette).

Per l'onda con periodo di ritorno di 5 anni si prevede una protezione provvisoria dei cassoni a giorno con i cassoni tradizionali come riportato nella planimetria di seguito.

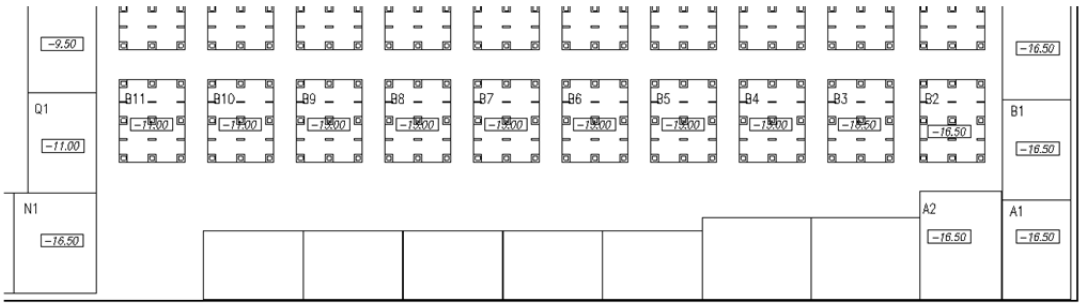


FIGURA 4-1 - PROTEZIONE TEMPORANEA CASSONE A GIORNO DURANTE LA COSTRUZIONE

[redacted]Cassone a q.ta-9.50

[redacted]Condizioni d'esercizio

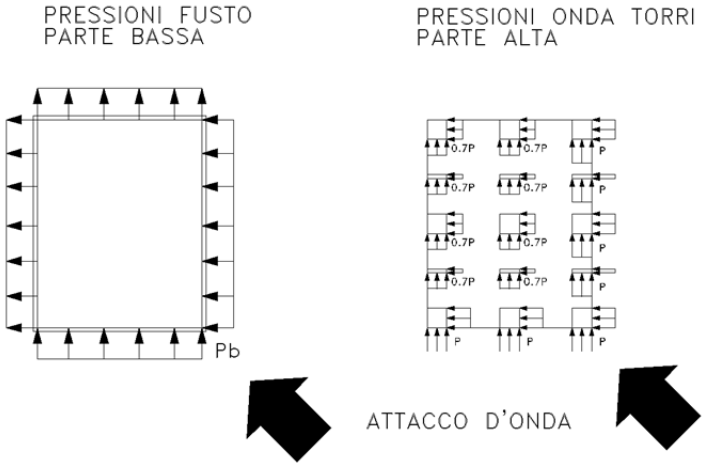


FIGURA 4-2 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO – AZIONI

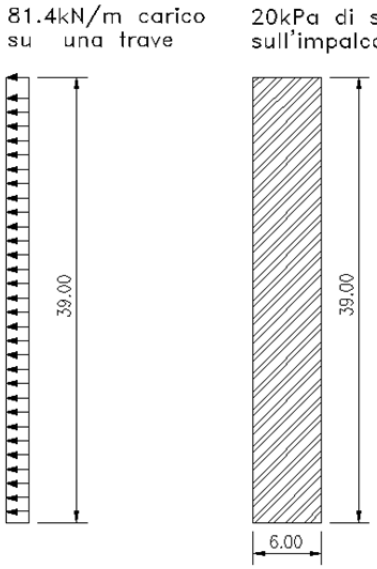


FIGURA 4-3 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO-AZIONI SU TRAVE E IMPALCATO CASSONI -11.00 (TR=250ANNI) –FILE OLTRE LA 3°

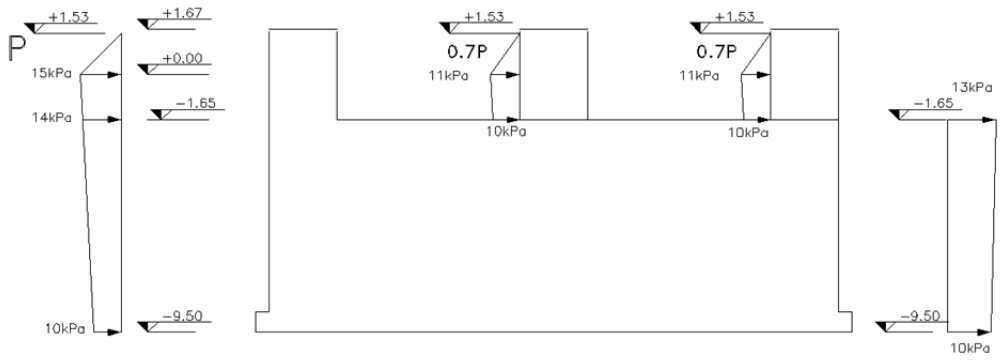


FIGURA 4-4 - CASSONE A Q.TA-9.50 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA. (ONDA TR=5ANNI)

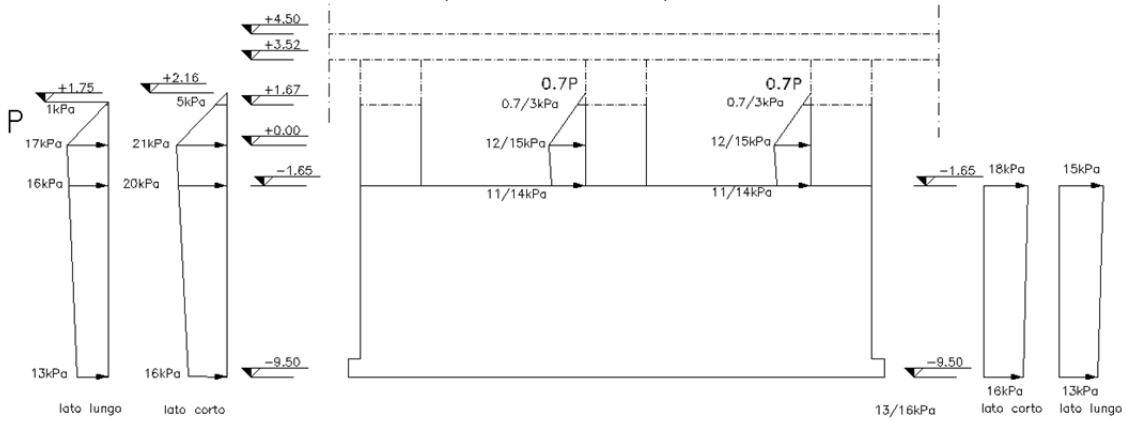


FIGURA 4-5 - CASSONE A Q.TA-9.50 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA. (ONDA TR=250ANNI)

Di seguito si riporta una tabella con il calcolo del peso del cassone gravante compreso di travi e di impalcato.

	Peso	**Pscanno**
1) Peso cassone riempito d'acqua sottospintato	**25431kN**	**42.0Pa (27.5x22m)**
2) Travi n°3 L=(26.5+9.575) 36m/cad	7628kN	
3) Impalcato 80cm 0.8x25x(28.5x36)	20520kN	
4) Pavimentazione 18cm 0.18x20x1026	3694kN	
Totale impalcato	**31842kN**	**52.6kPa**
Totale con impalcato	**57273kN**	**94.7kPa**

Si trascura l'azione verticale delle onde.

Verifica cassone a giorno a q.-9.50 soggetto ad onda obliquo 45°- senza impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 5anni

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	25431	kN	
Peso cassone sottospintato senza impalcato		**25431**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -9.50 a -1.65 - cresta	94kN/m	1974	2491	kN
Spinta Onda Pt bassa da -9.50 a -1.65 - cavo	90kN/m	1890	2385	kN
Spinta pilastri interni(0.7P) da-1.65 a +1.67; 64kN/t x 4	256kN/lato	256	256	kN
Spinta pilastri esterni (P) da -1.65 a +1.67;89kN/t x 5	445kN/lato	445	445	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -1.65 a +1.67; 64kN/p x 4	256kN	256	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -1.65 a +1.67;16kN/p x 4	64kN	-	64	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -1.65 a +1.67;18kN/p x2	36kN		36	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -1.65 a +1.67;89kN/p x 2	178kN	178	-	kN
	Spinta totale cassone	**4999**	**5677**	**kN**
	N totale		**25431**	**kN**
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)				
Ff = $1.5x(4999^2+5677^2)^{0.5}$	1.5x7564	11346		kN
N = 1.0xpp	1.0x25431	25431		kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x25431/11346		**1.30**	**>1.1**

Verifica cassone a giorno a q.-9.50 soggetto ad onda obliquo 45°- con impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 250anni – oltre 3° fila

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	23293	kN	
Peso impalcato	N=	31843	kN	
Peso cassone con impalcato		**55136**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -9.50 a -1.65 – cresta	141/114kN/m	2961	3021	kN
Spinta Onda Pt bassa da -9.50 a -1.65 – cavo	133/110kN/m	2793	2915	kN
Spinta pilastri int.(0.7P) da -1.65 +1.67; 100/74kN/t x 4	400/296kN/lato	400	296	kN
Spinta pilastri est. (P) da -1.65 a +1.67;141/105kN/t x 5	705/525kN/lato	705	525	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -1.65 a +1.67; 100kN/p x 4	400kN	400	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -1.65 a +1.67;15kN/p x 4	60kN	-	60	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -1.65 a +1.67;21kN/p x2	42kN		42	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -1.65 a +1.67;141kN/p x 2	282kN	282	-	kN
	Spinta totale cassone	**7550**	**6859**	kN
Sforzo orizzontale sulle travi risultante	81.4kN/mx39m		3175	kN
	Spinta totale cassone	**7550**	**10034**	**kN**
Sottospinta verticale su impalcato	20kPax6x39m	-4680		kN

Risultante verticale a q.ta-1.65	90%x835kN	752	kN
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)			
Ff = 1.5x(7550^2+10034^2)$^{0.5}$	1.5x12557	18836	kN
N =	1.0x55136-1.5x(6930-752)	45869	kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x45869/18836	**1.41**	**≥1.1**

Condizioni sismiche cassoni a q.ta-9.50

La verifica di stabilità in fase sismica è stata valutata con il metodo pseudo statico utilizzando una accelerazione orizzontale di 0.15g ed una verticale di 0.075g. Oltre le masse sono state applicate le pressioni idrodinamiche dovute alla spinta dell'acqua nonché le masse addizionali per quanto riguarda i pilastri in accordo con quanto prescritto dalla EC8:Pt2:Ponti.

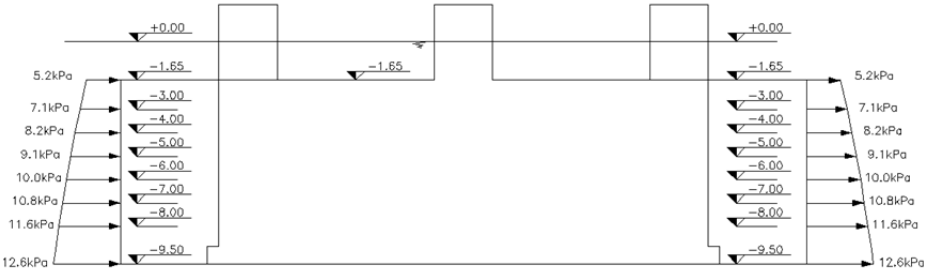


FIGURA 4-6 - CASSONE A Q.TA-9.50 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE SISMICA WESTERGAARD

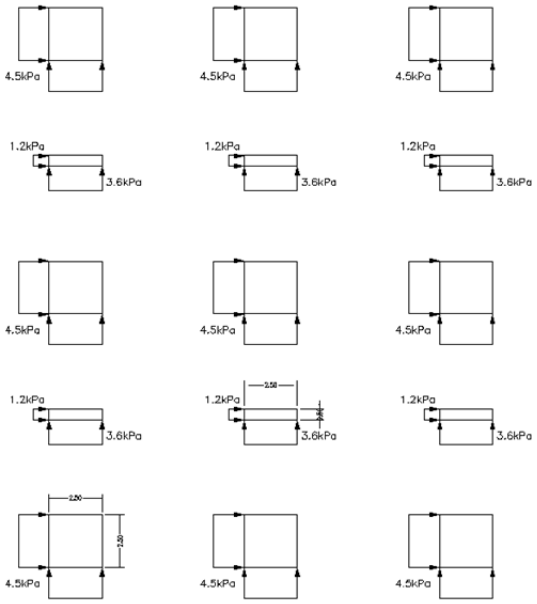


FIGURA 4-7 - CASSONE A Q.TA-9.50 – SPINTE MASSE AGGIUNTE PILASTRI

Verifica cassone a giorno a q.-9.50 in fase sismica

Masse		**I_o (x0.15)**	**I_v(x0.075)**	
Peso cassone 1640.64m^3 x 25kN/m^3	41016kN	6152kN	3076kN	
Peso acqua celle 2950.6m^3 x 10.1kN/m^3	29801kN	4470kN	2235kN	
Sottospinta acqua solettone 10.1kN/m^3 x (27.5x22x0.75)m^3	-4416kN			
Sottospinta acqua fusto 10.1x(26.5x21x7.1)	-39907kN			
Sottospinta pilastri da -1.65 a 0.0;10.1x(9x2.5x2.5+6x2.5x0.5)x1.65	-1063kN			
Peso cassone sottospintato riempito d'acqua	**25431kN**			
Peso impalcato	**31842kN**	10622	5311	kN
Peso cassone con impalcato sottospintato	**57273kN**			
Spinta sismica orr/Sp. Sismica verticale		**10622**	**5311**	**kN**
Spinte orizzontali Westergaard e masse aggiunte		Lato 21m	L 26.5m	
Westerg. -9.5 a -1.65; 0.15x7/12x10.1x(9.5^2-9.5$^{1/2}$x1.65$^{3/2}$)	74kN/m	1554	1961	kN
Spinta Westerg. lato opposta -9.5 a -1.65	74kN/m	1554	1961	kN
Spinta massa agg. pilastri n°2.5x2.5m;-1.65 a 0.00; 9x11.2x1.65	166.3kN/lato	166	166	kN
Spinta massa agg. pilastri 0.5x2.5;-1.65 a 0.00;6x0.6x1.65	5.9kN/lato	-	6	kN
Spinta massa agg. pilastri 2.5x0.5;-1.65 a 0.00;6x9x1.65	89kN/lato	89	-	kN
Spinta orizzontale		3363	4094	kN
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+EQ(kv+) (A2-M2-R2)		Lato 21m	Lato 26.5m	
Ff =3363/4094+10622		13985	14716	kN
Sforzo vertical netto N; 57573-5311 =		52262	52262	kN
Scorrimento FS=0.48xN/Ff=		1.79	1.70	≥ 1.0

[redacted]Cassoni a q.ta-11.00

[redacted]Condizioni d'esercizio

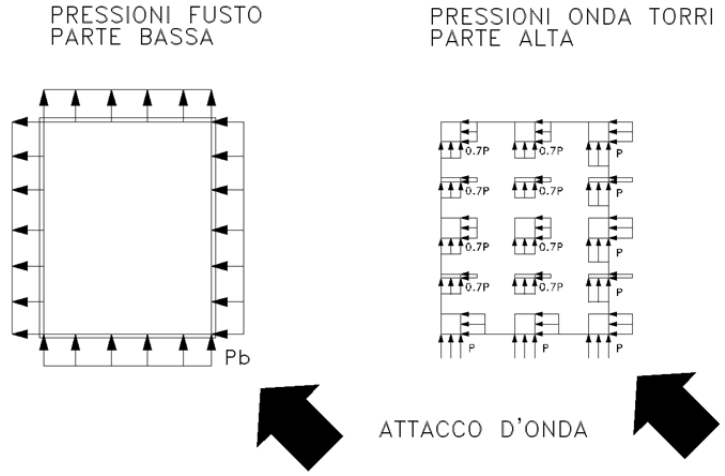


FIGURA 4-8 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO - AZIONI

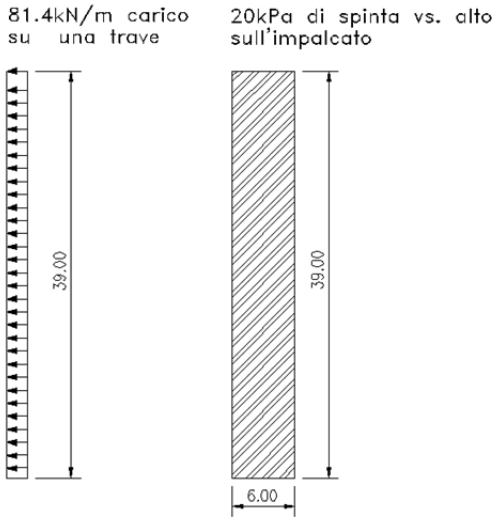


FIGURA 4-9 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO-AZIONI SU TRAVE E IMPALCATO CASSONI -11.00 (TR=250ANNI) – FILE OLTRE LA 3°

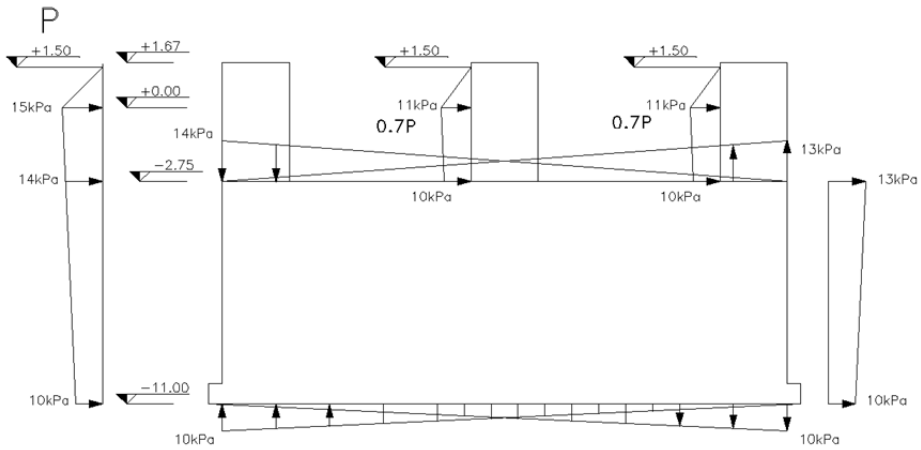


FIGURA 4-10 - CASSONE A Q.TA-11.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA(TR=5ANNI)

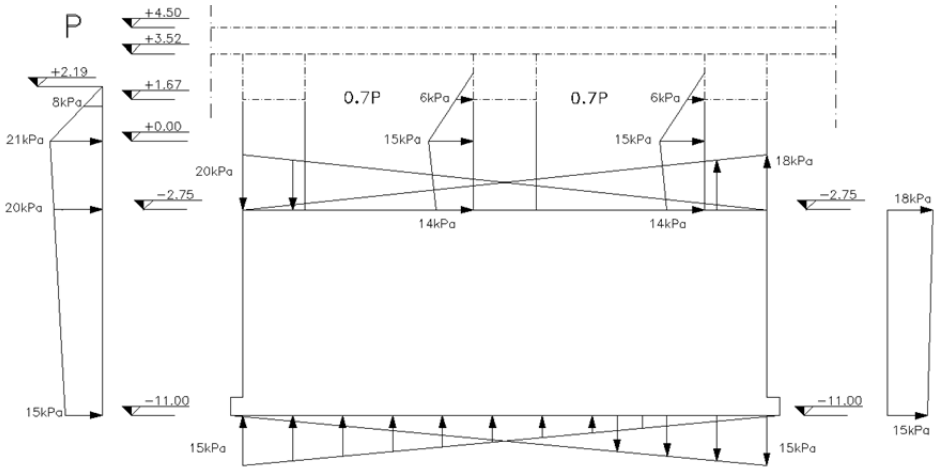


FIGURA 4-11 - CASSONE A Q.TA-11.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA(TR=250ANNI)-FILE OLTRE LA 3°FILA

Di seguito si riporta una tabella con il calcolo del peso del cassone gravante compreso di travi e di impalcato.

	Peso	Pscanno
1. Peso cassone riempito d'acqua sottospintato	**26679kN**	**44.1kPa (27.5x22)**
2. Travi n°3 L=36m/cad	7628kN	
3. Impalcato 80cm 0.8x25x(28.5x36)	20520kN	
4. Pavimentazione 18cm 0.18x20x1026	3694kN	
Totale impalcato	**31842kN**	**52.6kPa**
Totale cassone con impalcato	**58521kN**	**96.7kPa**

FIGURA 4-12 - CASSONE A GIORNO Q.-11.00 – CARICHI VERTICALI

Non si considera le spinte verticali sotto e sopra il cassone che numericamente si annullano.

Verifica cassone a giorno a q.-11.00 soggetto ad onda obliquo 45°- senza impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 5anni

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	26679	kN	
	Peso cassone sottospintato	**26679**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -11.0 a -2.75 – cresta	99kN/m	2079	2624	kN
Spinta Onda Pt bassa da -11.0 a -2.75 – cavo	95kN/m	1995	2518	kN
Spinta pilastri interni(0.7P) da -2.75 +1.5; 93kN/t x 4	372kN/lato	372	372	kN

Spinta pilastri esterni (P) da -2.75 a +1.5;128kN/t x 5	640kN/lato	640	640	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -2.75 a +1.5; 93kN/p x 4	372kN	372	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -2.75 a +1.5; 19kN/p x 4	76kN	-	76	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -2.75 a +1.5;26kN/p x2	52kN	52	-	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -2.75 a +1.5;128kN/p x 2	256kN	-	256	kN
	Spinta	**5510**	**6486**	kN
	N totale	**26679**		**kN**
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)				
Ff = 1.5x(5510^2+6486^2)$^{0.5}$	1.5x8510		12765	kN
N = 1.0xpp	1.0x26679		26679	kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x26679 /12765		**1.21**	**>1.1**

Verifica cassone a giorno a q.-11.00 soggetto ad onda obliquo 45°- con impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 250anni – oltre 3° fila

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	26679	kN	
	Impalcato	31842	kN	
	Peso cassone sottospintato con impalcato	**58521**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -11.0 a -2.75 cresta	144kN/m	3024	3816	kN
Spinta Onda Pt bassa da -11.0 a -2.75 cavo	136kN/m	2856	3604	kN
Spinta pilastri int.(0.7P) da -2.75 +1.67; 144kN/t x 4	576kN/lato	576	576	kN
Spinta pilastri est. (P) da -2.75 a +1.67;201kN/t x 5	1005kN/lato	1005	1005	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -2.75 a +1.67; 144kN/p x 4	576kN	576	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -2.75 a +1.67;29kN/p x 4	116kN	-	116	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -2.75 a +1.67;40kN/p x2	80kN	80	-	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -2.75 a +1.67;201kN/p x 2	402kN	-	402	kN
	Spinta	**8117**	**9519**	kN
Sforzo orizzontale sulle travi risultante	81.4kN/mx39m		3175	kN
	Spinta totale	**9916**	**12694**	**kN**
Sottospinta verticale su impalcato	20kPax6x39m	-4680		kN
Risultante sp. verticali a q.ta-2.75 al netto delle pilastri	1113kNx90%		1002	kN
N =	1.0x58521-1.5x(4680-1002)		53004	kN
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)				
Ff = 1.5x(9916^2+12694^2)$^{0.5}$	1.5x16108		24162	kN
N =			53004	kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x53004/24162		**1.27**	**≥1.1**

[redacted] Condizioni sismiche

Il cassone a q.ta.-11.00 in fase sismica è soggetto per la parte bassa alla spinta dell'acqua Westergaard e per la parte del pilastro della spinta aggiuntiva dovuto alla massa aggiunta dovuto allo spostamento del acqua secondo allegato F di EC8:Pt2:Ponti.

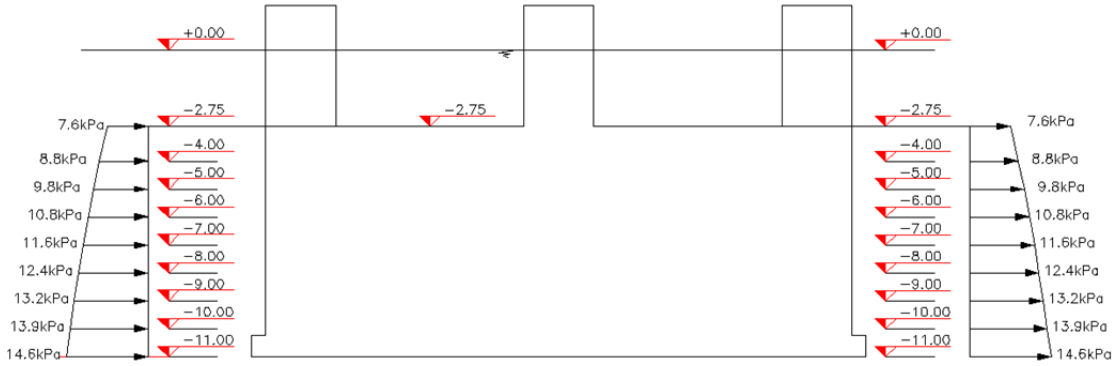


FIGURA 4-13 - CASSONE A Q.TA-11.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE SISMICA WESTERGAARD

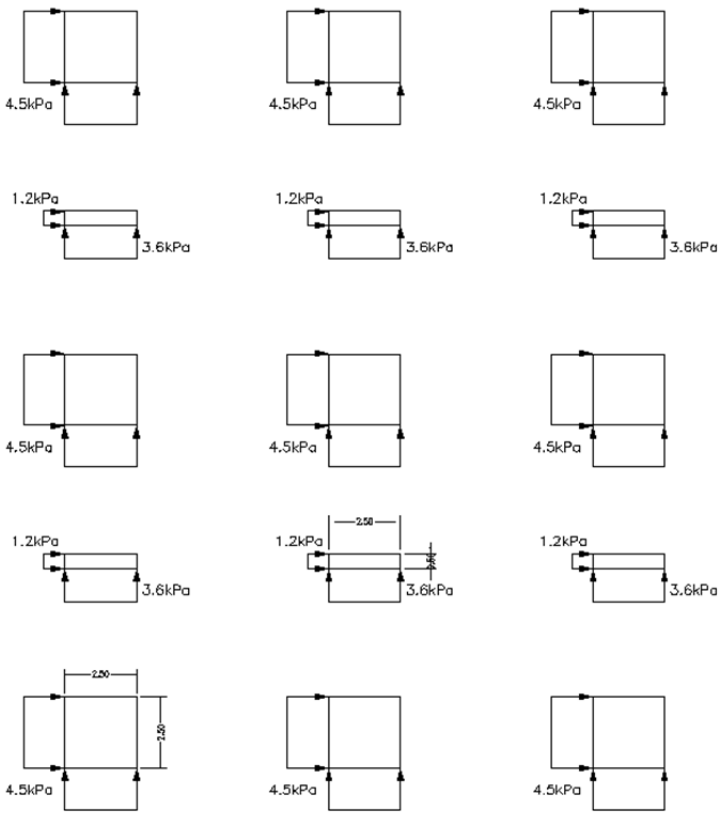


FIGURA 4-14 - CASSONE A Q.TA-11.00 – SPINTE MASSE AGGIUNTE PILASTRI

Verifica cassone a giorno a q.-11.00 in fase sismica

Masse		**I_o (x0.15)**	**I_v(x0.075)**	
Peso cassone 1738.12m^3 x 25kN/m^3	43453kN	6518kN	3259kN	
Peso acqua celle 3125.5m^3 x 10.1kN/m^3	31568kN	4735kN	2368kN	
Sottospinta acqua solettone 10.1kN/m^3 x (27.5x22x0.75)m^3	-4416kN			
Sottospinta acqua fusto 10.1x(26.5x21x7.5)	-42155kN			
Sottospinta pilastri da -2.75 a 0.00 10.1x(9x2.5x2.5+6x2.5x0.5)x2.75	-1771kN			
Peso cassone sottospintato riempito d'acqua	**26679kN**	11253kN	5627	kN
Peso impalcato	**31842kN**	4776kN	2388	kN
Peso cassone impalcato sottospintato	**58521kN**			
Spinta sismica or/Sp. Sismica verticale		**16029**	**8015**	**kN**
Spinte orizzontali Westergaard e masse aggiunte		Lato 21m	L 26.5m	
Westerg. -11.0 a -2.75; 0.15x7/12x10.1x(11^2-11$^{1/2}$x2.75$^{3/2}$)	93.6kN/m	1966	2480	kN
Spinta Westerg. lato opposta -11.0 a -2.75	93.6kN/m	1966	2480	kN
Spinta massa agg. pilastri n°2.5x2.5m;-2.75 a 0.00; 9x11.2x2.75	277.2kN/lato	277	277	kN
Spinta massa agg. pilastri 0.5x2.5;-2.75 a 0.00;6x0.6x2.75	9.9kN/lato	-	10	kN
Spinta massa agg. pilastri 2.5x0.5;-2.75 a 0.00;6x9x2.75	148.5kN/lato	149	-	kN
Spinta orizzontale		**4358**	**5247**	**kN**
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+EQ(kv+) (A2-M2-R2)		Lato 21m	Lato 26.5m	
Ff =4358/5247+16028		20386	21275	kN
Sforzo vertical netto N; 58521-8015 =		50506	50506	kN
Scorrimento FS=0.48xN/Ff=		1.19	1.14	≥ 1.0

[redacted]Cassoni a q.ta-13.00

[redacted]Condizioni d'esercizio (SLU)

Il cassone definitivo a q.ta.-13.00 ha la parte bassa alta fino a q.ta-4.10. Infatti da -4.10 a +1.67 ci sono i pilastri. Si considera il cassone riempito d'acqua fino a q.ta +0.00.

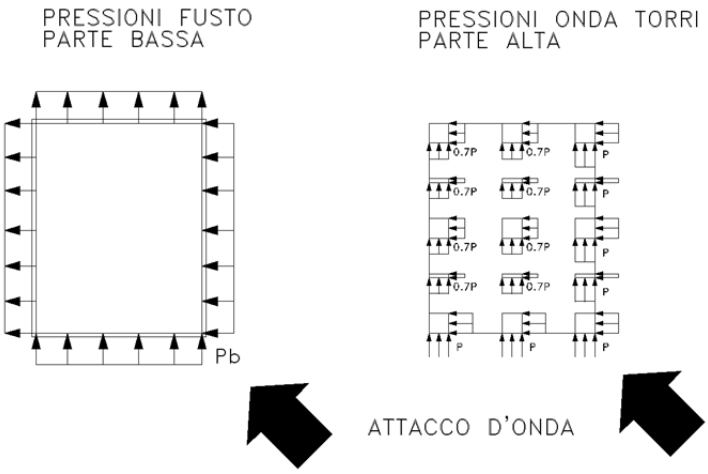


FIGURA 4-15 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO - AZIONI

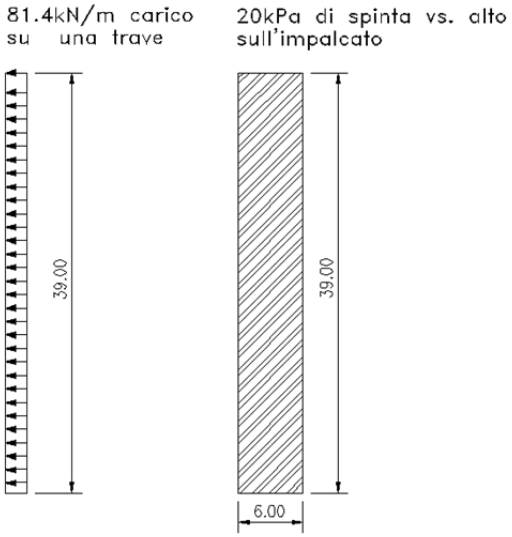


FIGURA 4-16 - CASSONE A GIORNO - ATTACCO D'ONDA OBLIQUO-AZIONI SU TRAVE E IMPALCATO CASSONI -11.00 (TR=250ANNI) –FILE OLTRE LA 3°

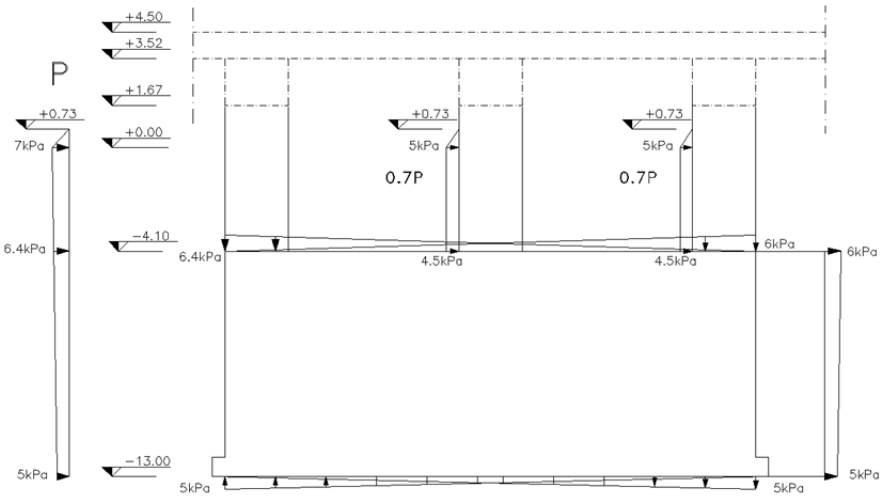


FIGURA 4-17 - CASSONE A Q.TA-13.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA(TR=5ANNI)

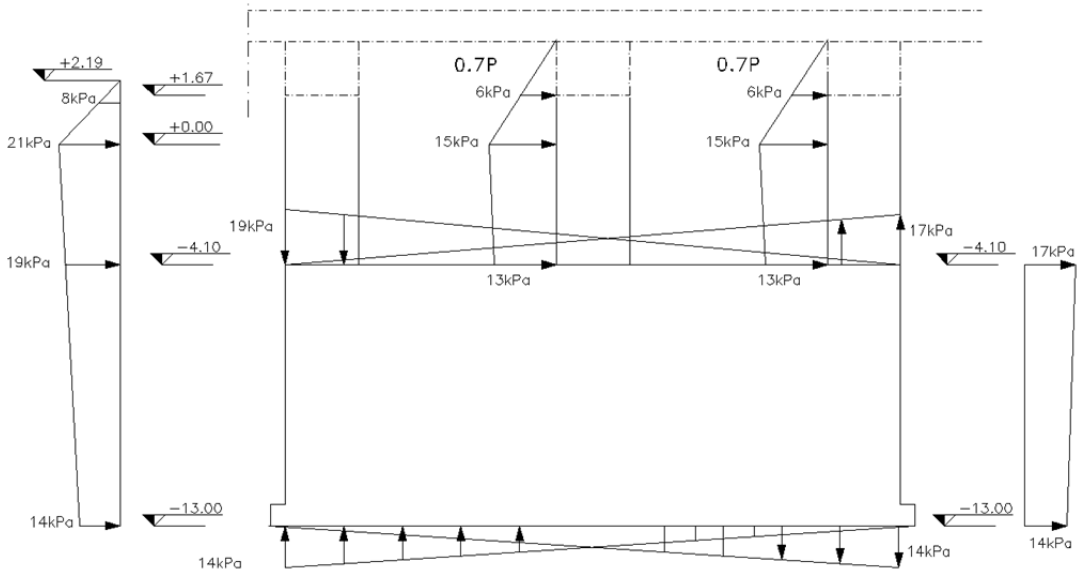


FIGURA 4-18 - CASSONE A Q.TA-13.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA(TR=250ANNI)-FILE OLTRE LA 3°FILA

Di seguito si riporta una tabella con il calcolo del peso del cassone gravante compreso di travi e di impalcato.

	Peso	Pscanno
Peso cassone riempito d'acqua sottospintato	**28750kN**	**47.5kPa (27.5x22)**
Travi n°3 L=36m/cad	7628kN	
Impalcato 80cm 0.8x25x(28.5x36)	20520kN	
Pavimentazione 18cm 0.18x20x1026	3694kN	
Totale impalcato	**31842kN**	**52.6kPa**
Totale cassone con impalcato	**60592kN**	**100.1kPa**

TABELLA 4-1 - CASSONE A GIORNO Q.-13.00 – CARICHI VERTICALI

Verifica cassone a giorno a q.-13.00 soggetto ad onda obliqua 45°- senza impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 5anni

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	28750	kN	
Peso cassone sottospintato		**28750**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -13.0 a -4.10 - cresta	51kN/m	1071	1352	kN
Spinta Onda Pt bassa da -13.0 a -4.10 - cavo	49kN/m	1029	1299	kN
Spinta pilastri interni(0.7P) da -4.10 +0.73; 53kN/t x 4	212kN/lato	212	212	kN
Spinta pilastri esterni (P) da -4.10 a +0.73;75kN/t x 5	375kN/lato	375	375	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -4.10 a +0.73; 53kN/p x 4	212kN/lato	212	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -4.10 a +0.73; 11kN/p x4	44kN/lato	-	44	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -4.10 a +0.73;75kN/p x2	150kN	150	-	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -4.10 a +1.5;15kN/p x 2	30kN	-	30	kN
	Spinta	**3049**	**3312**	kN
	N totale	**28750**		**kN**
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)				
Ff = $1.5x(3049^2+3312^2)^{0.5}$	1.5x4501		6752	kN
N = 1.0xpp	1.0x28750		28780	kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x28780 /6752		**2.47**	**>1.1**

Verifica cassone a giorno a q.-13.00 soggetto ad onda obliqua 45°- con impalcato con cresta d'onda con periodo di ritorno di 250anni – oltre 3°fila

Verifiche				
Peso netto cassone senza impalcato	N=	28750	kN	
	Impalcato	31842	kN	
Peso cassone sottospintato con impalcato senza riempimento		**60592**	**kN**	
Riempimento cassone 434m^3/m x 5.5m x 9kN/m^3		21483	kN	
Peso cassone sottospintato con impalcato con riempimento		**82075**	**kN**	
Verifica stabilità cassone		Lato 21/22m	L 26.5/27.5m	
Spinta Onda Pt bassa da -13.0 a -4.10 - cresta	147kN/m	3087	4925	kN
Spinta Onda Pt bassa da -13.0 a -4.10 – cavo	138kN/m	2898	3657	kN
Spinta pilastri int.(0.7P) da -4.10 +1.67; 187kN/t x 4	748kN/lato	748	748	kN
Spinta pilastri est. (P) da -4.10 a +1.67;266kN/t x 5	1330kN/lato	1330	1330	kN
Sp. pilastrini int. (0.7P) da -4.10 a +1.67; 187kN/p x 4	748kN	748	-	kN
Spinta pilastrini int.(0.7P) da -4.10 a +1.67;37kN/p x 4	148kN	-	148	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -4.10 a +1.67;53kN/p x2	106kN		106	kN
Sp. pilastrini esterni (P) da -4.10 a +1.67;266kN/p x 2	532kN	532	-	kN
	Spinta	**9343**	**10914**	kN
Sforzo orizzontale sulle travi risultante	81.4kN/mx39m		**3175**	kN
	Spinta totale	**9343**	**14089**	**kN**
Sottospinta verticale su impalcato	20kPax6x39m	-4680		kN
Risultante sp. verticali a q.ta-4.10 al netto delle pilastri	557kNx90%	501		kN
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+1.5Cresta d'onda (A1-M1-R3)				
Ff = 1.5x(14089^2+9343^2)$^{0.5}$	1.5x16905		25358	kN
N =	1.0x60592-1.5x(4680-501)		54324	kN
Scorrimento FS=0.58xN/Ff	0.58x54324/25358		**1.24**	**≥1.1**

Condizioni sismiche

Le spinte di Westergaard sono calcolate dalla quota di imbasamento fino alla quota -1.65m mentre le pressioni dovute alle masse aggiunte sono come riportate in precedenza per i cassoni a q.ta. -9.50 e -11.00.

Masse		**I_o (x0.15)**	**I_v(x0.075)**	
Peso cassone 1879.17m^3 x 25kN/m^3	46979kN	7047kN	3524kN	
Peso acqua celle 3429.2m^3 x 10.1kN/m^3	34635kN	5195kN	2598kN	
Sottospinta acqua solettone 10.1kN/m^3 x (27.5x22x0.75)m^3	-4416kN			
Sottospinta acqua fusto 10.1x(26.5x21x8.15)	-45808kN			
Sottosp. pilastri da -4.10 a 0.00 10.1x(9x2.5x2.5+6x2.5x0.5)x4.10	-2640kN			
Peso cassone sottospintato riempito d'acqua	**28750kN**	12242	6122	kN
Peso impalcato	**31842kN**	4776	2388	kN
Peso cassone impalcato sottospintato	**60592kN**			
Spinta sismica or/Sp. Sismica verticale		**17018**	**8510**	**kN**
Spinte orizzontali Westergaard e masse aggiunte		Lato 21m	L 26.5m	
Westerg. -13.0 a -4.1; 0.15x7/12x10.1x(13^2-13$^{1/2}$x4.1$^{3/2}$)	122.9kN/m	2581	3257	kN
Spinta Westerg. lato opposta -13.0 a -4.1	122.9kN/m	2581	3257	kN
Spinta massa agg. pilastri n°2.5x2.5m;-4.10 a 0.00; 9x11.2x4.1	410kN/lato	410	410	kN
Spinta massa agg. pilastri 0.5x2.5;-4.10 a 0.00;6x0.6x4.1	14.8kN/lato	-	15	kN
Spinta massa agg. pilastri 2.5x0.5;-4.10 a 0.00;6x9x4.1	221.4kN/lato	221	-	kN
Spinta orizzontale		**5793**	**6939**	**kN**
VERIFICHE DI SCORRIMENTO 1.0PP+EQ(kv+) (A2-M2-R2)		Lato 21m	Lato 26.5m	
Ff =5793/6939+17018		22811	23957	kN
Sforzo vertical netto N; 60592-8510 =		52082	52082	kN
Scorrimento FS=0.48xN/Ff=		1.09	1.04	≥ 1.0

5 VERIFICA del cemento armato dei cassoni

Dati per le verifiche delle strutture in cemento armato

Materiali

Per tutte le opere a progetto saranno utilizzati i seguenti materiali:

- calcestruzzo classe C35/45 confezionato con cemento pozzolanico o d'altoforno
- classe d'esposizione parte immersa: XS2
- classe d'esposizione parte emersa: XS3
- armatura metallica in barre nervate ad aderenza migliorata tipo B450C (FeB44K).

Le resistenze caratteristiche dei materiali sono le seguenti:

- Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo:
  f_{ck} = 35 N/mm^2
- Resistenza caratteristica a trazione semplice del calcestruzzo:
  f_{ctk} = 2.2 N/mm^2
- Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio:
  f_{yk} = 450 N/mm^2

In conformità con quanto previsto dalla vigente normativa, nel calcolo si sono assunti i seguenti coefficienti riduttori delle resistenze caratteristiche dei materiali:

- Coefficiente di sicurezza del calcestruzzo nei calcoli allo s.l.u.: γ_c= 1.50
- Coefficiente di sicurezza dell'acciaio nei calcoli allo s.l.u.: γ_s= 1.15

Copriferro

Avendo l'opera una vita nominale di 50 anni ed essendo in ambiente molto aggressivo utilizzando una classe di calcestruzzo C35/45 e barre poco sensibili alla corrosione, la normativa vigente prescrive un copriferro minimo di 40mm per elementi a piastra e 45mm per gli altri elementi.

A tale valore va aggiunta una tolleranza di posa.

Pertanto per le sezioni resistenti si è osservato un copriferro di 50 mm per il cassone.

Si considerano di seguito vari moduli uniti fra di loro tramite l'impalcato divisi per le varie zone d'uso come segue:

5.2 Verifica c.a. solettone cassoni area di stoccaggio D5-D6/E5-E6
5.3 Verifica c.a. solettone cassoni banchina petroli H3-H11
5.4 Verifica c.a. fusto
5.5 Verifica pilastri
5.6 Verifica solette di copertura

L'impalcato sovrastante i cassoni ha dimensioni reali di 57x72.15m (2x21+7.5+2x7.5/2; 2x26.5+9.575+9.575/2+9.575/2).

L'impalcato modellato ha dimensioni 49.5x67.5m con dei carichi applicati che sostituiscono sia 7.5/2m di impalcato ad entrambi i lati corti sia la reazione trasmessa da 9.575/2m di impalcato lato banchina petroli. Sul filo dei cassoni E5-E6 è previsto un giunto Leonard in modo di trasmettere soltanto la reazione verticale ma non il momento.

Di seguito si riporta una figura con le dimensioni considerate.

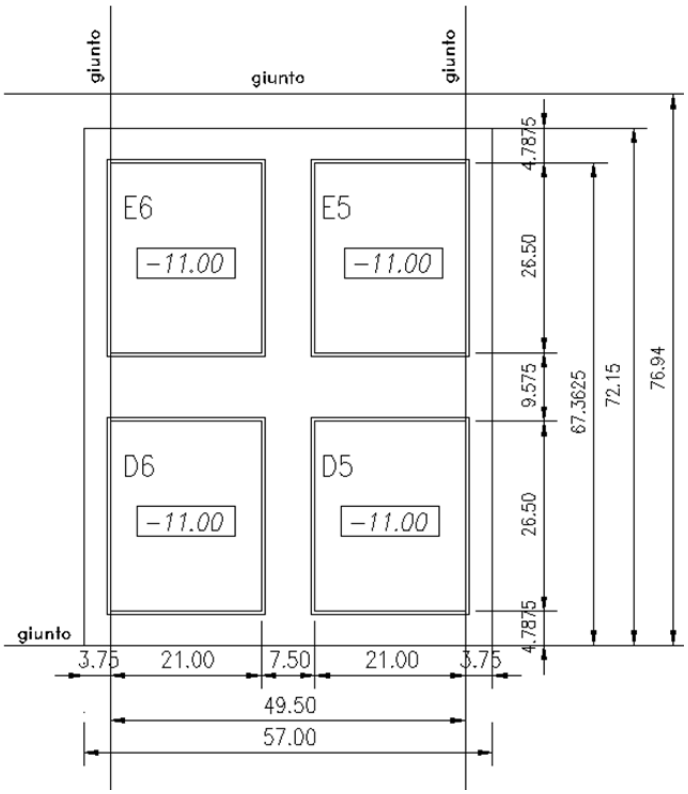


FIGURA 5-1 - CASSONI D5-D6-E5-E6 CON GIUNTI

Si prende in considerazione sia la redistribuzione fra cassoni contigui dovuto all'impalcato continuo sia il fatto che il terreno ha un comportamento elastico (molle tipo Winkler).

Per quanto riguarda le molle si utilizzano i valori del Progetto Definitivo (Relazione di calcolo MI010P-PD-S-C-R-1001-C2-Allegato B- giugno 2009).

Molle Winkler verticali:

Perimetro per larghezza 5m: 13000kN/m^3

Parte centrale cassone: 8000kN/m^3

Per le molle orizzontali si assume il50% del valore verticale:

Si simula un modulo intero di piattaforma completo di impalcato e giunti come di seguito riportato:

Modulo – Schema statico

I carichi variabili che gravano sull'impalcato in fase d'esercizio sono:

- Carico distribuito (verifiche cemento armato) : 9.4x9.81 : 92.214 kPa
- Carico distribuito (verifiche cemento armato) : 7.5x9.81 : 73.575 kPa
- Variazione termica applicato all'impalcato e travi deltaT : +20°C
- Variazione termica applicato all'impalcato e travi deltaT : -8°C

Essendo i cassoni schermati dietro due file di cassoni, si considera soltanto carichi ridotti dovuti al moto ondoso.
Si considerano i diagrammi di spinta del moto ondoso riportati nel seguente capitolo 3.

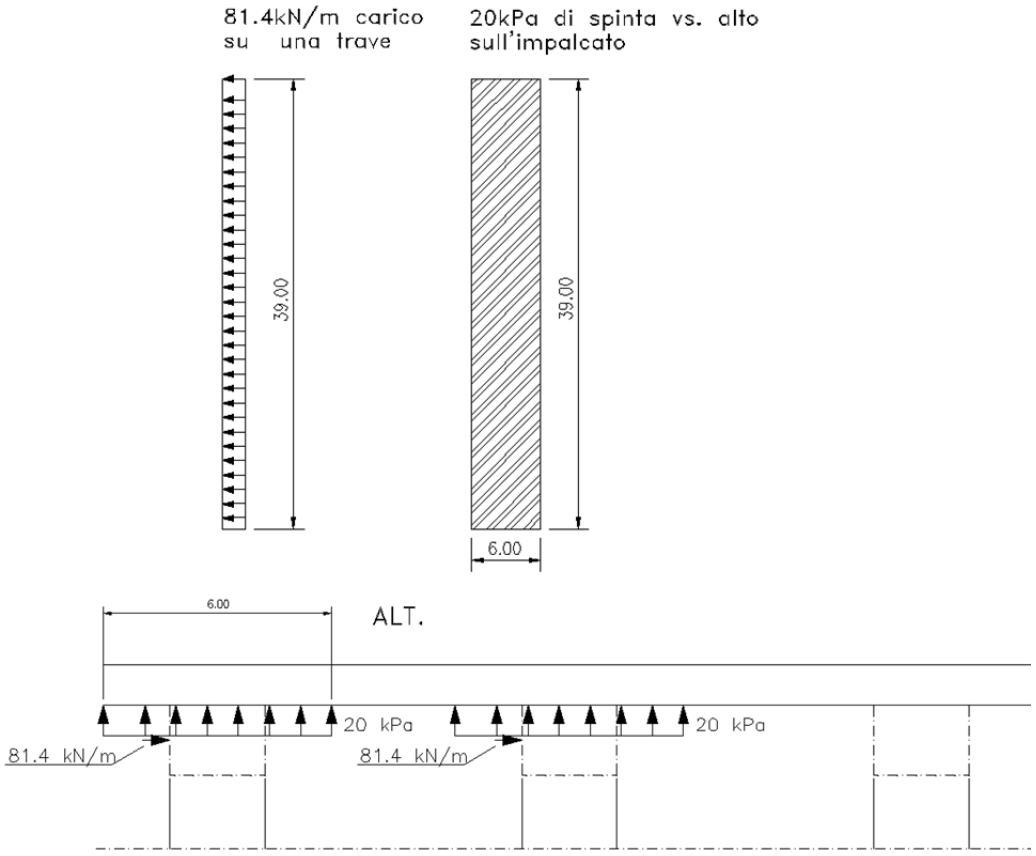


FIGURA 5-2 - CASSONE A GIORNO Q.TA-11.00 (TR=250ANNI) - AZIONI SU TRAVE E IMPALCATO CASSONI–FILE OLTRE LA 3°

Il carico sull'impalcato in fase di cresta viene applicato su una trave alla volta, la trave di bordo oppure la trave centrale del cassone. La pressione distribuita per la combinazione di solo cresta viene assunta vs su mentre per le combinazioni con il sovraccarico si ipotizza sia vs. su sia vs. giù.

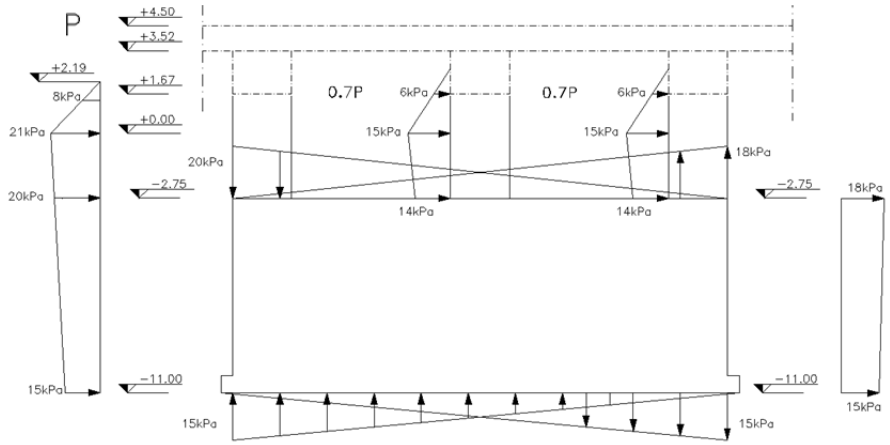


FIGURA 5-3 - CASSONE A Q.TA-11.00 – DIAGRAMMA DI SPINTA IN FASE DI CRESTA(TR=250ANNI)-FILE OLTRE LA 3°FILA

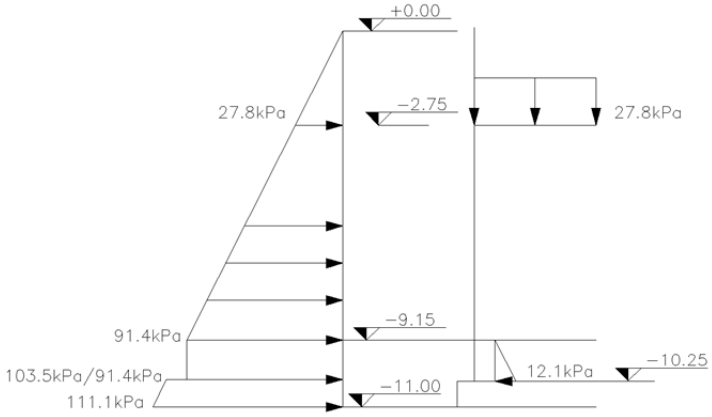
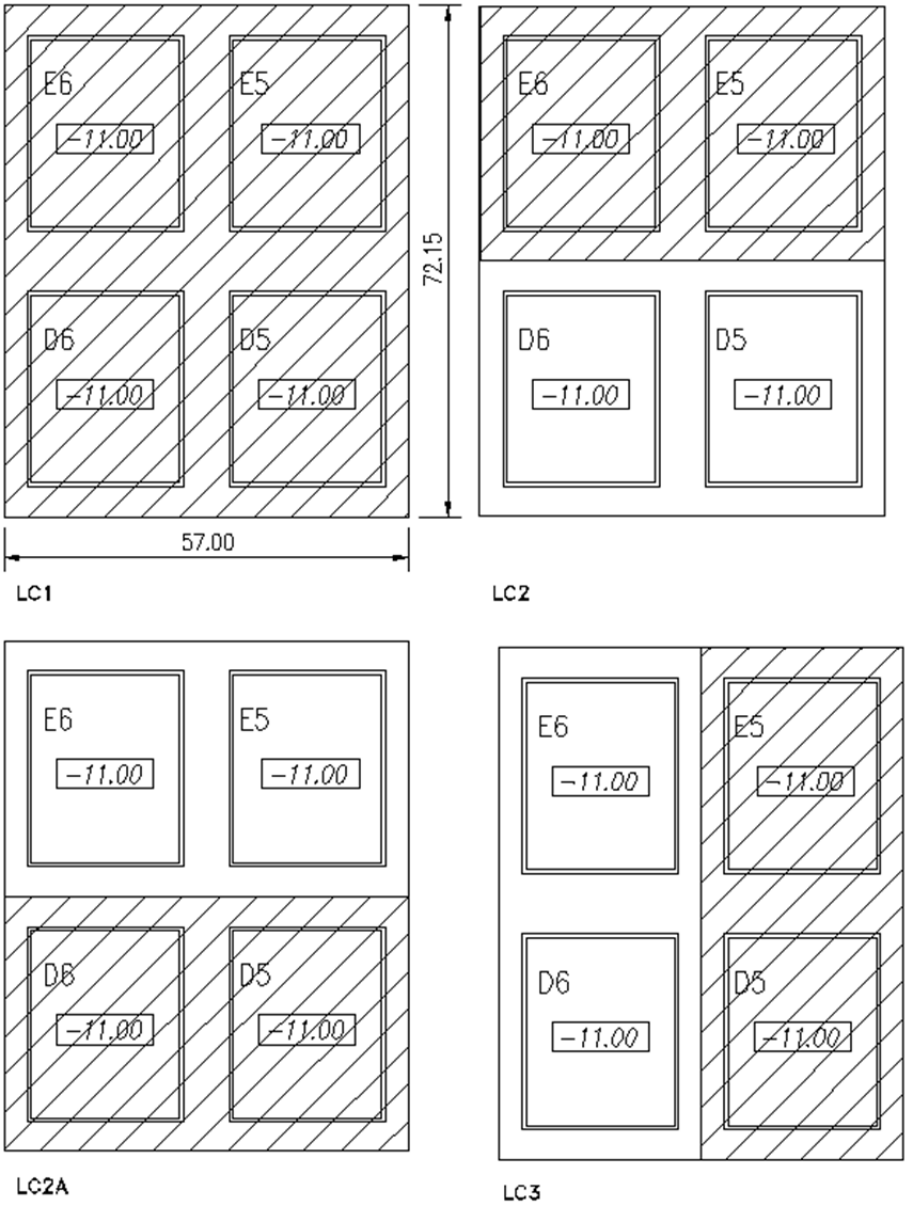
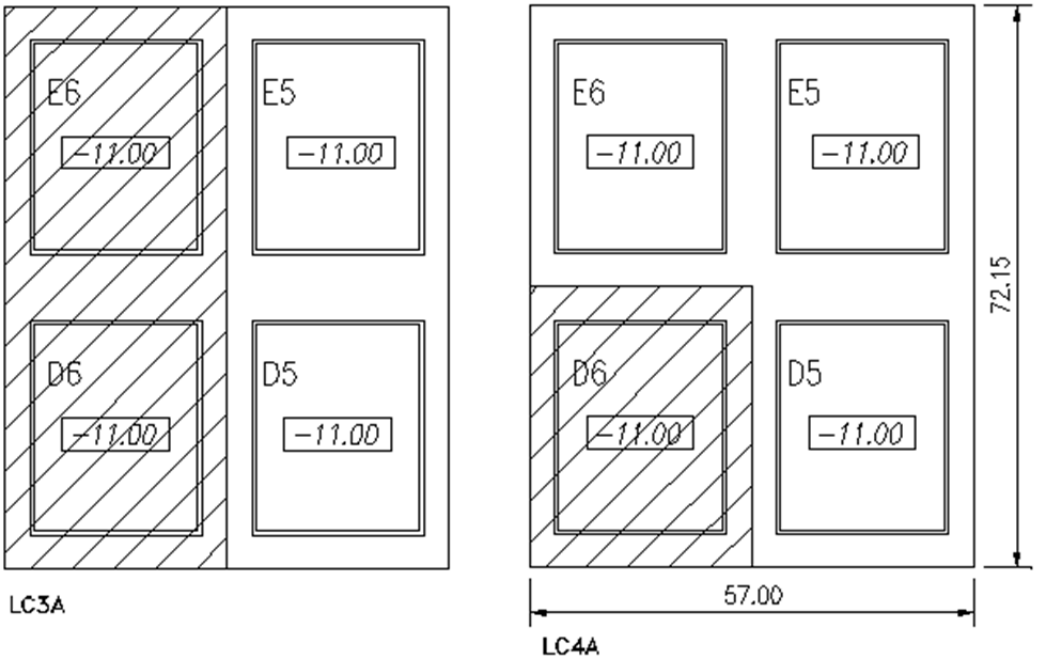


FIGURA 5-4 - SPINTA IN FASE DI GALLEGGIAMENTO E AFFONDAMENTO

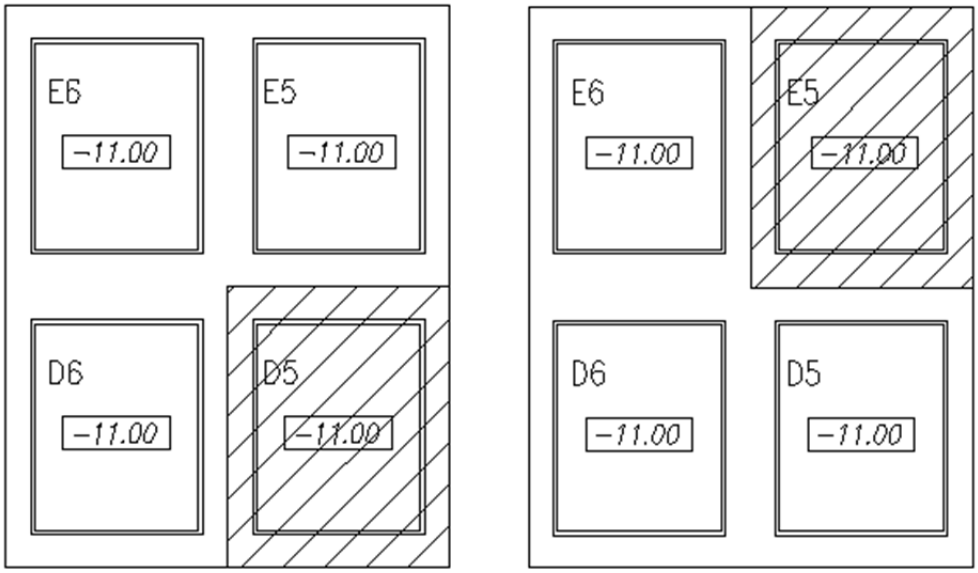
Per quanto riguarda il sovraccarico gravante di container (ScG) si sono considerate le seguenti posizioni di carico sui moduli con la stessa denominazione della relazione di calcolo dell'impalcato:


E6
-11.00
E5
-11.00
D6
-11.00
D5
-11.00
72.15
57.00
LC1
LC2
LC2A
LC3



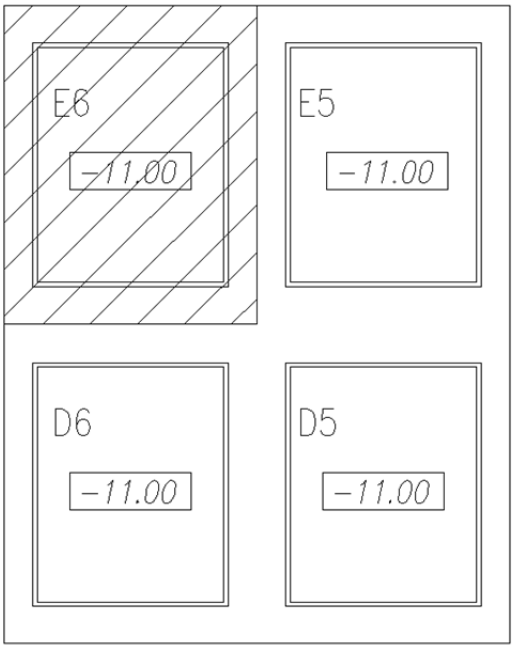
LC3A

LC4A



LC4B

LC4C



LC4D

I carichi variabili vanno combinati opportunamente secondo la normativa vigente.
Si considera agli Stati Limite Ultimo (SLU) e agli Stati Limite d'Esercizio (SLE) per ogni posizione del sovraccarico (LC1,LC2,LC2A,LC3,LC3A,LC4A,LC4B,LC4C,LC4D) riportati sopra.

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi (SLU)
1. 1.0pp+1.5ScG
2. 1.3pp+1.5ScG
3. 1.0pp+1.5dT(+20°C)+1.5x1xScG
4. 1.0pp+1.5dT(-8°C)+1.5x1xScG
5. 1.3pp+1.5dT(+20°C)+1.5x1xScG
6. 1.3pp+1.5dT(-8°C)+1.5x1xScG
7. 1.0pp+1.5Cr(carico su 1°trave/trave centrale/3°trave)
8. 1.3pp+1.5Cr+1.5x1xScG
9. 1.0pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(+20°C)+1.5x1xScG
10. 1.0pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(-8°C)+1.5x1xScG
11. 1.3pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(+20°C)+1.5x1xScG
12. 1.3pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(-8°C)+1.5x1xScG
13. 1.3Galleggiamento e affondamento
14. 1.0pp+1.5ScG+1.5x0.7xRMG
15. 1.3pp+1.5ScG+1.5x0.7xRMG
16. 1.0pp+1.5dT(+20°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
17. 1.0pp+1.5dT(-8°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG

18. 1.3pp+1.5dT(+20°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
19. 1.3pp+1.5dT(-8°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
20. 1.3pp+1.5Cr+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
21. 1.0pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(+20°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
22. 1.0pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(-8°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
23. 1.3pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(+20°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG
24. 1.3pp+1.5Cr+1.5x0.6xdT(-8°C)+1.5x1xScG+1.5x0.7xRMG

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi (SLU) - combinazioni sismiche
1. EQ – 1.0pp+EQ(dirX)+0.3EQ(dirY)+0.8ScG+0.6RMG
2. EQ – 1.0pp+EQ(dirY)+0.3EQ(dirX)+0.8ScG+0.6RMG

Combinazioni agli Stati Limite d'Esercizio (SLE) – combinazioni frequenti
1. 1.0pp+0.5dT(+20°C)+0.8ScG
2. 1.0pp+0.5dT(-8°C)+0.8ScG
3. 1.0pp+0.9ScG
4. 1.0pp+0.2Cr+0.8ScG
5. 1.0pp+0.5dT(+20°C)+0.8ScG+0.6RMG
6. 1.0pp+0.5dT(-8°C)+0.8ScG+0.6RMG
7. 1.0pp+0.9ScG+0.6RMG
8. 1.0pp+0.2Cr+0.8ScG+0.6RMG

Combinazioni agli Stati Limite d'Esercizio (SLE) – combinazioni rare
1. 1.0pp+1.0ScG
2. 1.0pp+1.0dT(+20°C)+1.0ScG
3. 1.0pp+1.0dT(-8°C)+1.0ScG
4. 1.0pp+1.0Cr
5. 1.0pp+1.0Cr+1.0ScG
6. 1.0pp+1.0Cr+0.6dT(+20°C)+1.0ScG
7. 1.0pp+1.0Cr+0.6dT(-8°C)+1.0ScG
8. 1.0pp+1.0ScG+1.0RMG
9. 1.0pp+1.0dT(+20°C)+1.0ScG+1.0RMG
10. 1.0pp+1.0dT(-8°C)+1.0ScG+1.0RMG
11. 1.0pp+1.0Cr+1.0RMG
12. 1.0pp+1.0Cr+1.0ScG+1.0RMG
13. 1.0pp+1.0Cr+0.6dT(+20°C)+1.0ScG+1.0RMG
14. 1.0pp+1.0Cr+0.6dT(-8°C)+1.0ScG+1.0RMG

Solettone area di stoccaggio (D5-D6-E5-E6) - Solettone

Verifiche agli SLU (escluso sisma)

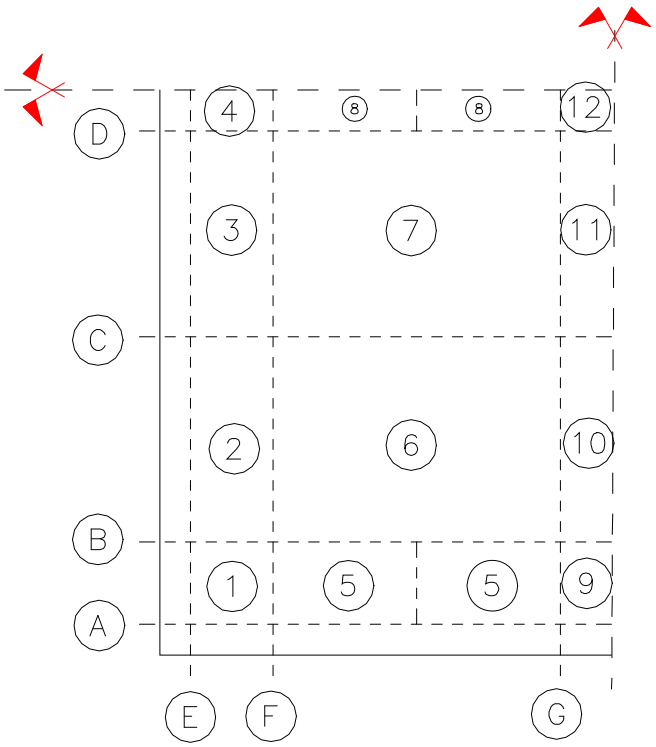


FIGURA 5-5 - NUMERAZIONE CELLE E SETTI PER VERIFICHE SOLETTONE

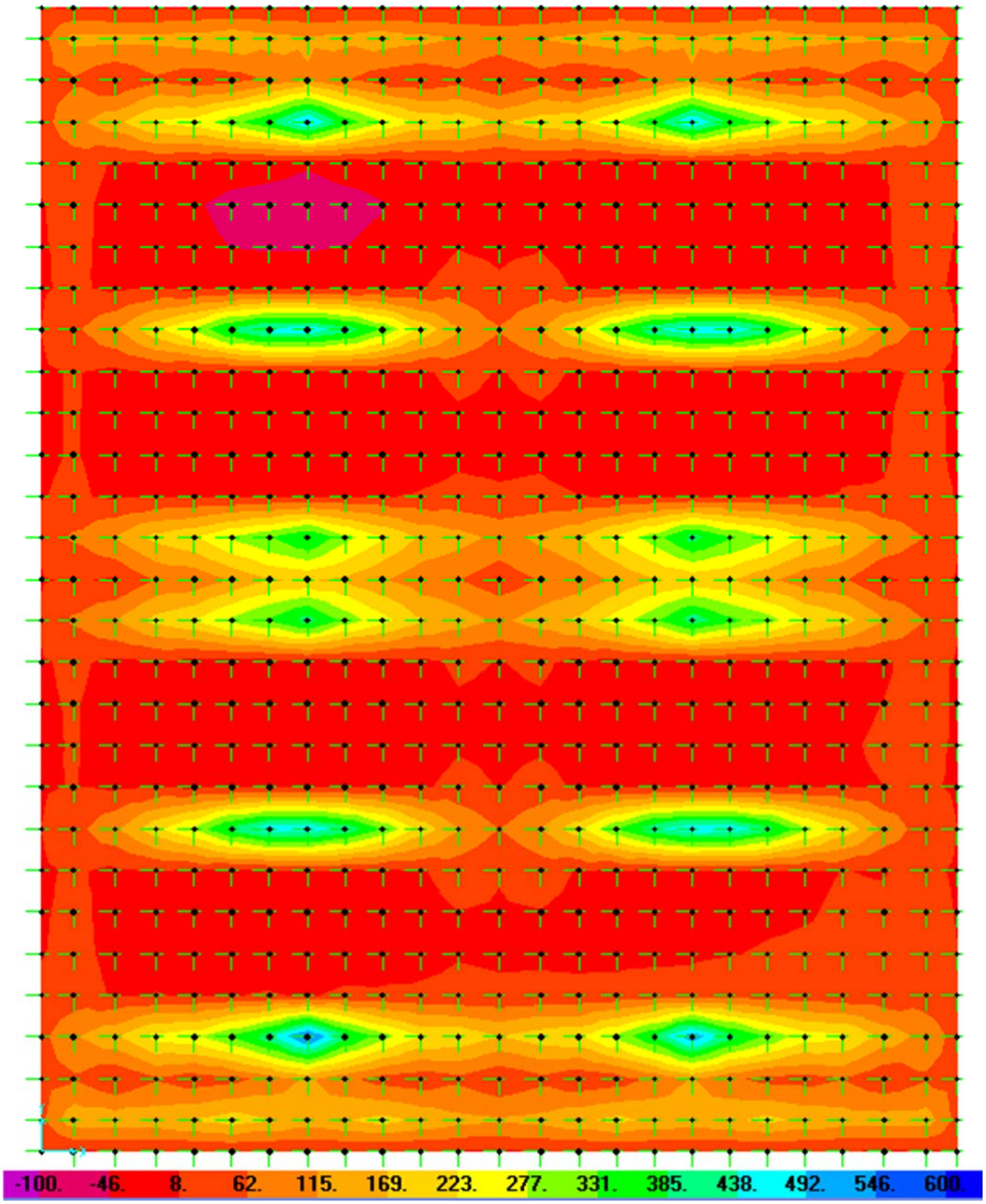


FIGURA 5-6 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU-M22(ESCLUSO SISMA)

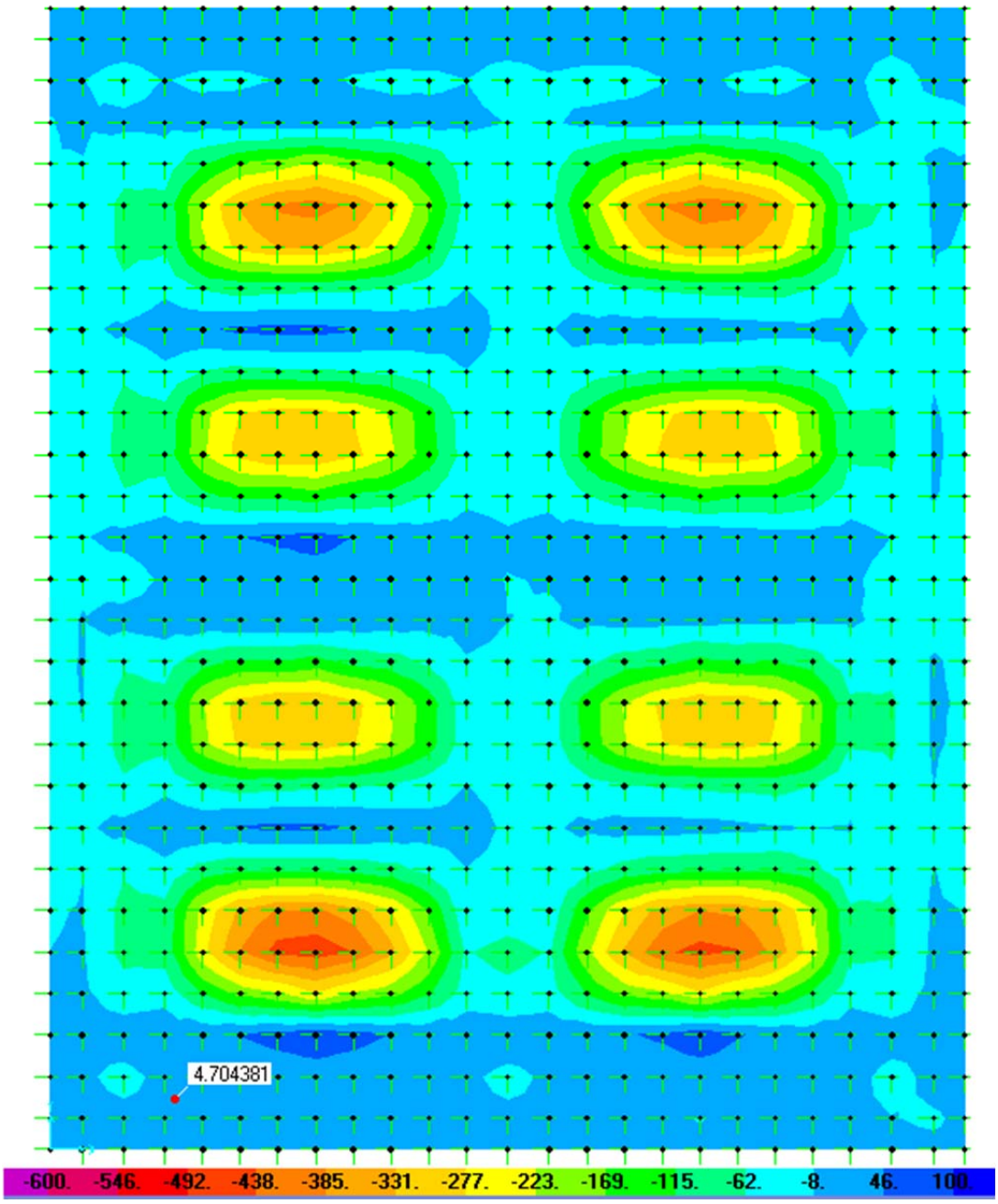


FIGURA 5-7 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU-M22(ESCLUSO SISMA)

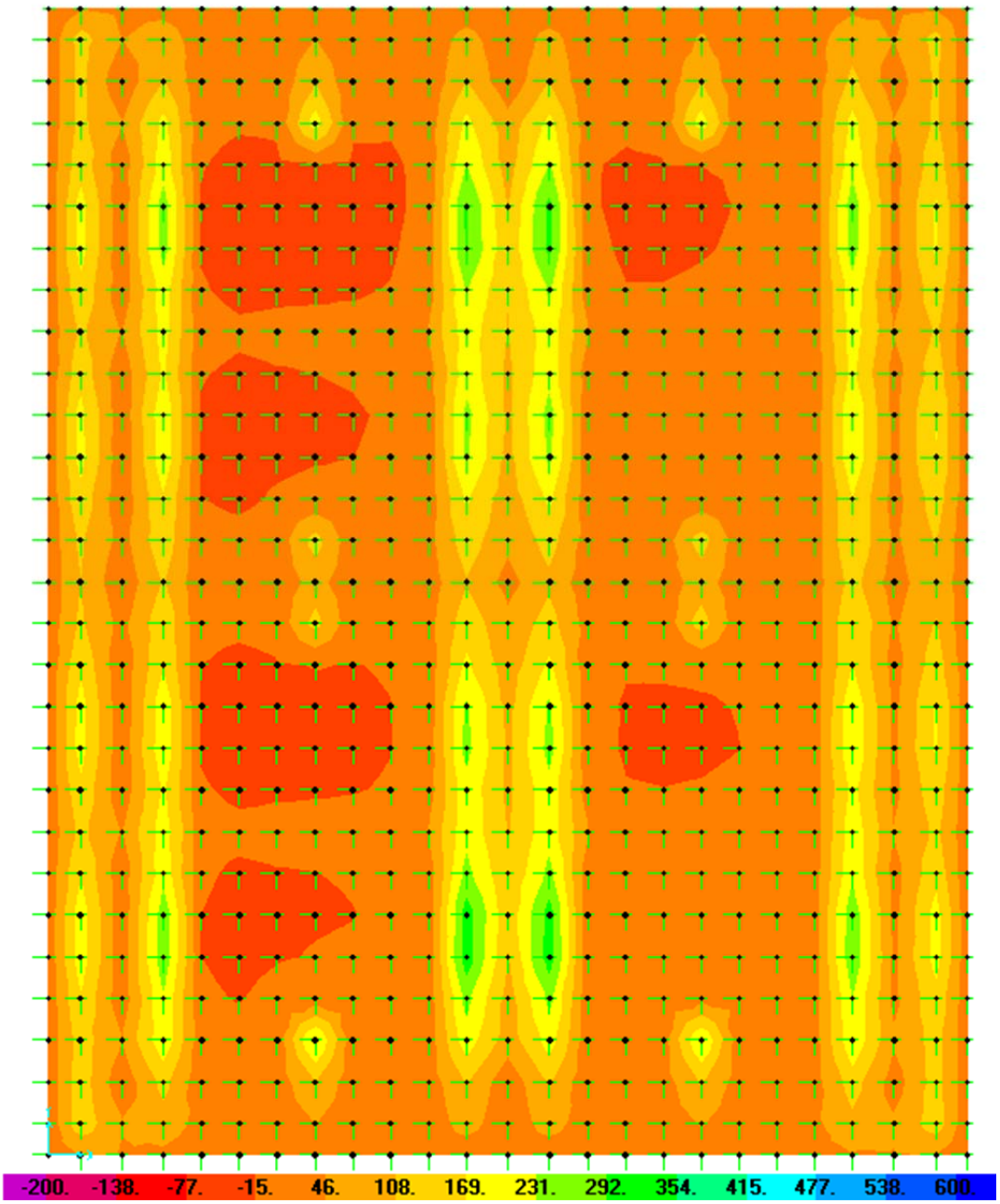


FIGURA 5-8 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

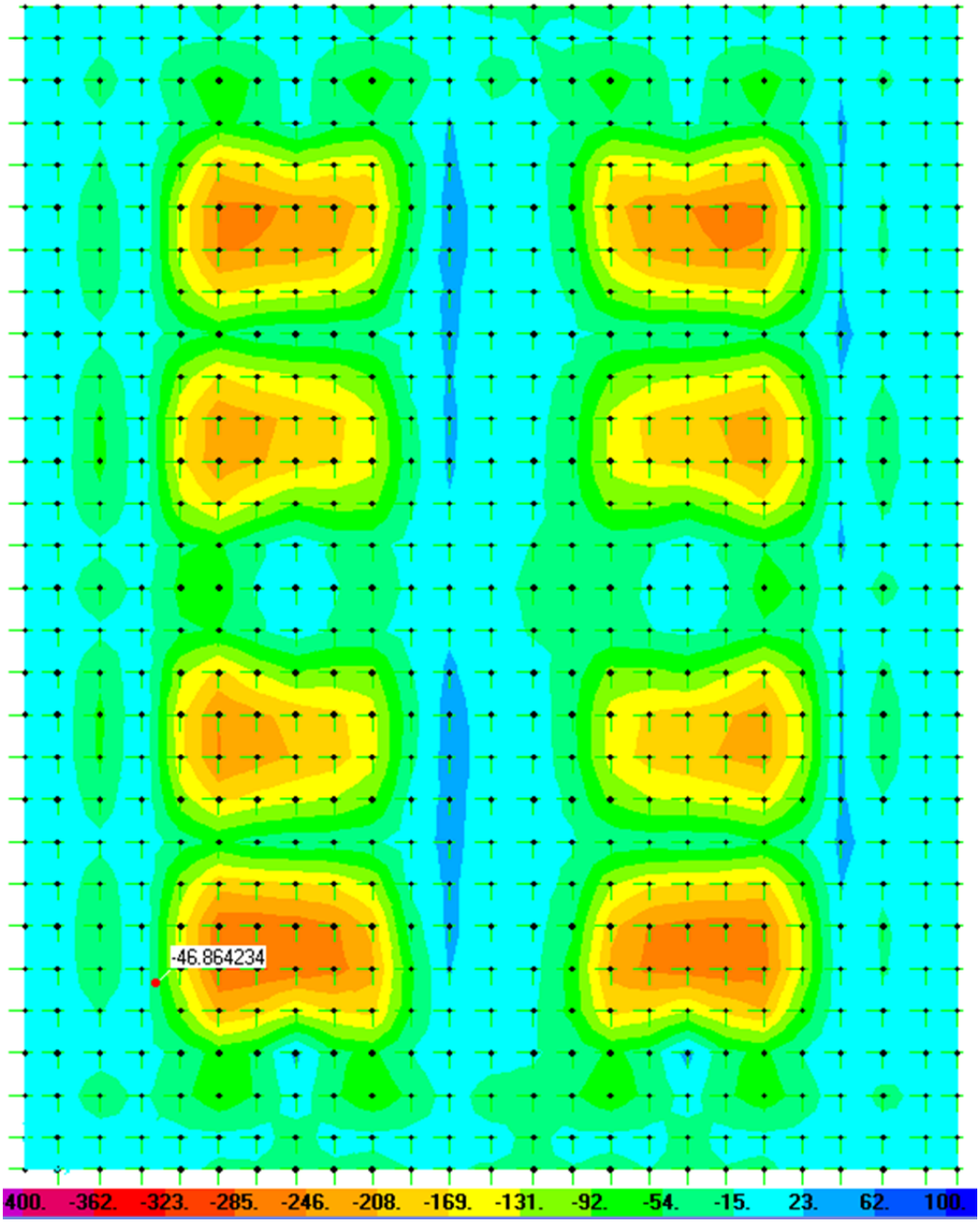


FIGURA 5-9 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

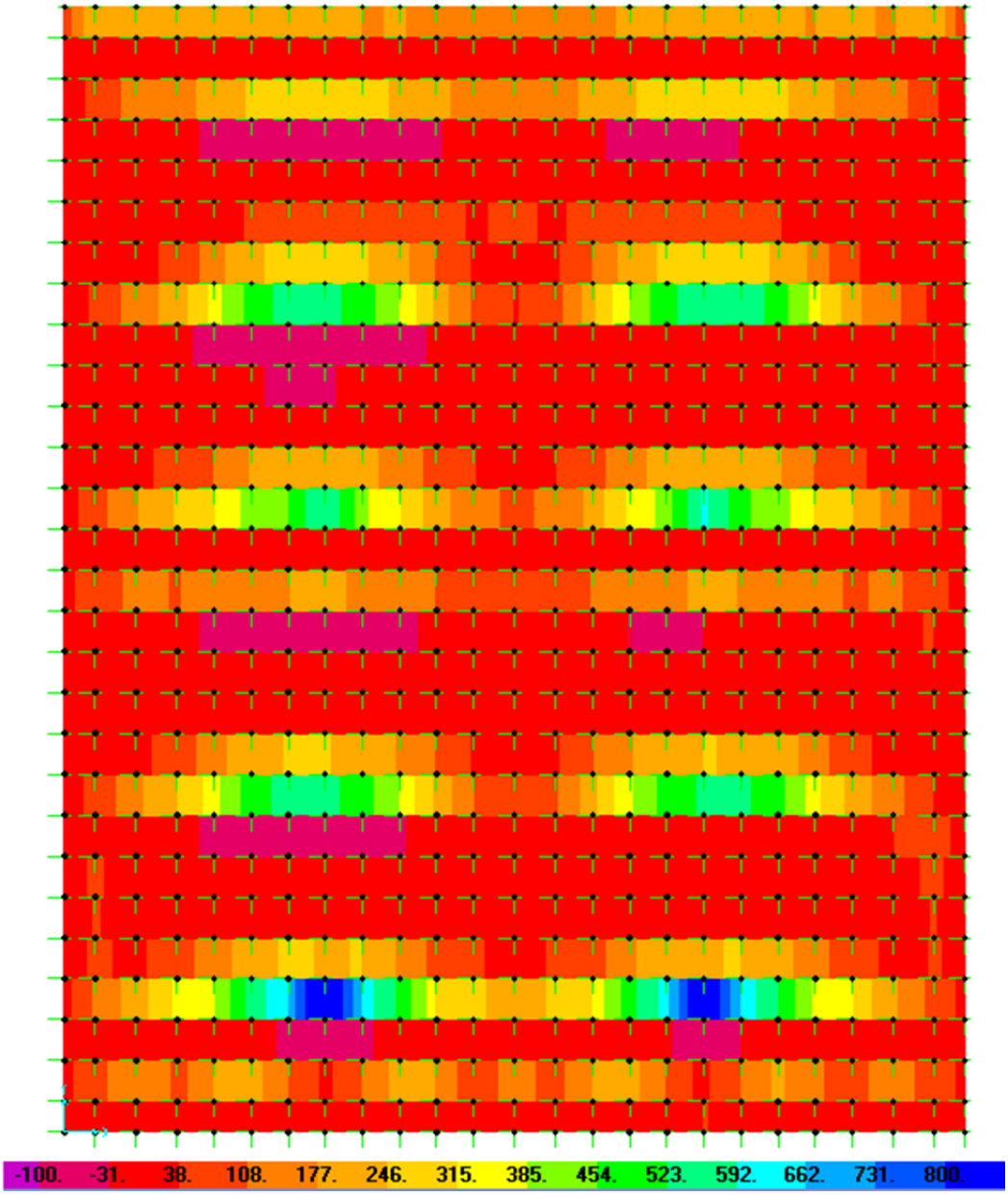


FIGURA 5-10 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

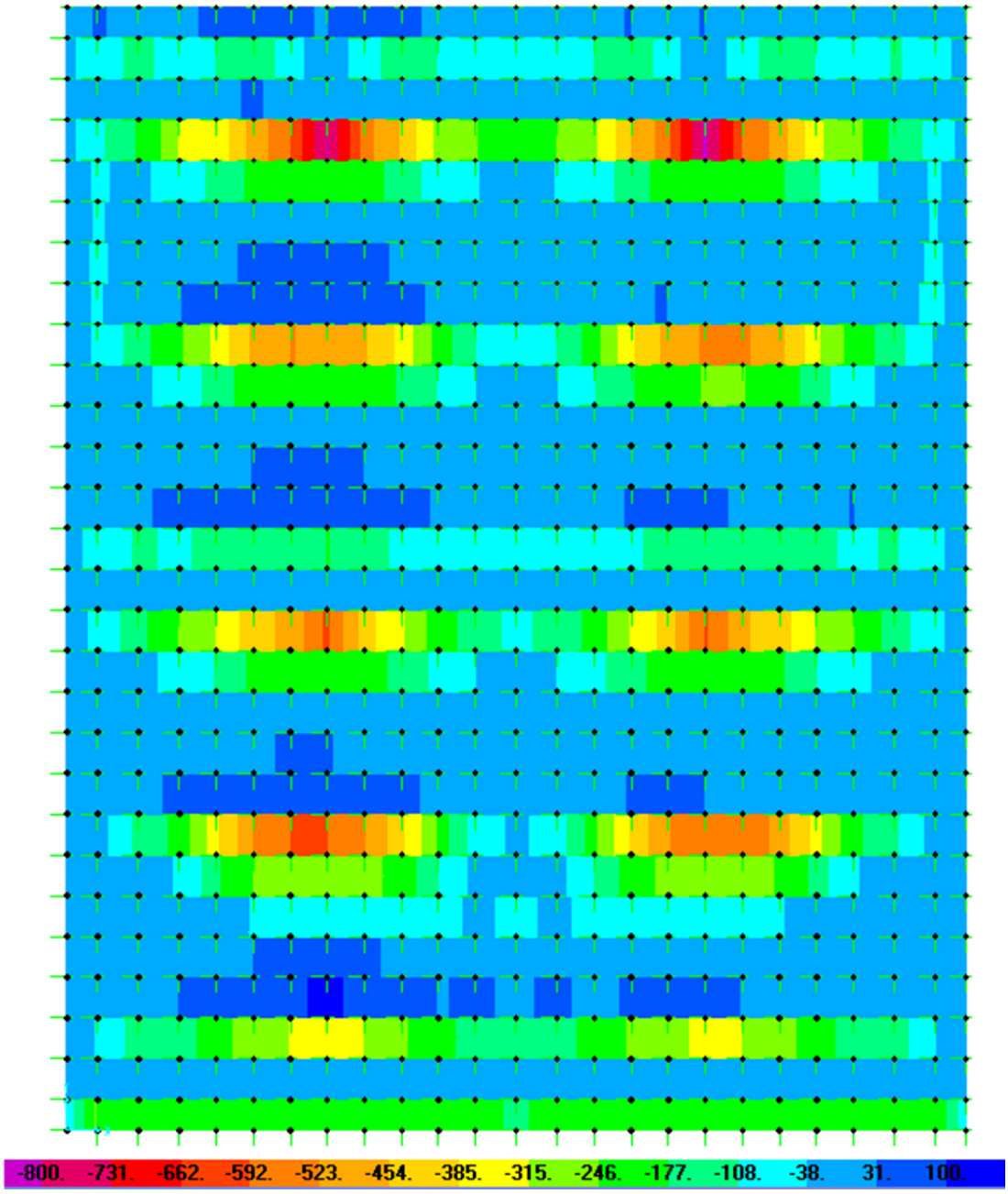


FIGURA 5-11 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

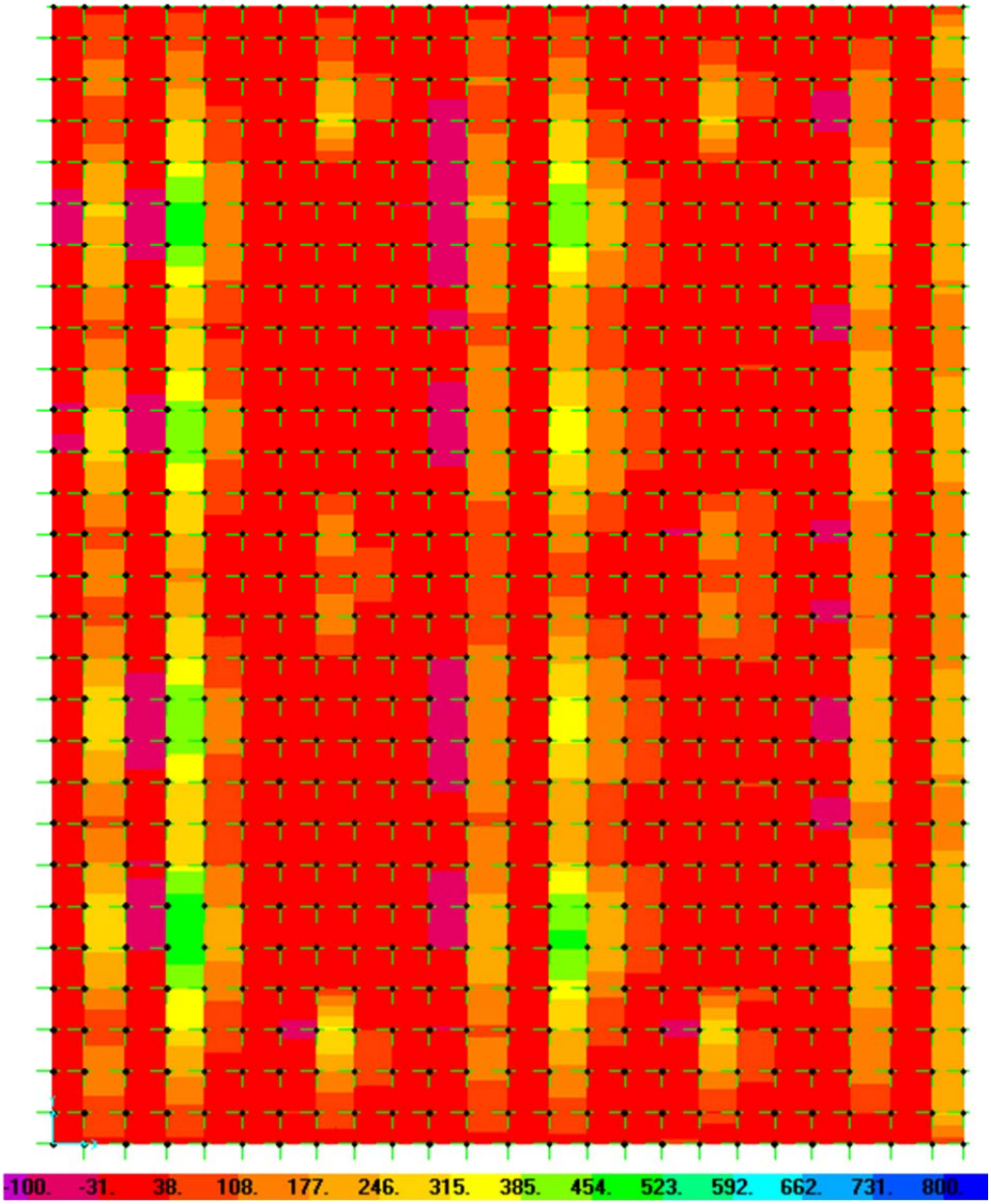


FIGURA 5-12 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

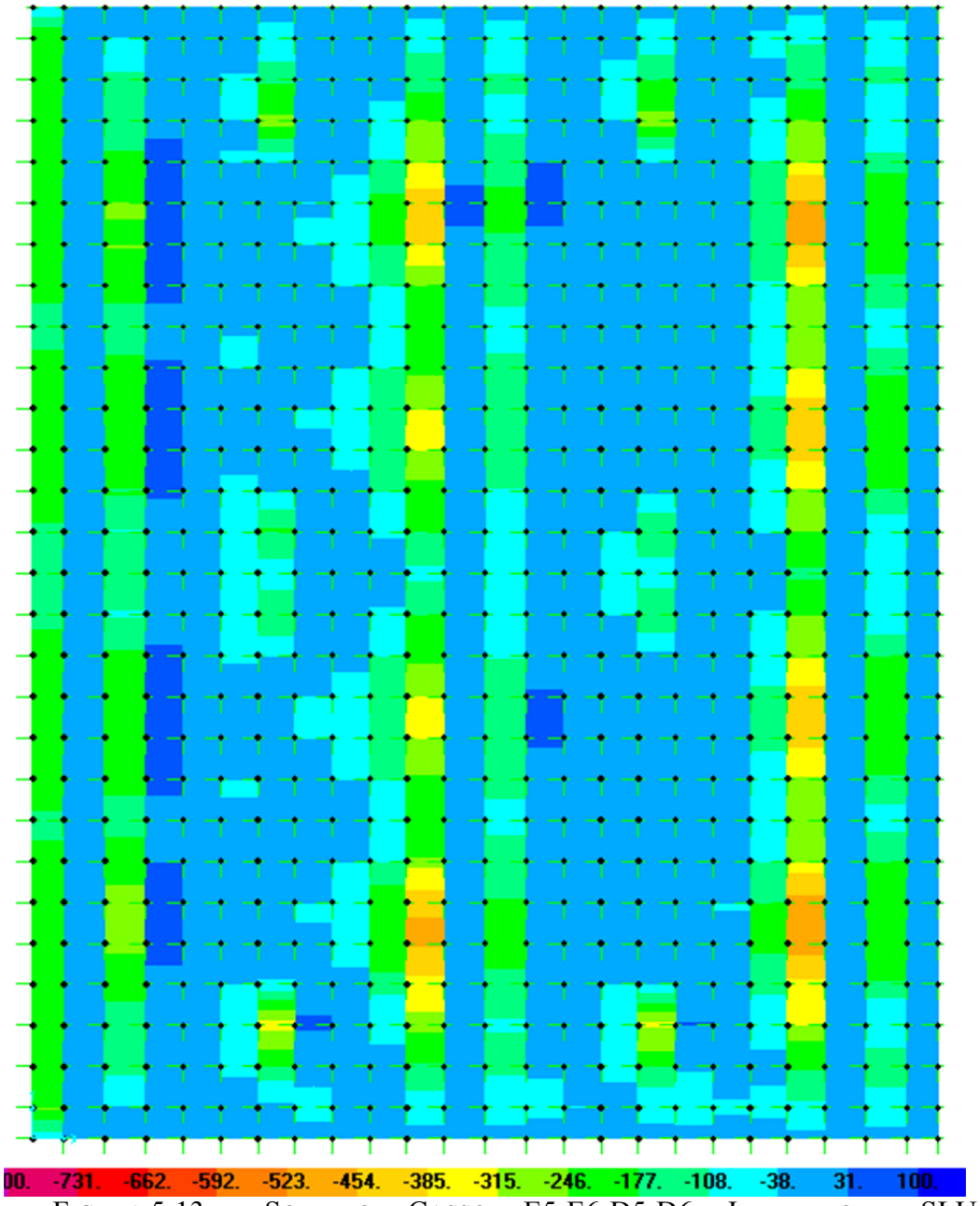


FIGURA 5-13 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Momento Resist.	FS
	M_{sd} [kNm]		b	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup		
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	M_{rd}	M_{rd}/M_{sd}
M22-Parete A	M+	+195	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.15
M22-Cella 1-5-9	M+	+150	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.79
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+525	1.0	0.75	5Ø26	5Ø20	5	5	+685	1.30
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+205	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.04
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-470	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	-686	1.46
M22-Cella 2-10	M-	-80	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	-419	5.24
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+470	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	+686	1.46
M22-Parete C celle 2-3	M+	+175	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.39
M22-Cella 7	M-	-325	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	-686	2.08
M22-Parete D	M+	+375	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	+686	1.83
M22-Cella 8-12	M+	+200	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	+686	3.43
	M-	-	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	-685	-
M11-Parete E	M+	+200	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	+416	2.08
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-65	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	-416	6.40
M11-Parete F	M+	+265	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	+416	1.57
M11-Cella 6-7	M-	-280	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	-416	1.49
M11-Cella 5-8	M-	-80	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	-416	5.20
M11-Parete G	M+	+320	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	+416	1.30
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori.										

TABELLA 5-1 - CASSONI E5-E6/D5-D6 – VERIFICHE AGLI SLU

Verifiche a taglio

Il taglio massimo si trova nei setti intorno alle celle grandi ed è pari - per il setto A - a 220kN/m, per il setto B a 765kN/m e per il setto C e D a 550kN/m. Il taglio massimo in corrispondenza del setto E è pari a 235kN/m e per la F è pari a 520kN/m e per la G é pari a 465kN/m.
Il taglio massimo è localizzato al centro della cella per una larghezza di 2.5-3.0m.

Come si evince dalla tabella sottostante, la resistenza della sezione non armata a taglio è

pari a 273 kN/m.

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	Fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd, cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/ m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Soletone	0	750	690	1570	60	1570	0	0,12	1.54	0.0023	35	19,8	0	0,15	0.40	254	273	**273**

Orditura a Taglio cassone

Si considera cot(θ)=1 dove θ è l'angolo dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione.
Si dispone orditura a taglio nelle seguenti sezioni:

- Parete A in corrispondenza cella grande:
  V_{23Sd} = 220kN/m
  Nessuna orditura di taglio

- Setto B in corrispondenza cella grande:
  V_{23Sd} = 765kN/m

Si dispongono ferri a taglio piegati a 45° **ϕ24/400** n°3 a distanza 500mm in modo di coprire 1.5m.

Zona taglio :(750-2*50-26+0.9*690*cot45°)=1245mm
Zona interessata dal taglio:1245mm
V_{Rd} =452*2.5*391*(1245/500)*sen(45°)/1000
V_{Rd}=442kN*2.49*sen(45°)=442*2.49*0.707=778 kN/m

- Setto C e D in corrispondenza cella grande:
  V_{23Sd} = 550kN/m

Si dispongono ferri a taglio piegati a 45° **ϕ22/400** n°3 a distanza 500mm
V_{Rd} =381*2.5*391*2.49*sen(45°)/1000=656 kN/m

- Setto E:
  V_{12Sd} = 235kN/m
  Nessuna orditura di taglio
- Setto F e G in corrispondenza cella grande:
  V_{12Sd} = 520/465kN/m

Si dispongono ferri a taglio piegati a 45° **ϕ22/400** n°2 a distanza 500mm
Zona taglio :(750-2*50-2*20-20+0.9*690*cot45°)=1211mm
V_{Rd} =381*2.5*391*(1211/500)*sen(45°)/1000

V_{Rd}=372kN*(2.42=2)*sen(45°)=372*2*0.707=526kN/m

[redacted]Verifiche agli SLU fase sismica

L'analisi sismica è stata valutata tramite un'analisi modale utilizzando lo spettro di risposta di progetto con il periodo di ritorno di 475anni. Di seguito si riportano le sollecitazioni del solettone per le combinazioni in fase sismica.

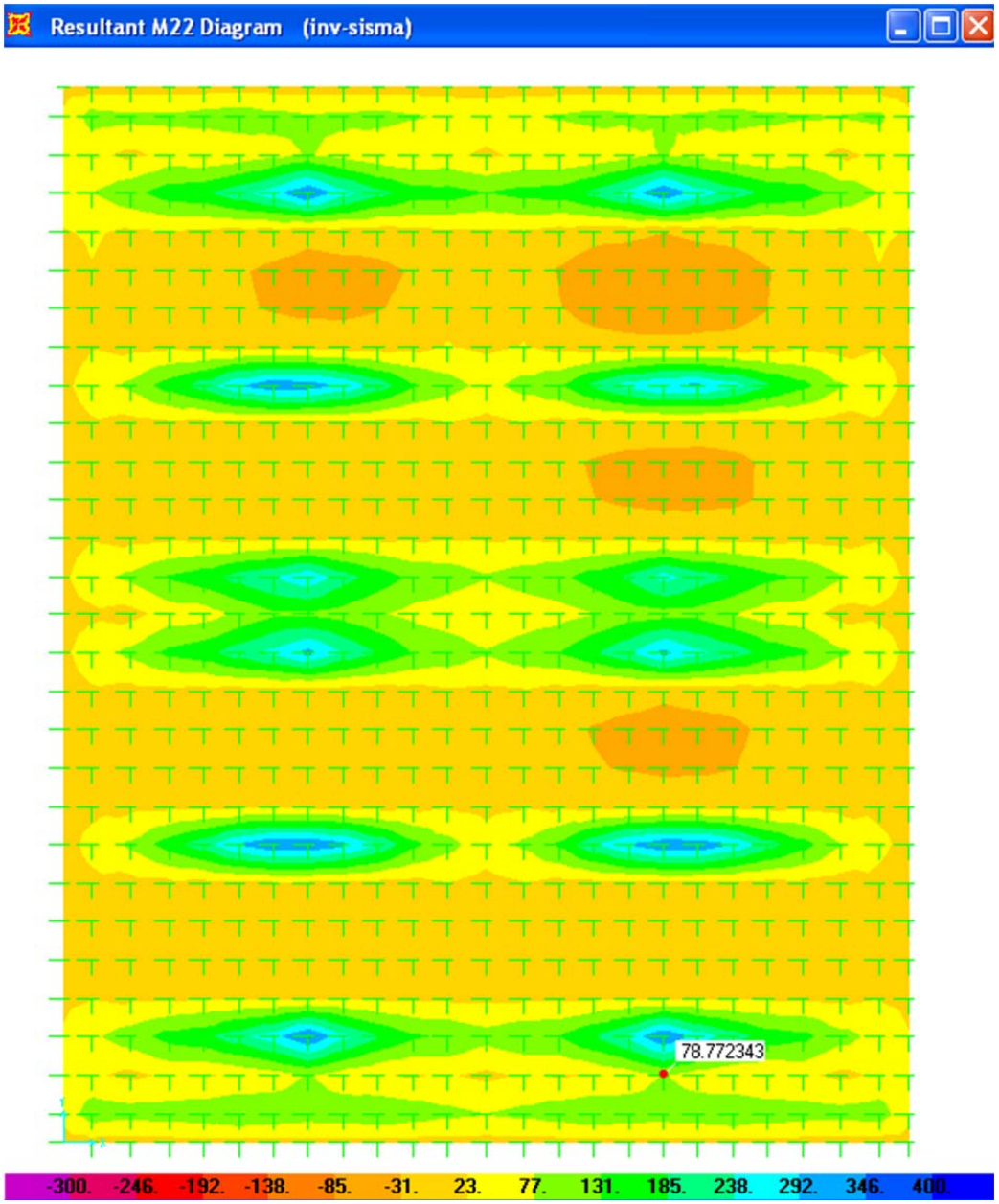


FIGURA 5-14 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU

SISMA-M22

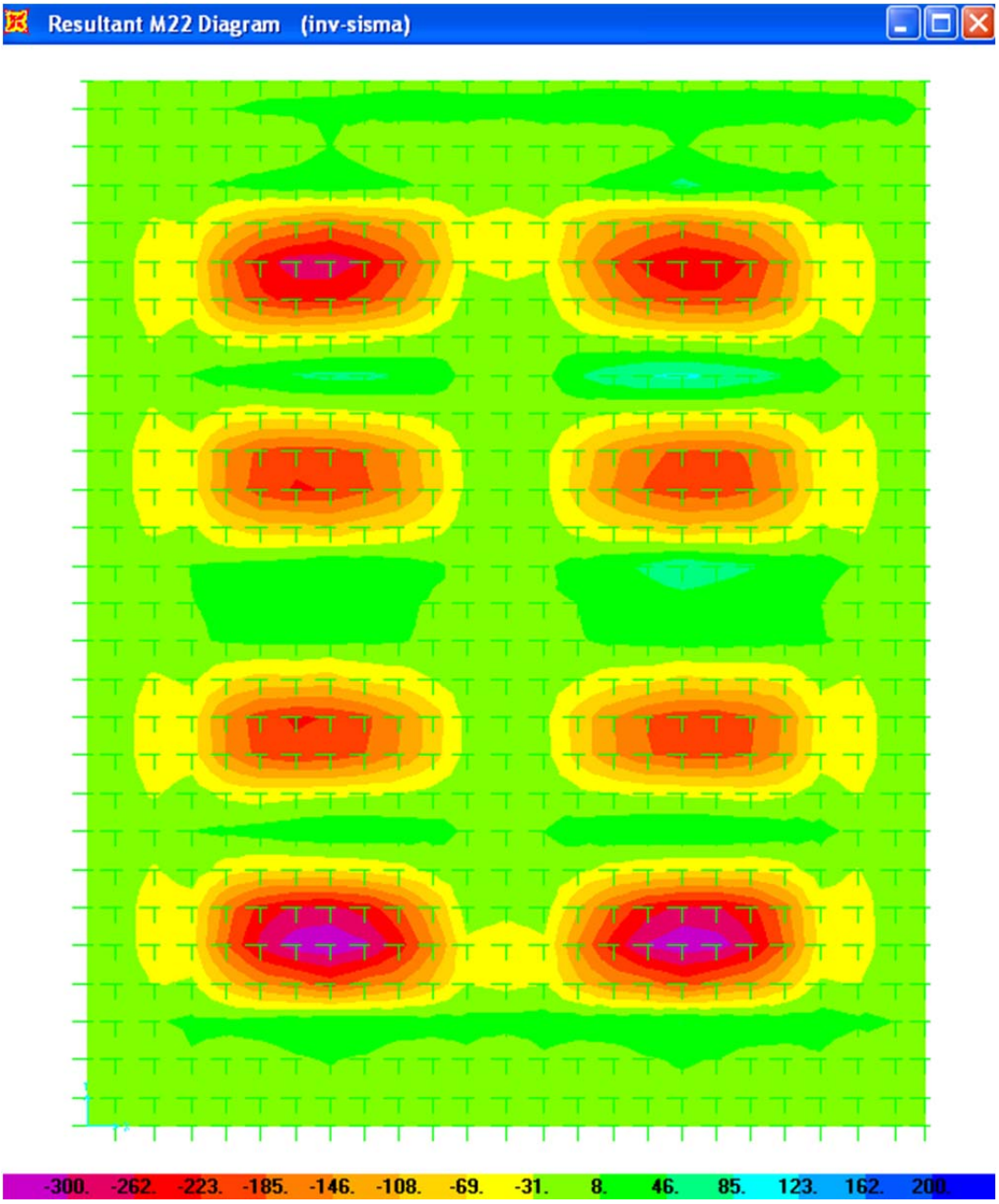


FIGURA 5-15 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-M22

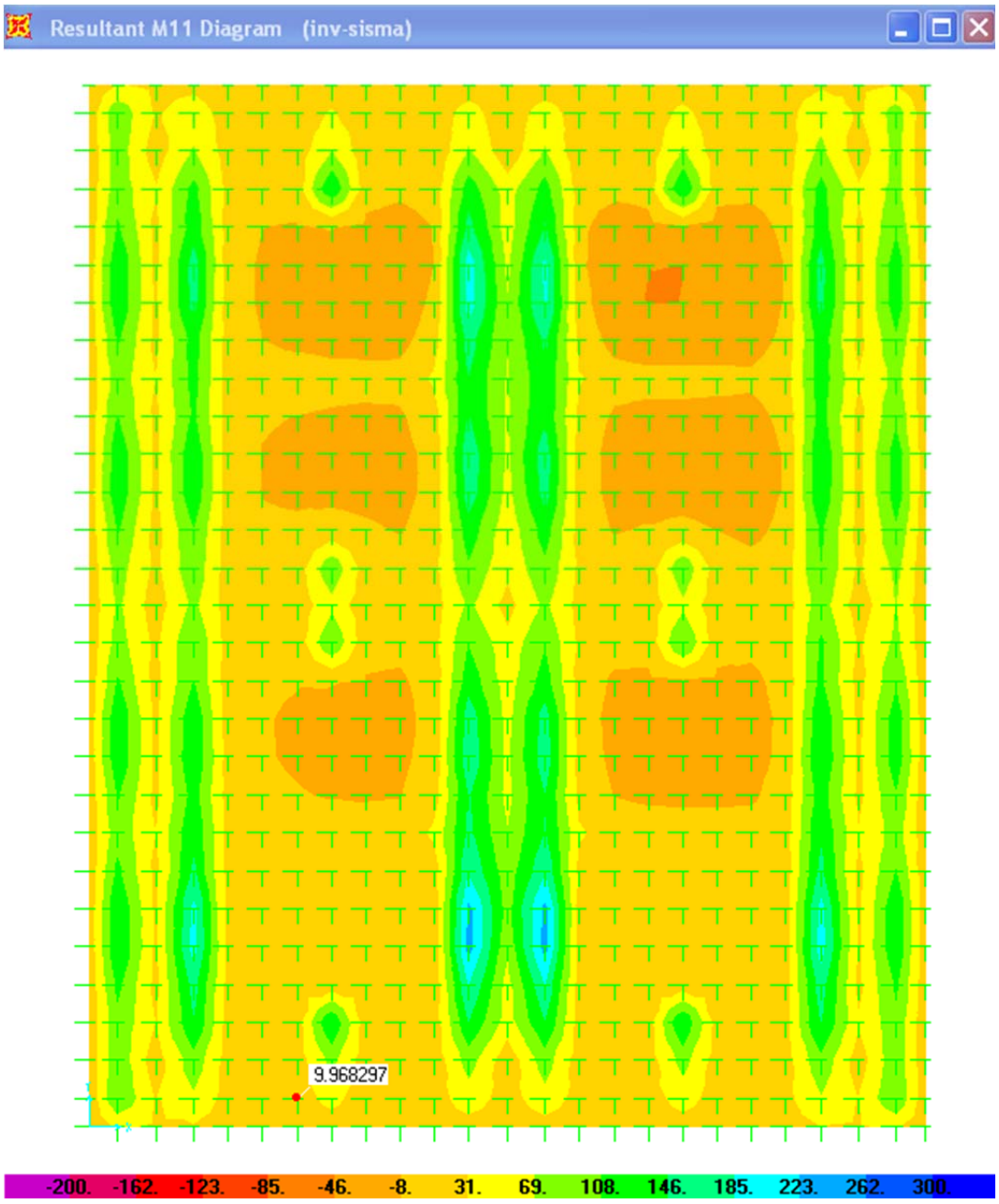


FIGURA 5-16 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-M11

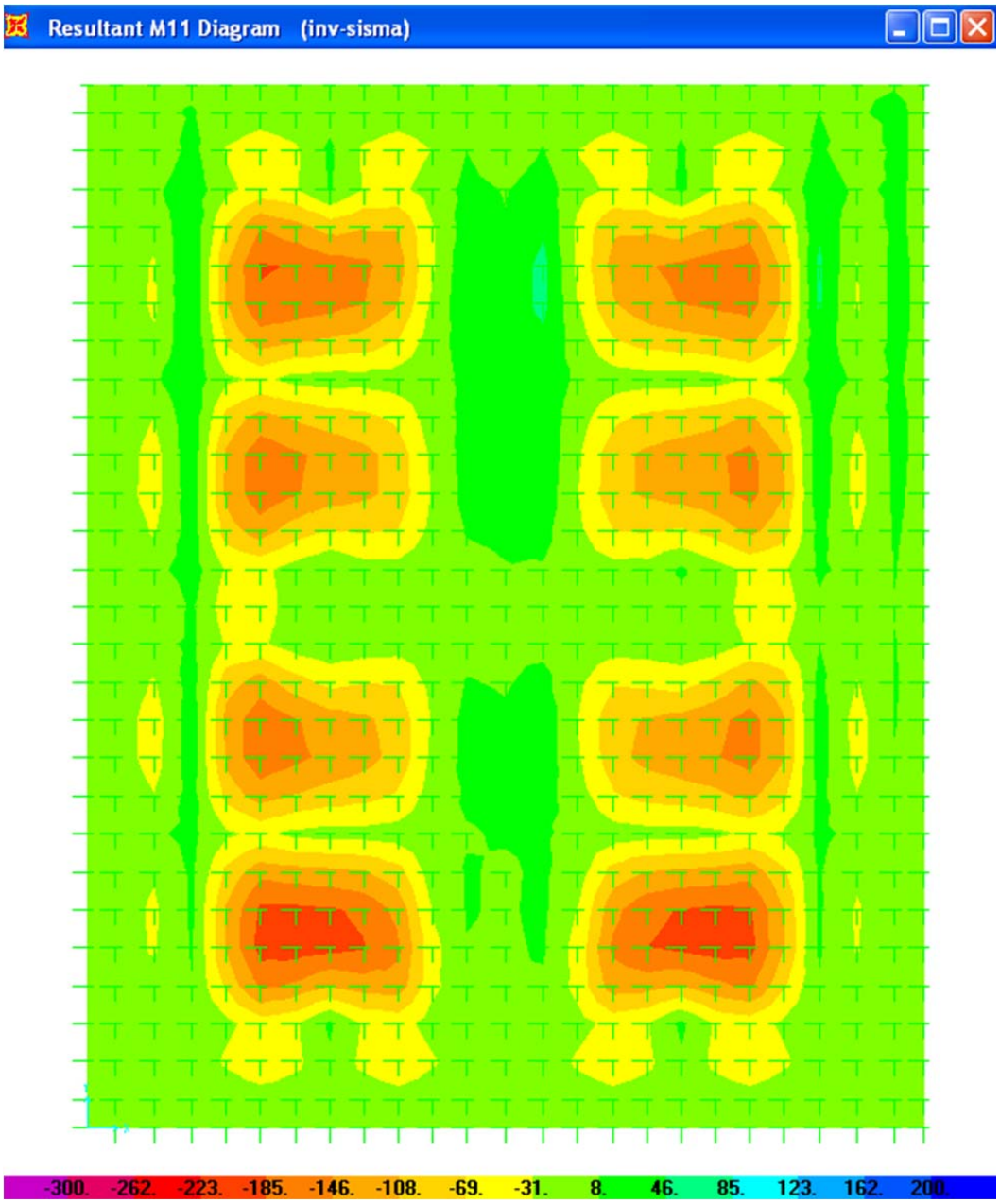


FIGURA 5-17 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-M11

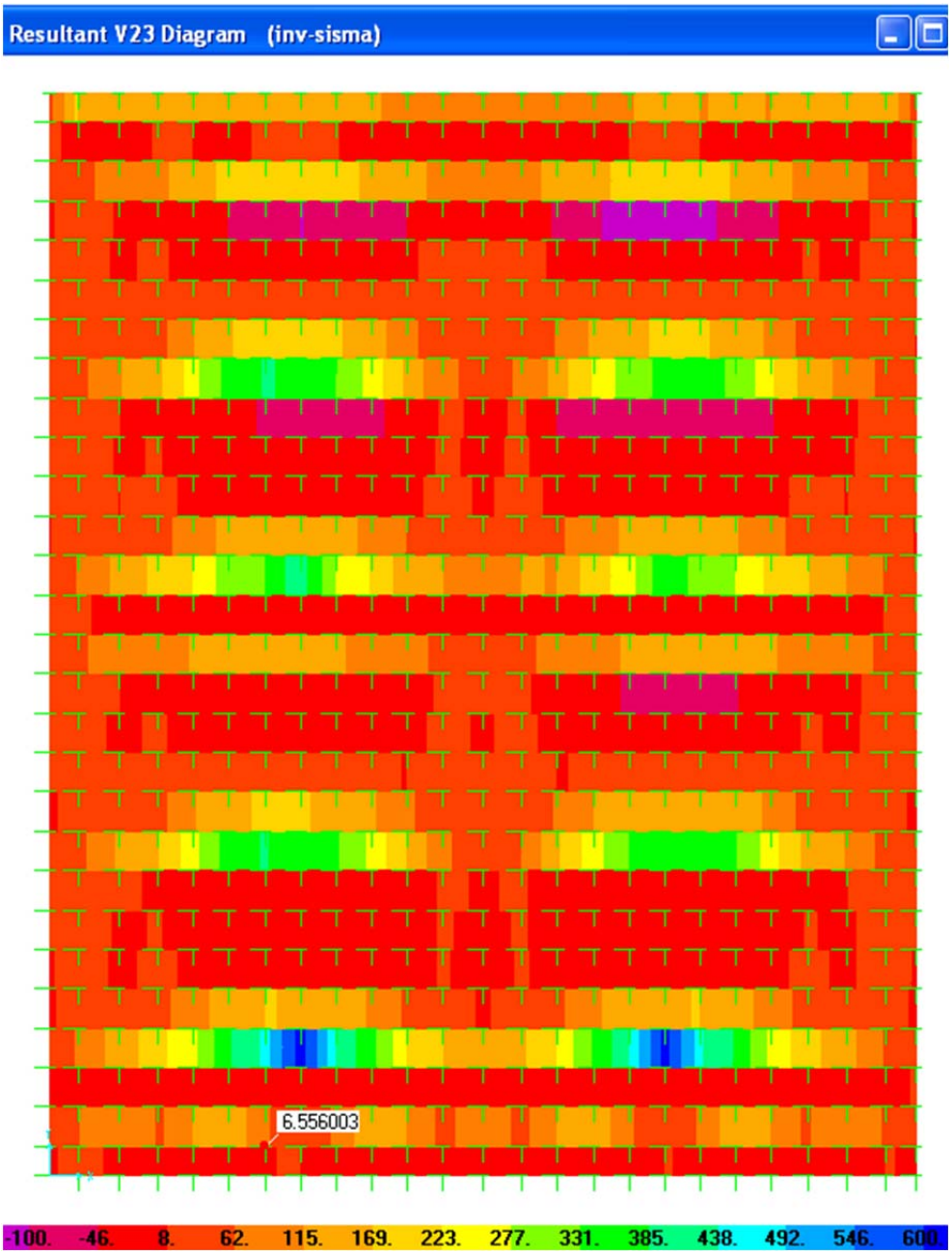


FIGURA 5-18 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-V23

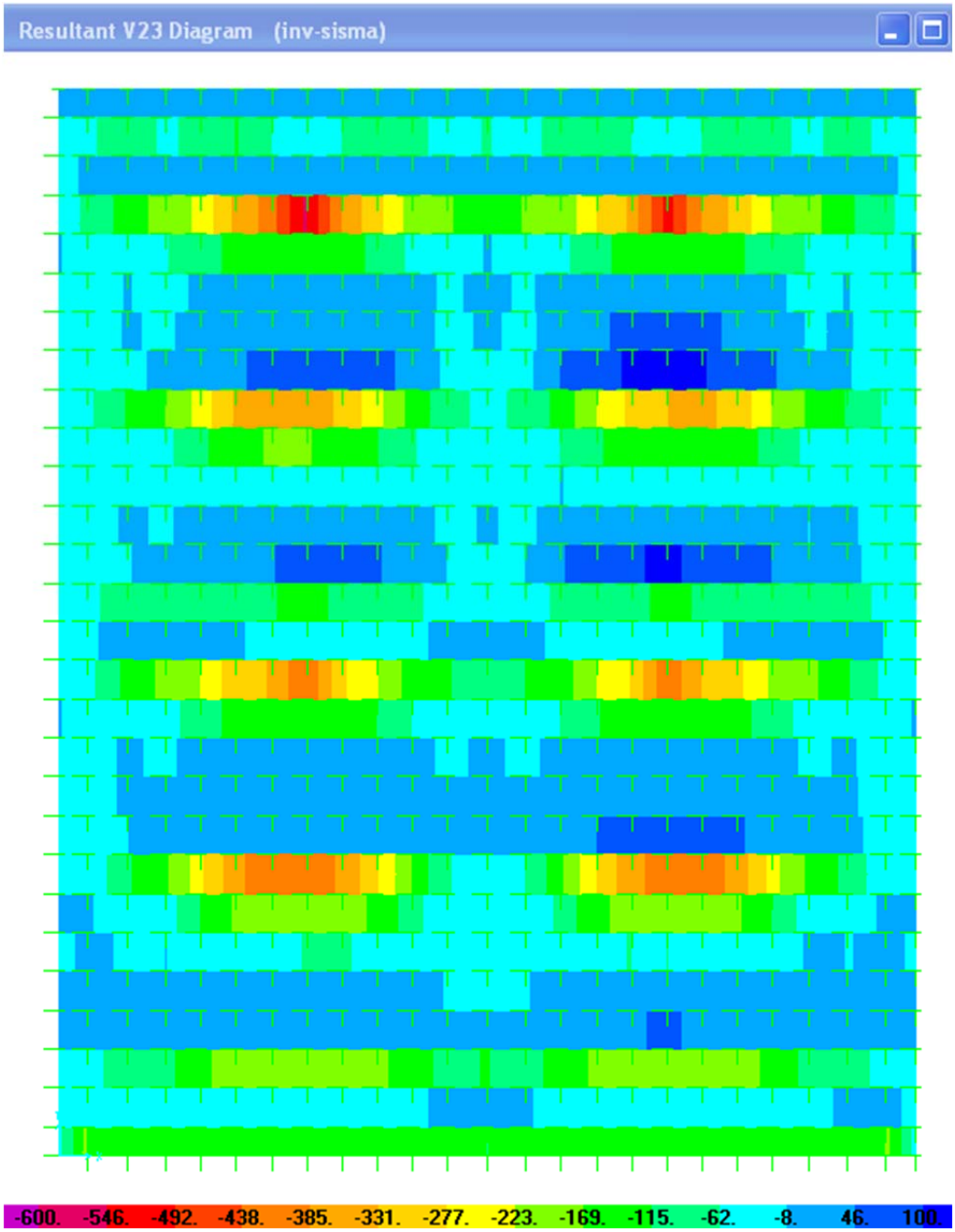


FIGURA 5-19 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-V23

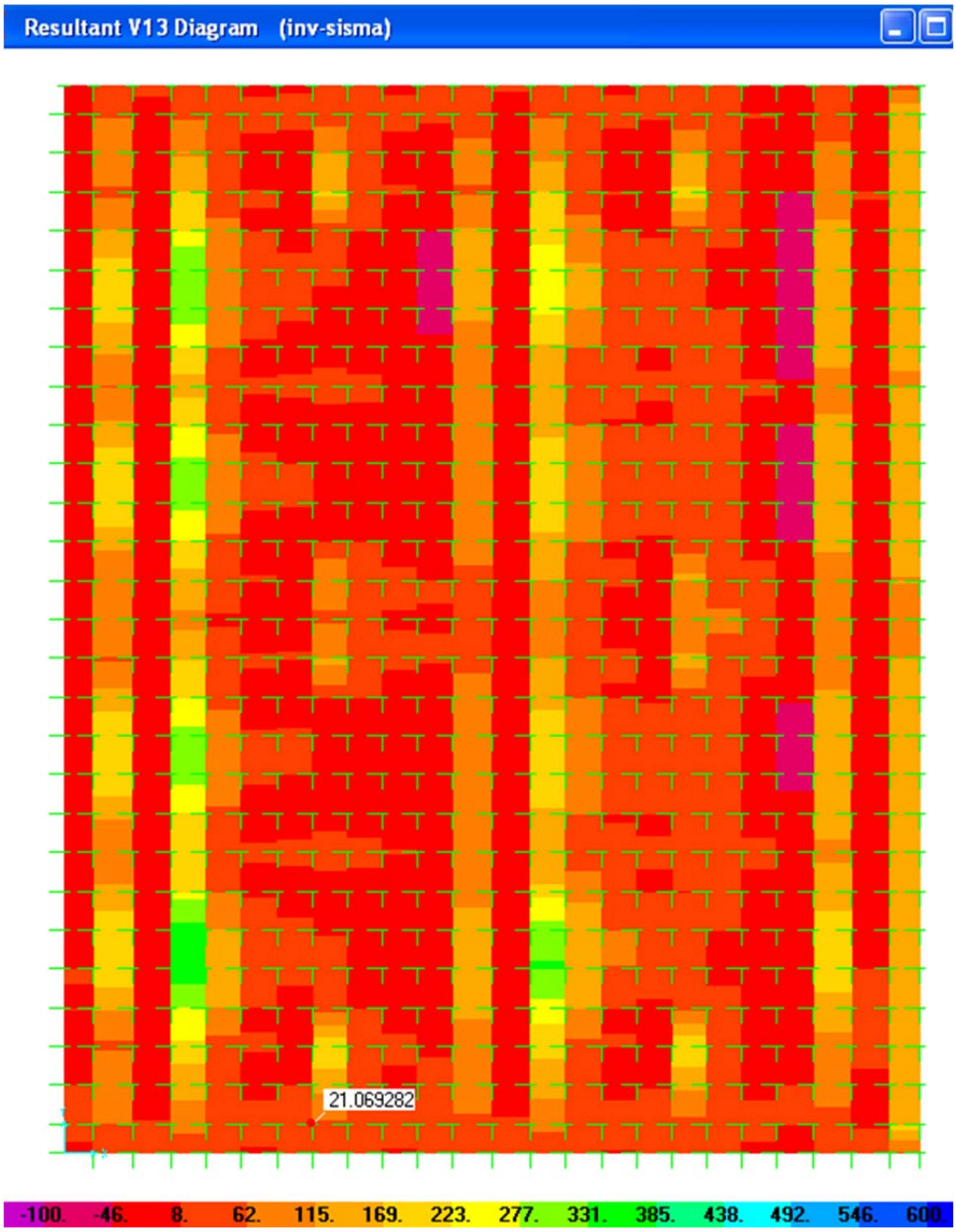


FIGURA 5-20 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-V13

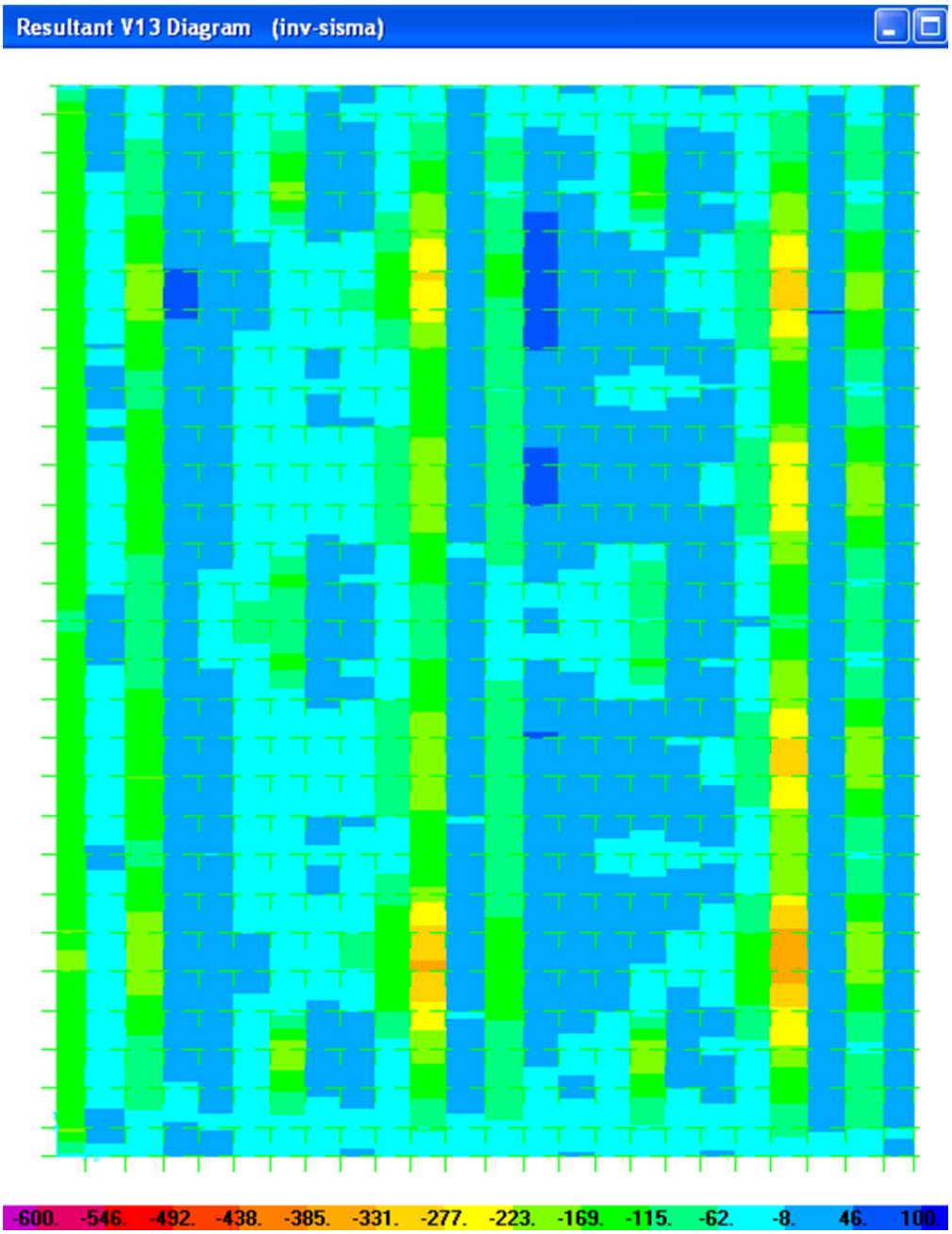


FIGURA 5-21 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-V13

Sezione	Sollecitazioni SLU (escl. Sisma) V_{sd} [kNm]		Sollecitazioni SLU Sisma V_{sd} [kNm]
Parete A	V_{23}	+220	+130
Setto B-celle5-6 (cella grande)	V_{23}	+765	+550
Setto C/D (cella grande)	V_{23}	+550	+400
Parete E	V_{13}	+235	+195
Setto F	V_{13}	+520	+370
Setto G	V_{13}	+465	+330

Si deduce che l'orditura a taglio già verificato per le combinazioni escluso sisma è adeguato anche per le azioni sismiche.

[redacted] Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti e rare)

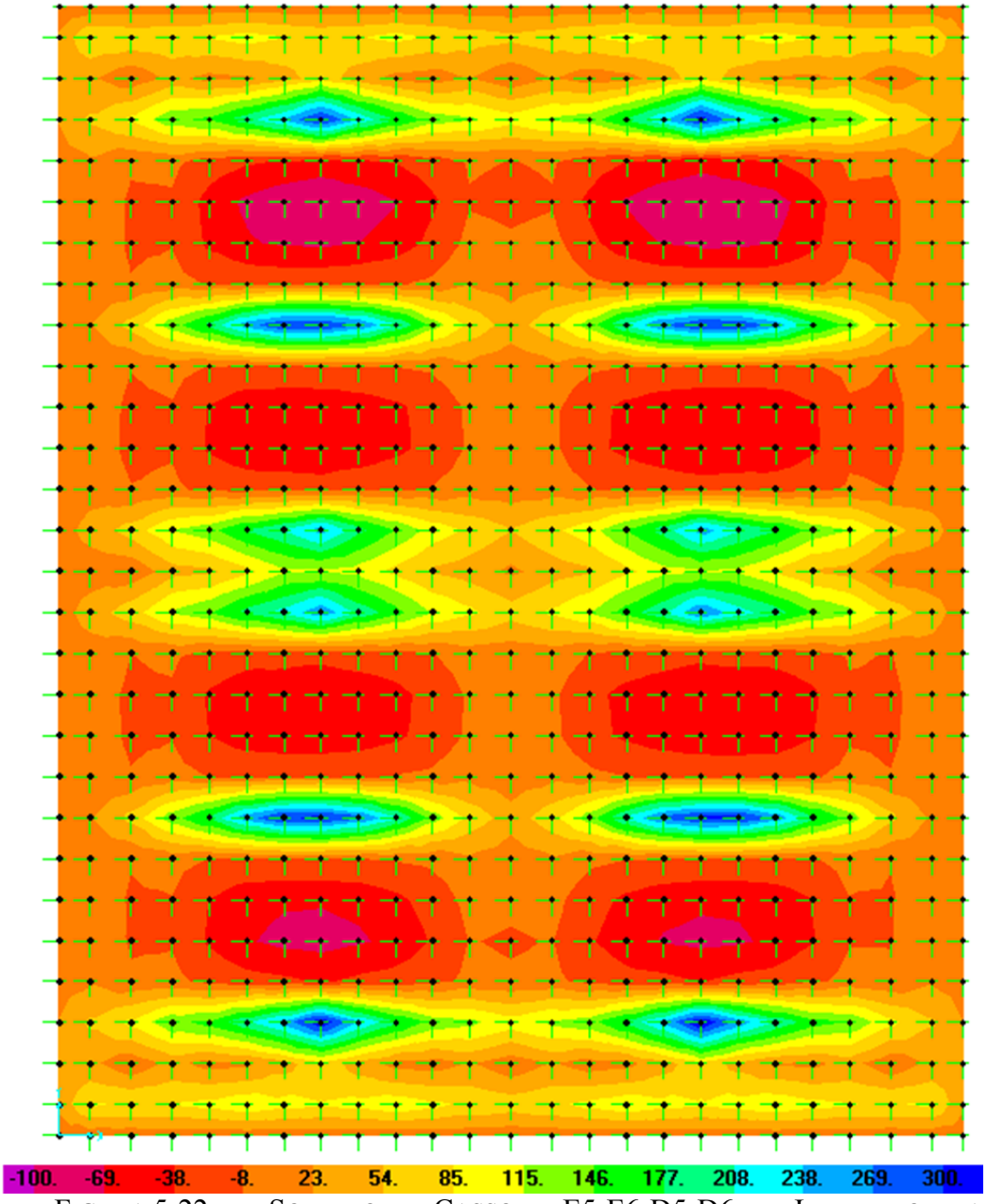


FIGURA 5-22 - SOLETTONE CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M22

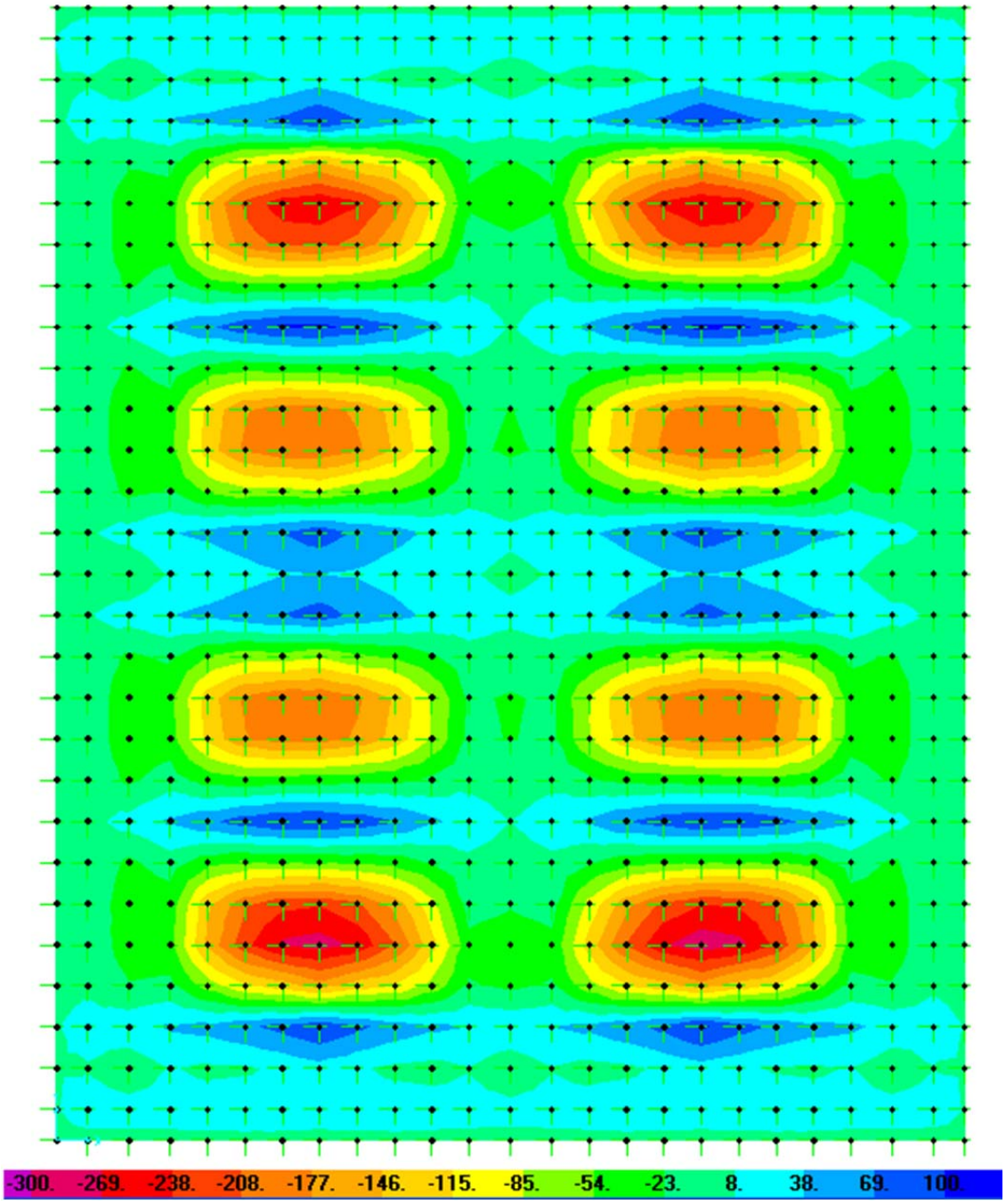


FIGURA 5-23 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M22

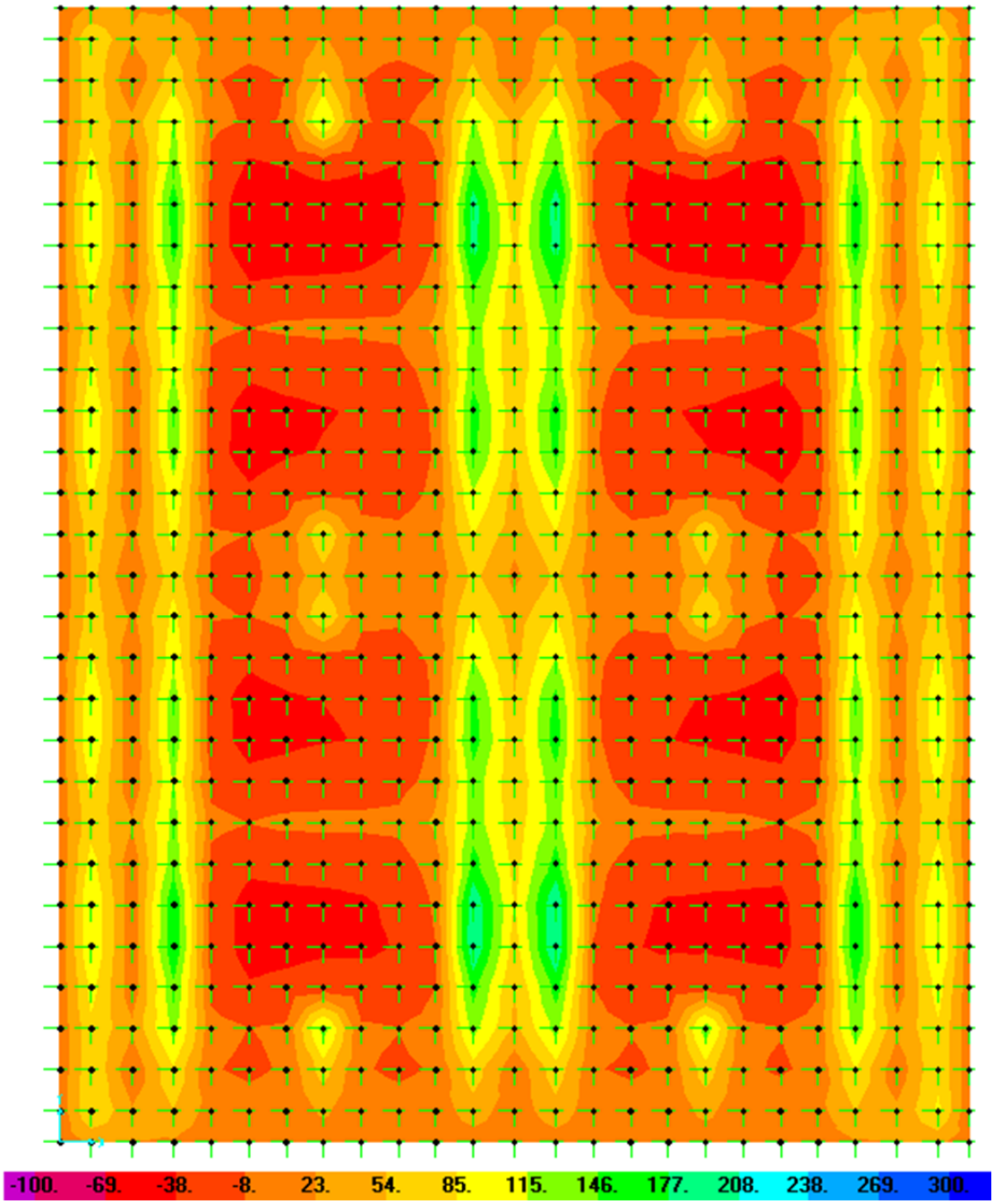


FIGURA 5-24 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M11

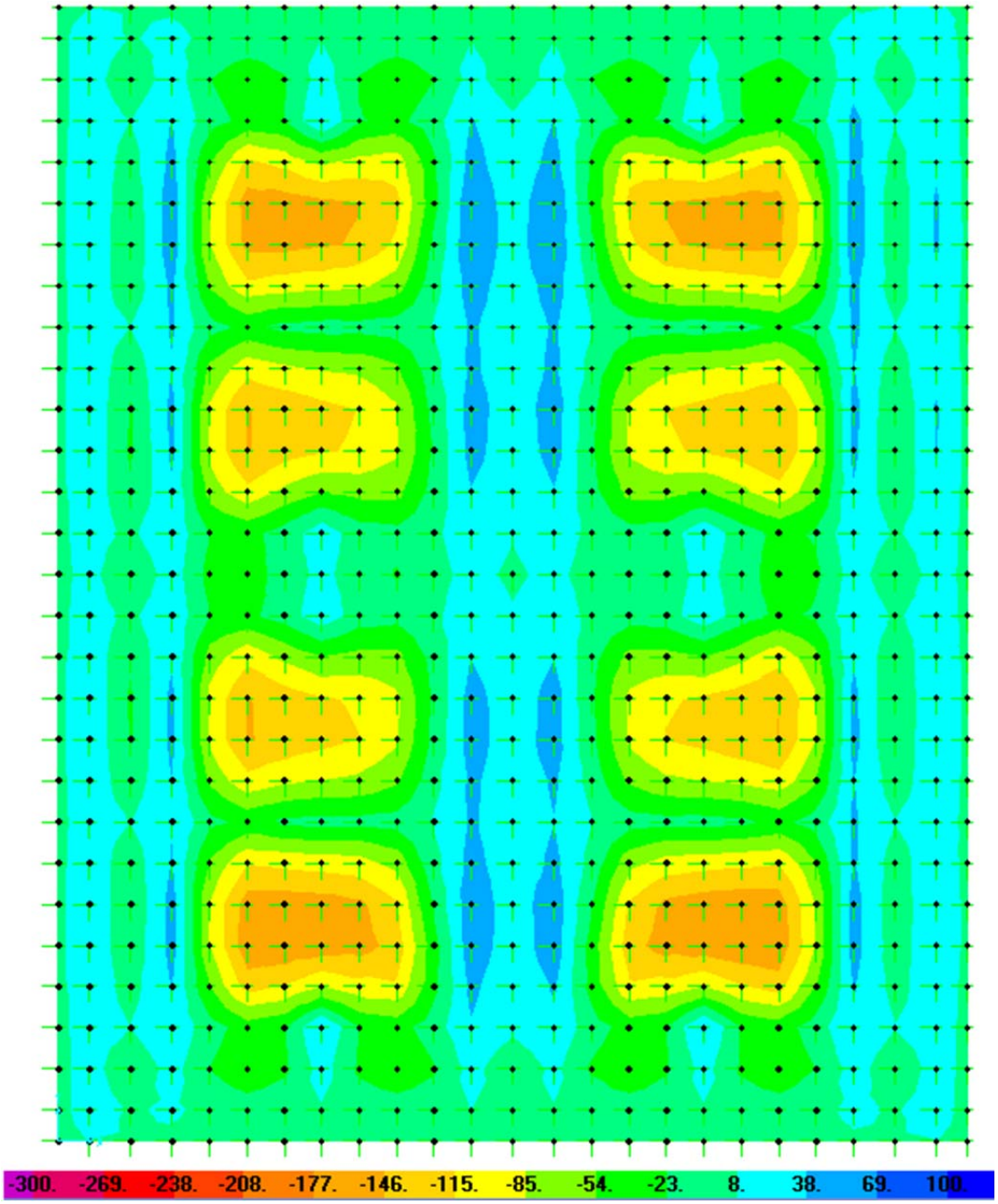


FIGURA 5-25 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M11

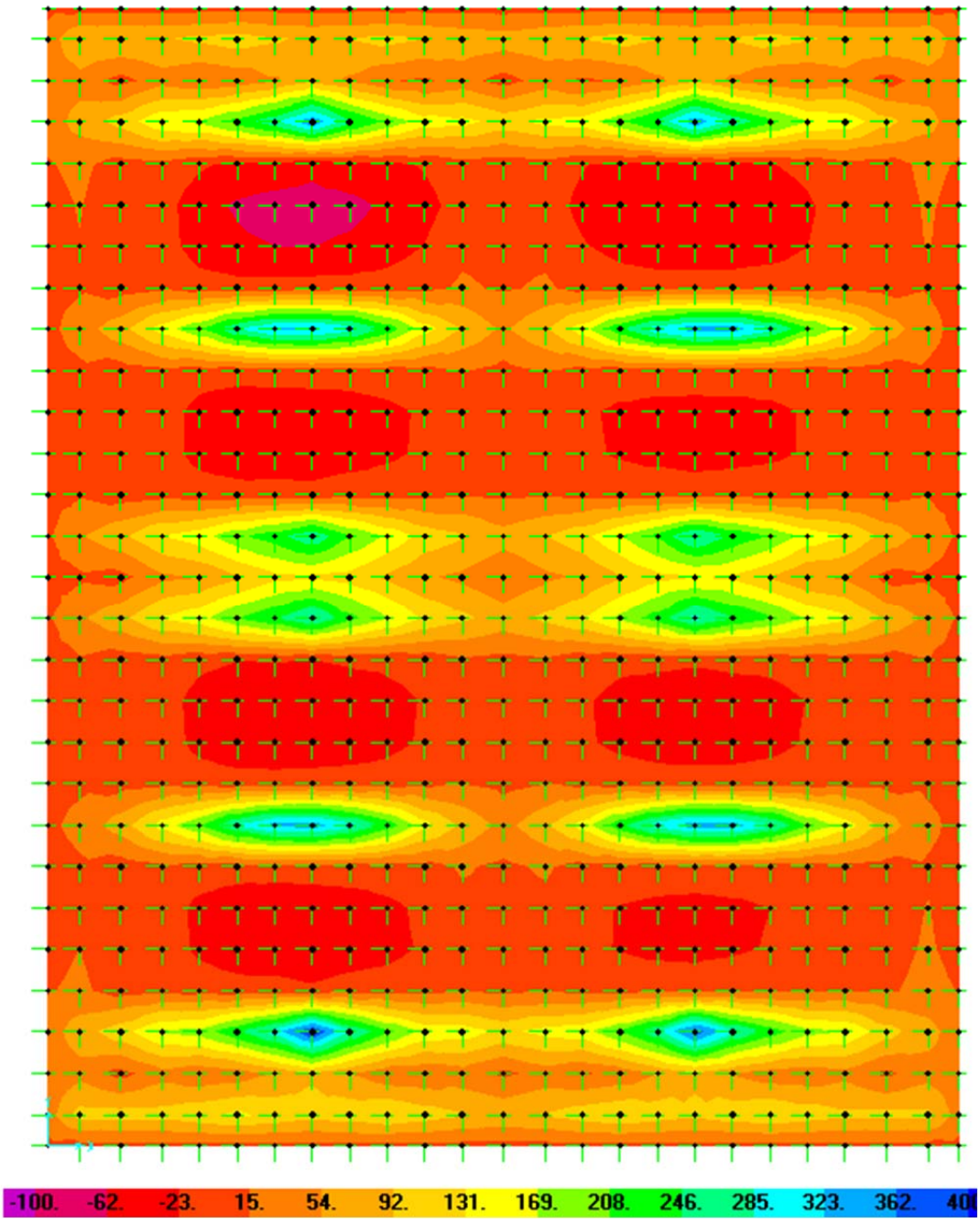


FIGURA 5-26 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

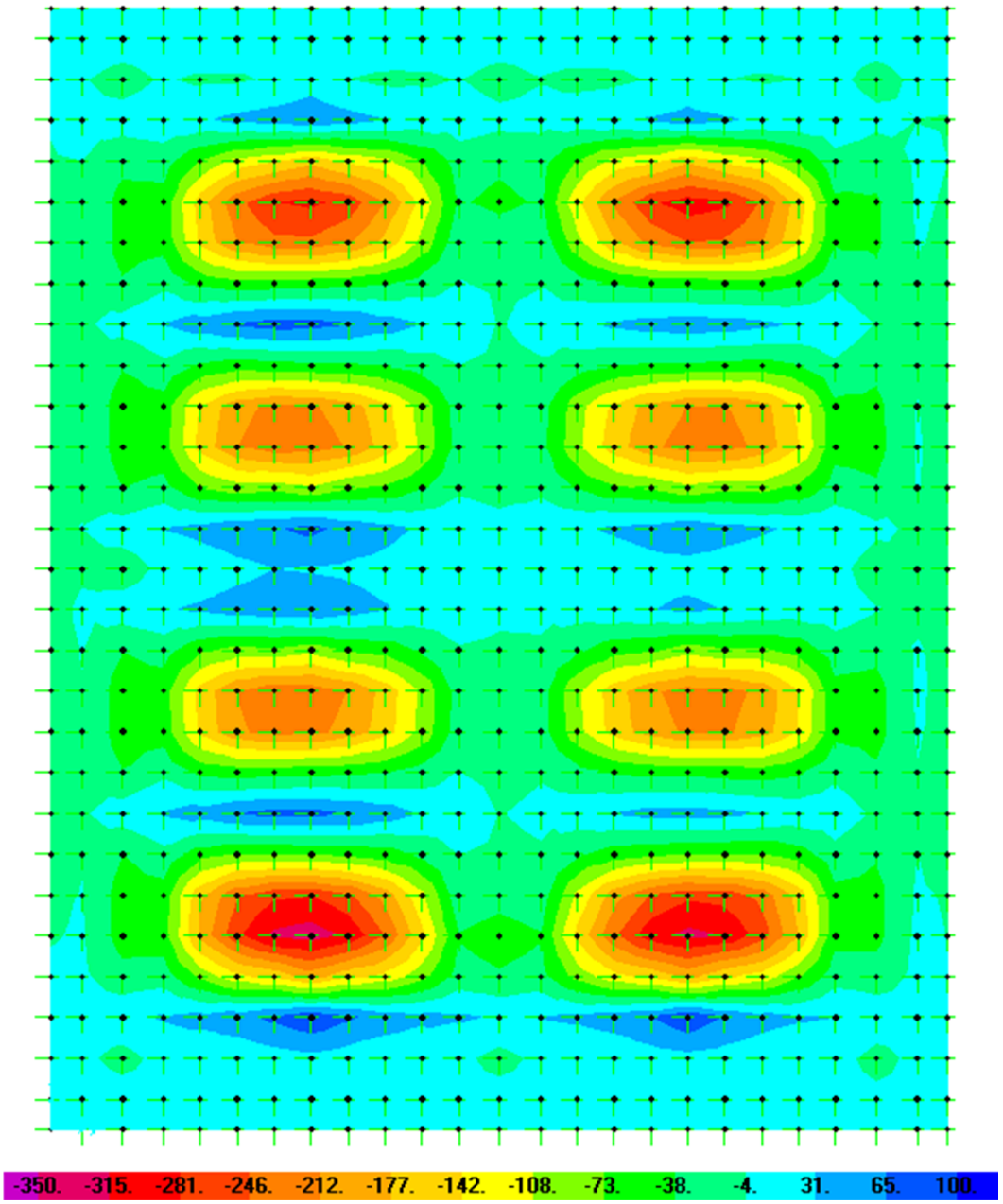


FIGURA 5-27 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

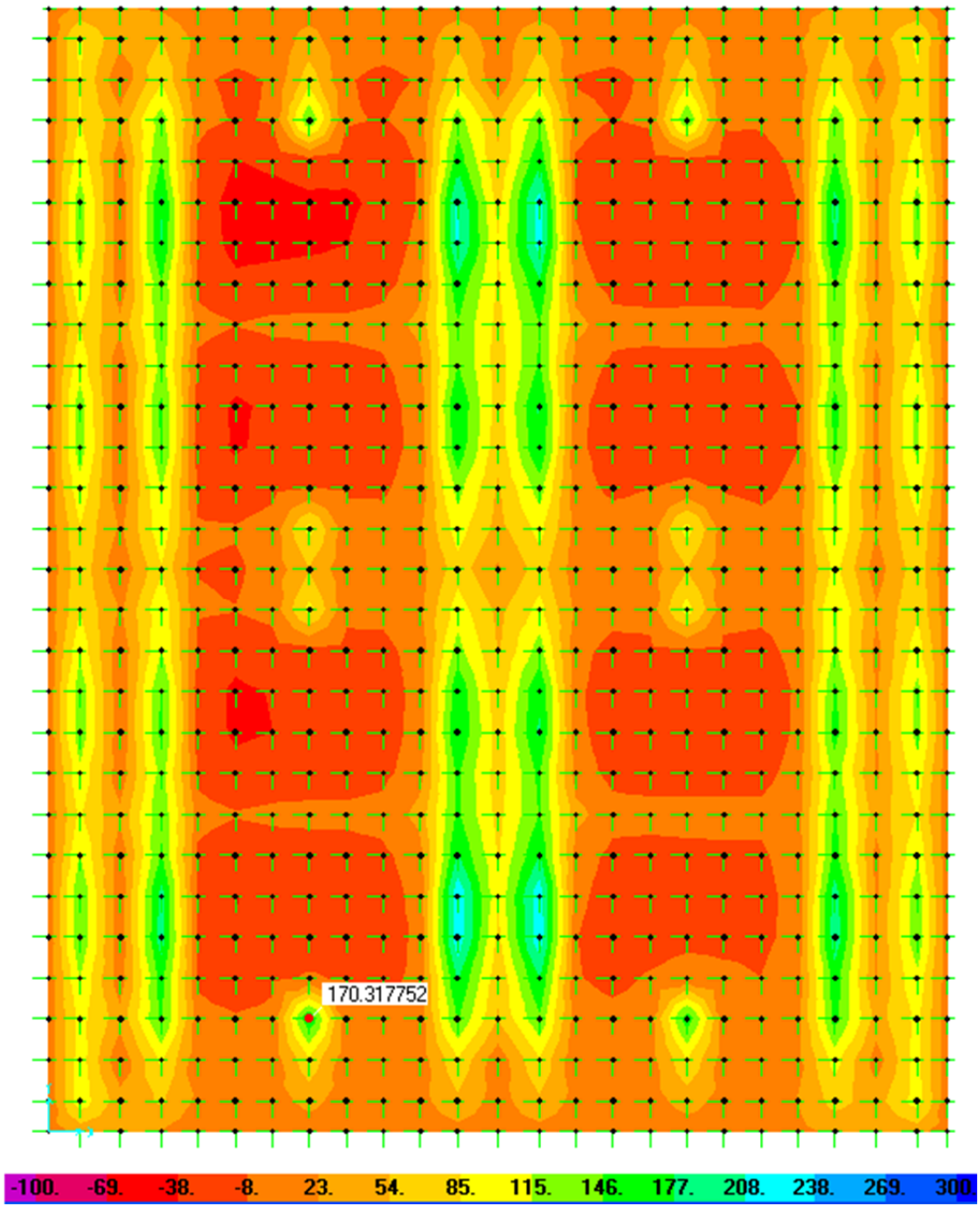


FIGURA 5-28 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

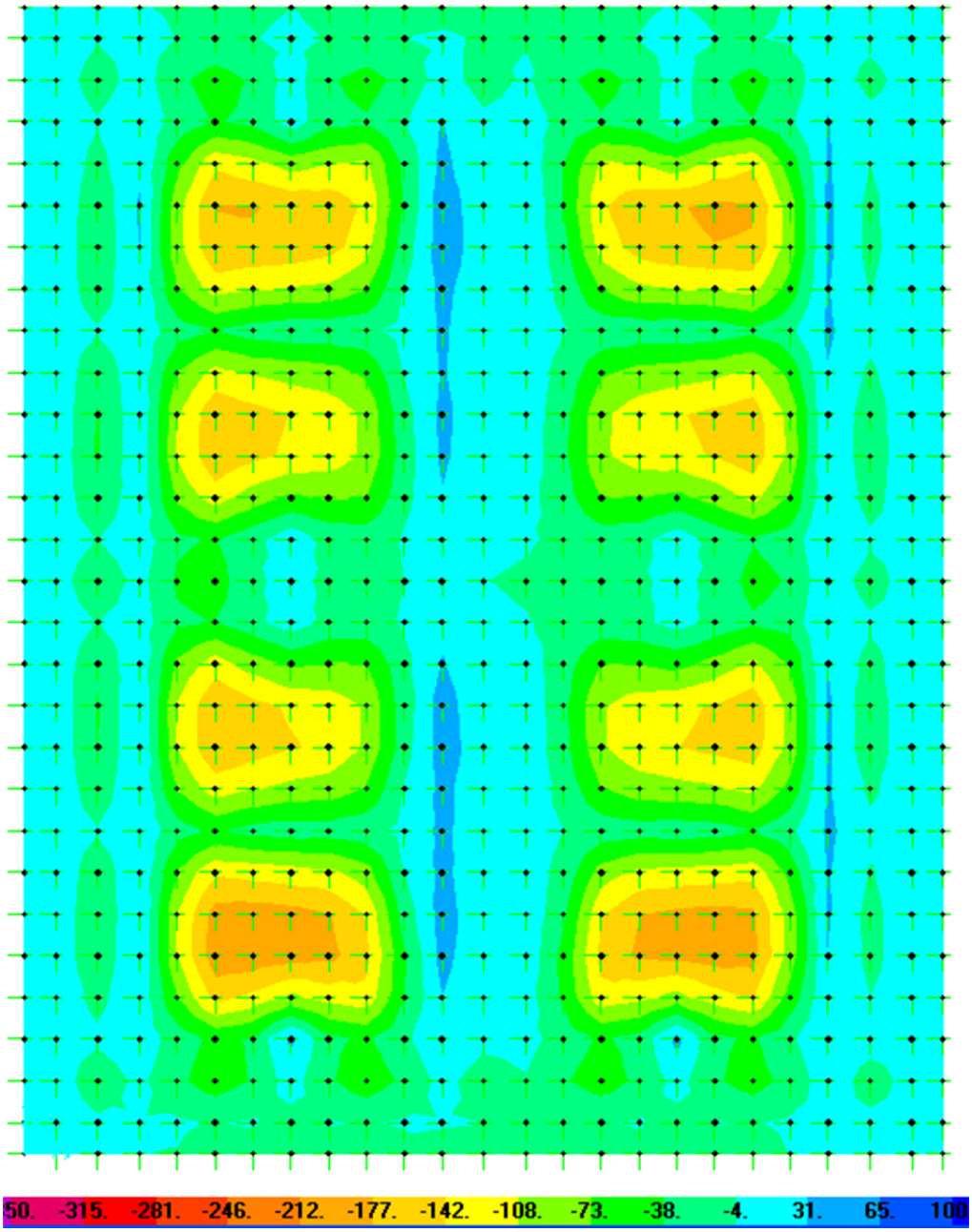


FIGURA 5-29 - SOLETTONI CASSONI E5-E6-D5-D6 – INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Sigma		
	M_{sd} [kNm]		B	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup	σ_a	σ_c	w
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]	[mm]
M22-Parete A	M+	+105	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	103	1.9	0.091
M22-Cella 1-5-9	M+	+80	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	78	1.4	0.069
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+295	1.0	0.75	5Ø26	5Ø20	5	5	174	4.4	0.149
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+104	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	102	1.9	0.09
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-285	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	168	4.0	0.144
M22-Cella 2-10	M-	-42	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	39	0.7	0.035
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+275	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	162	3.8	0.139
M22-Parete C celle 2-3	M+	+92	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	90	1.6	0.079
M22-Cella 7	M-	-203	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	120	2.8	0.103
M22-Parete D	M+	+265	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	156	3.7	0.134
M22-Cella 8-12	M+	+94	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	55	1.3	0.048
M11-Parete E	M+	+115	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	116	2.2	0.123
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-41	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	42	0.8	0.044
M11-Parete F	M+	+175	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	177	3.4	0.187
M11-Cella 6-7	M-	-170	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	174	3.3	0.192
M11-Cella 5-8	M-	-53	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	54	1.0	0.06
M11-Parete G	M+	+182	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	184	3.5	0.195
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori											

TABELLA 5-2 - CASSONI E5-E6/D5-D6 – VERIFICHE AGLI SLE – COMBINAZIONI FREQUENTI

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Sigma	
	M_{sd} [kNm]		B	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup	σ_a	σ_c
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]
M22-Parete A	M+	+125	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	122	2.2
M22-Cella 1-5-9	M+	+95	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	93	1.7
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+345	1.0	0.75	5Ø26	5Ø20	5	5	204	5.1
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+154	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	151	2.8
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-350	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	206	4.9
M22-Cella 2-10	M-	-52	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	51	0.9
M22-Parete C celle 6-7(5m centr.cella)	M+	+305	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	180	4.3
M22-Par.C cell 2-3	M+	+112	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	109	2.0
M22-Cella 7	M-	-223	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	131	3.1
M22-Parete D	M+	+285	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	168	4.0
M22-Cella 8-12	M+	+104	1.0	0.75	5Ø26	5Ø26	5	5	61	1.5
M11-Parete E	M+	+135	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	137	2.6
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-51	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	52	1.0
M11-Parete F	M+	+190	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	192	3.7
M11-Cella 6-7	M-	-200	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	205	4.0
M11-Cella 5-8	M-	-53	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7.6	7.6	54	1.0
M11-Parete G	M+	+222	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	7	7	227	4.4
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori										

TABELLA 5-3 - CASSONI E5-E6/D5-D6 – VERIFICHE AGLI SLE – COMBINAZIONI RARE

[redacted] Cassoni Banchina Petroli (H3-H11) - Solettone

Si esegue una verifica del solettone dei cassoni H3-H11 dove il sovraccarico è pari a 20kPa.

[redacted]Verifiche agli SLU (escluso sisma)

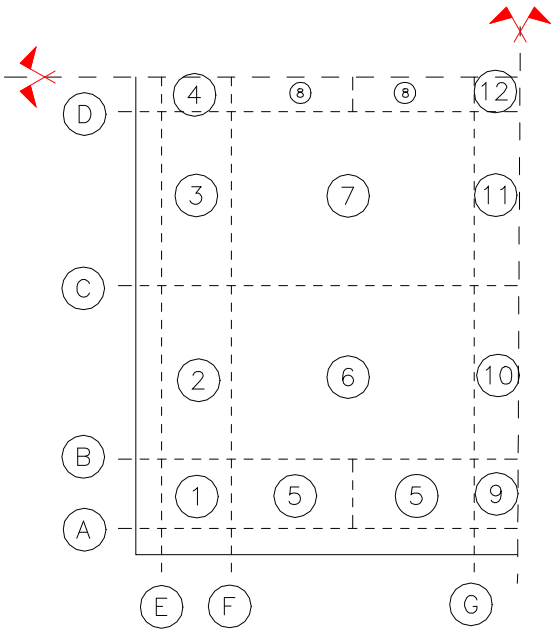


FIGURA 5-30 - NUMERAZIONE CELLE E SETTI PER VERIFICHE SOLETTONE

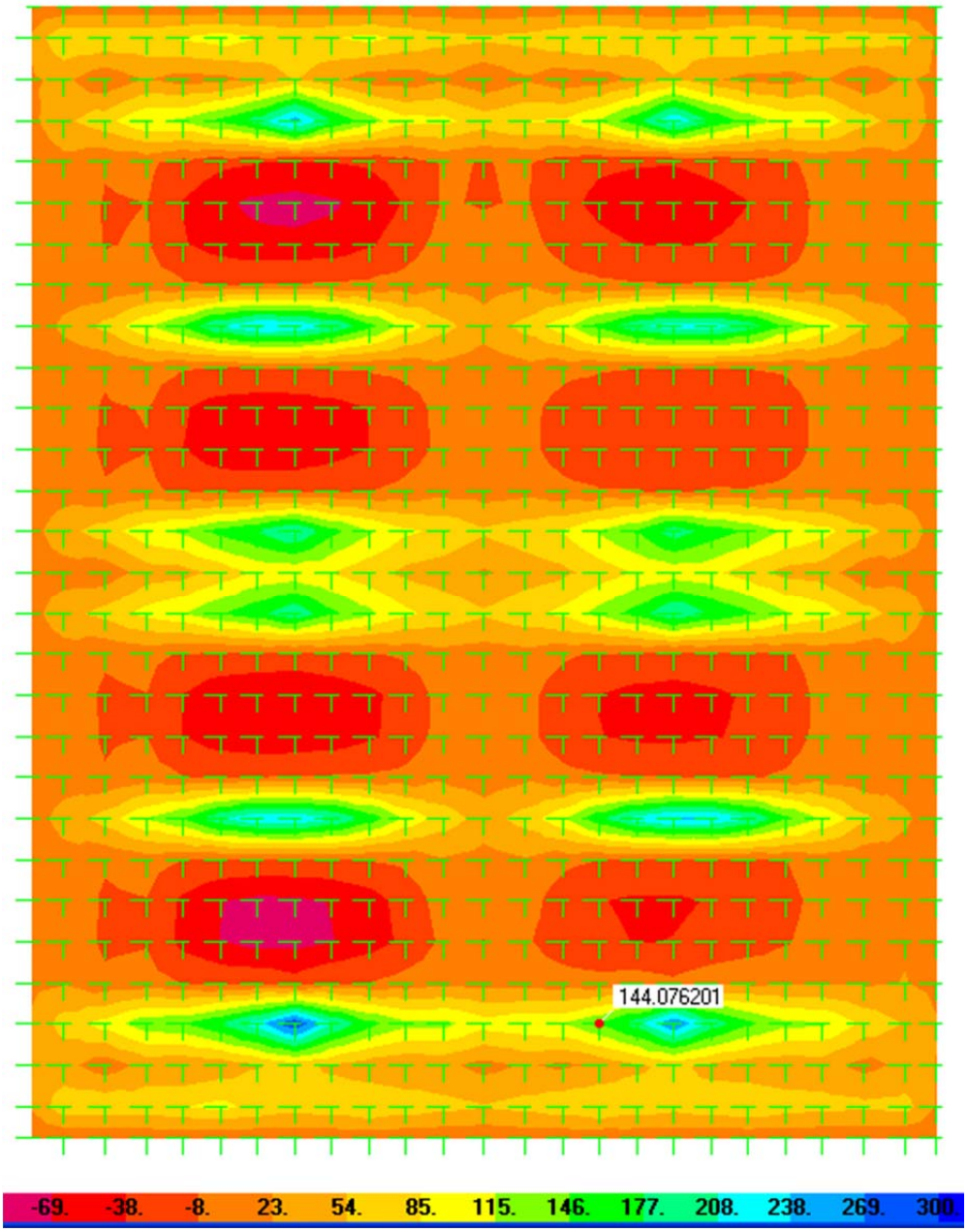


FIGURA 5-31 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU-M22(ESCLUSO SISMA)

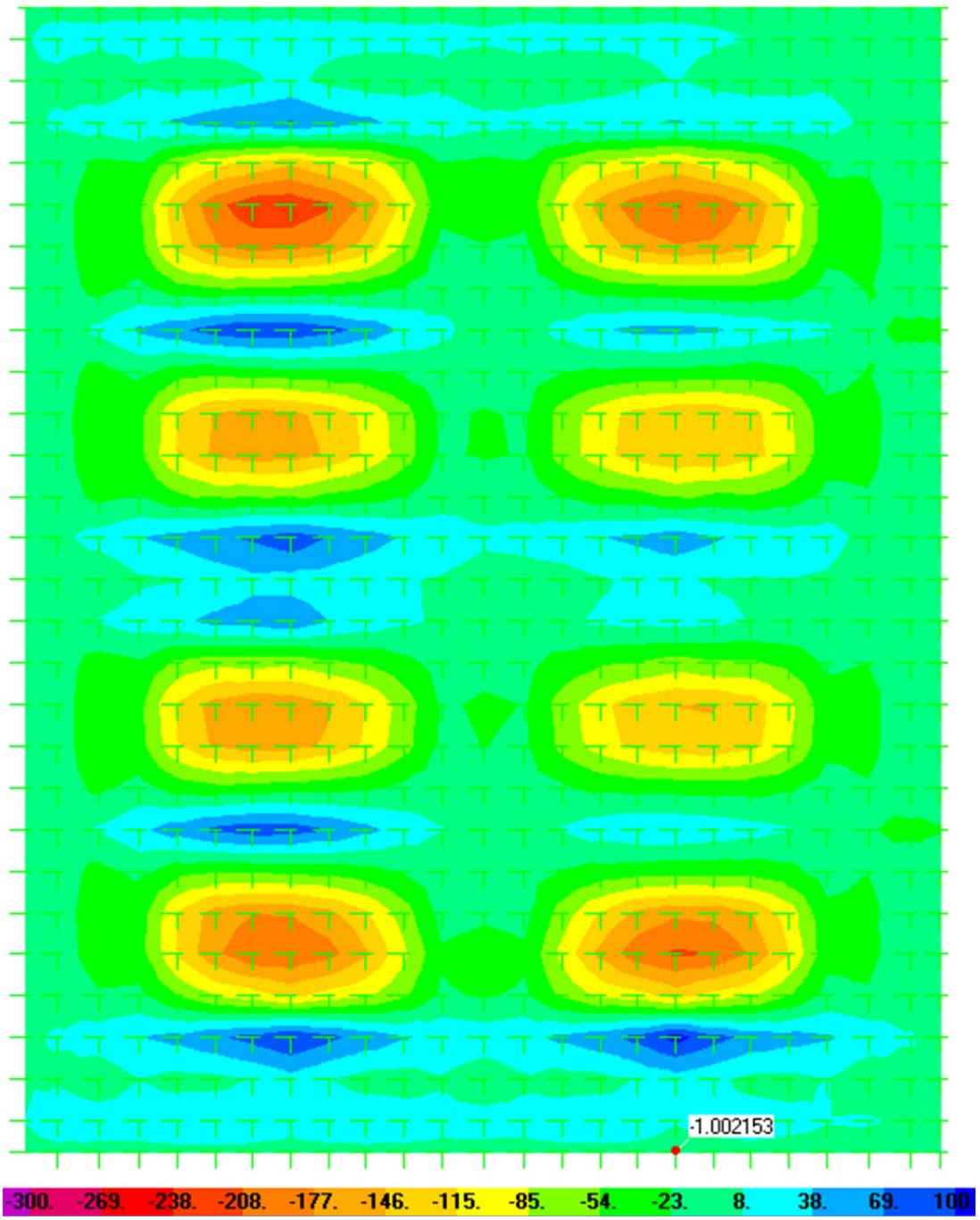


FIGURA 5-32 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU-M22(ESCLUSO SISMA)

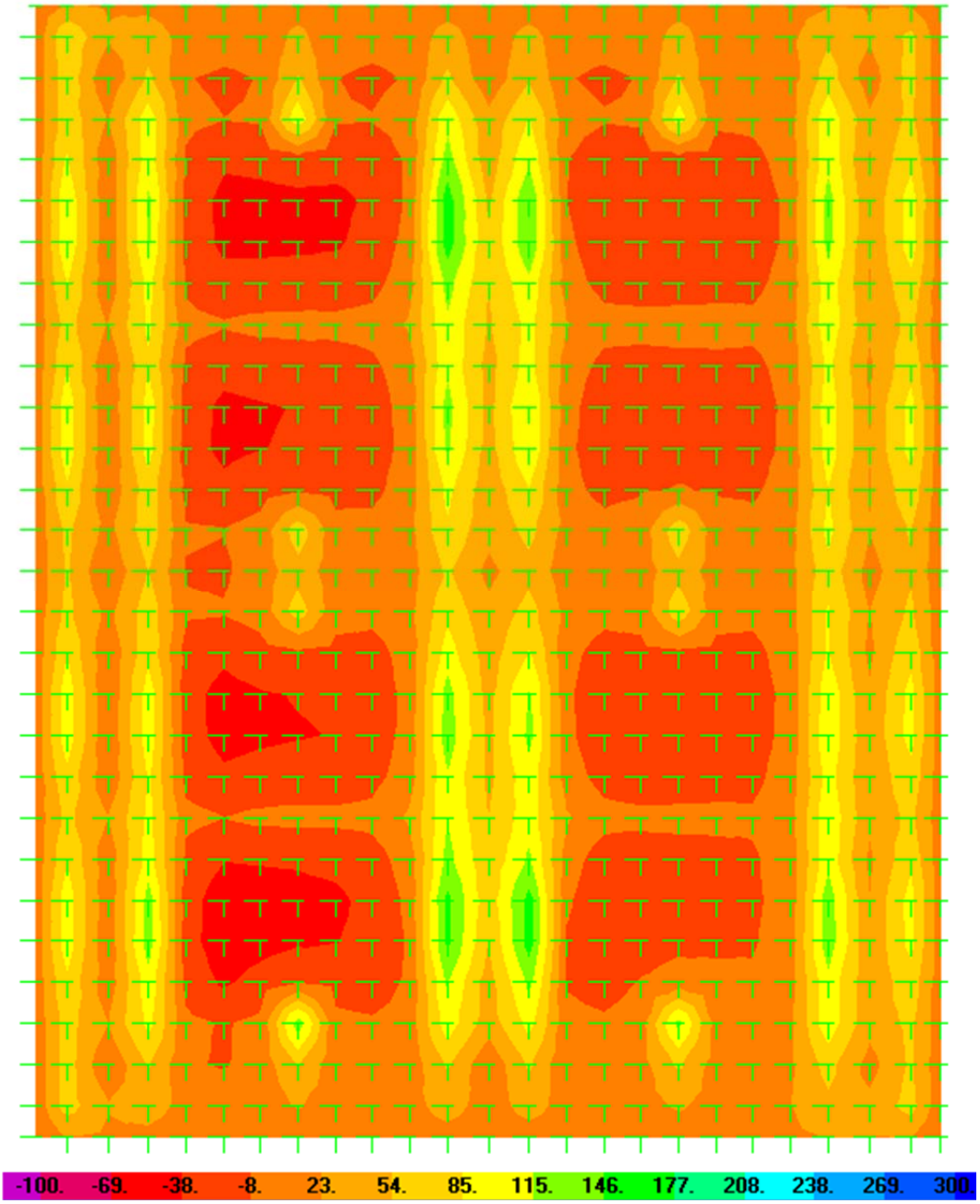


FIGURA 5-33 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

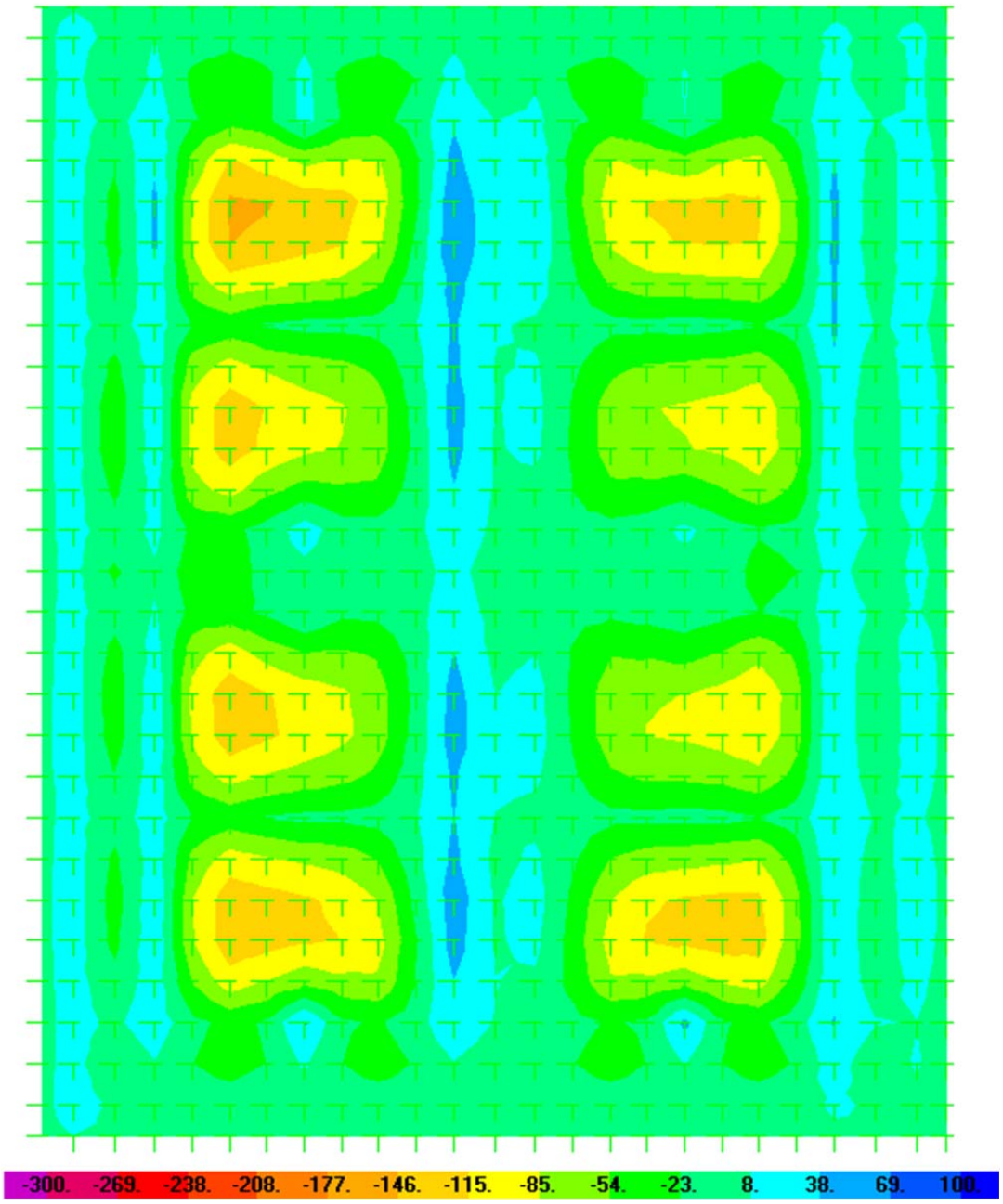


FIGURA 5-34 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

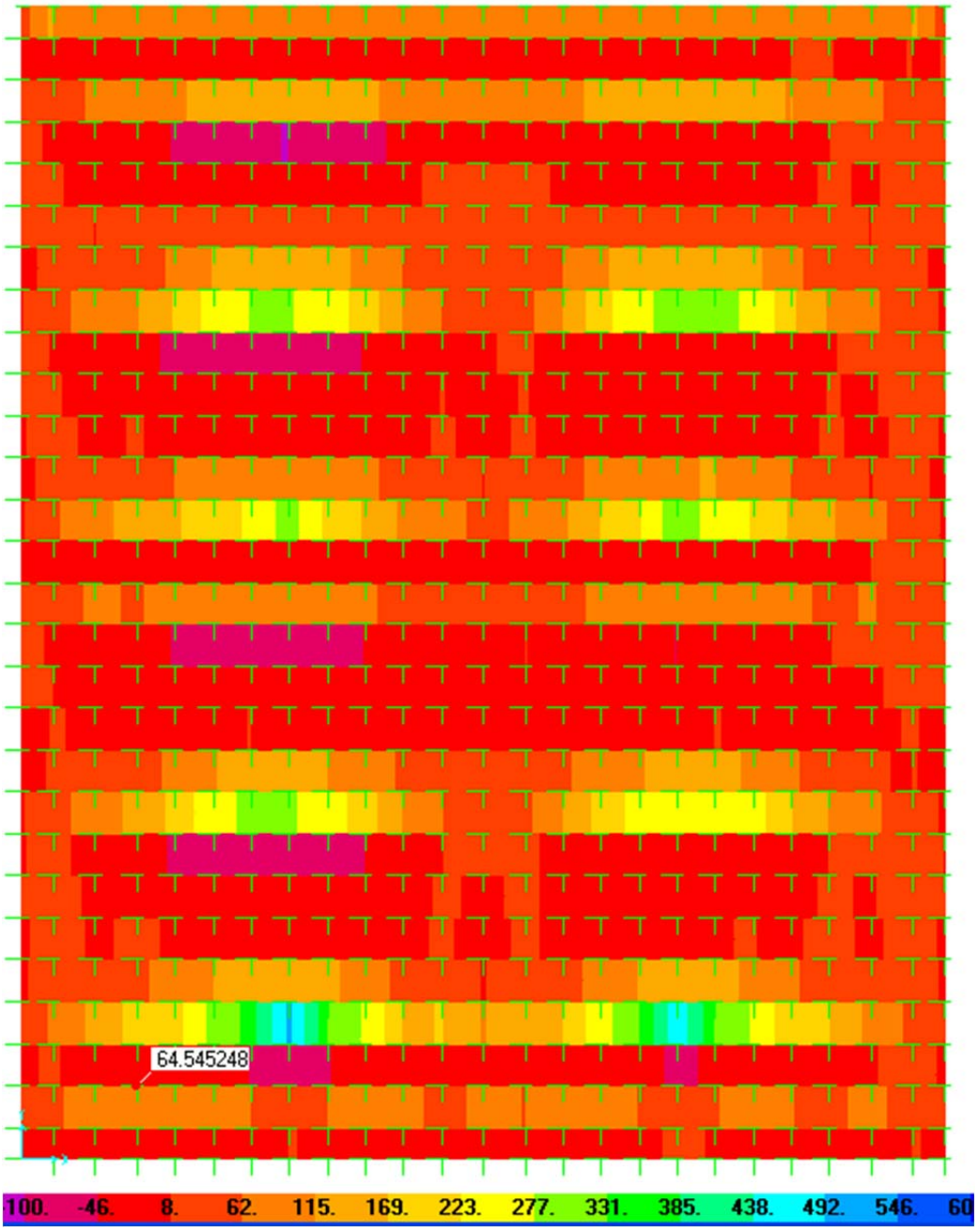


FIGURA 5-35 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

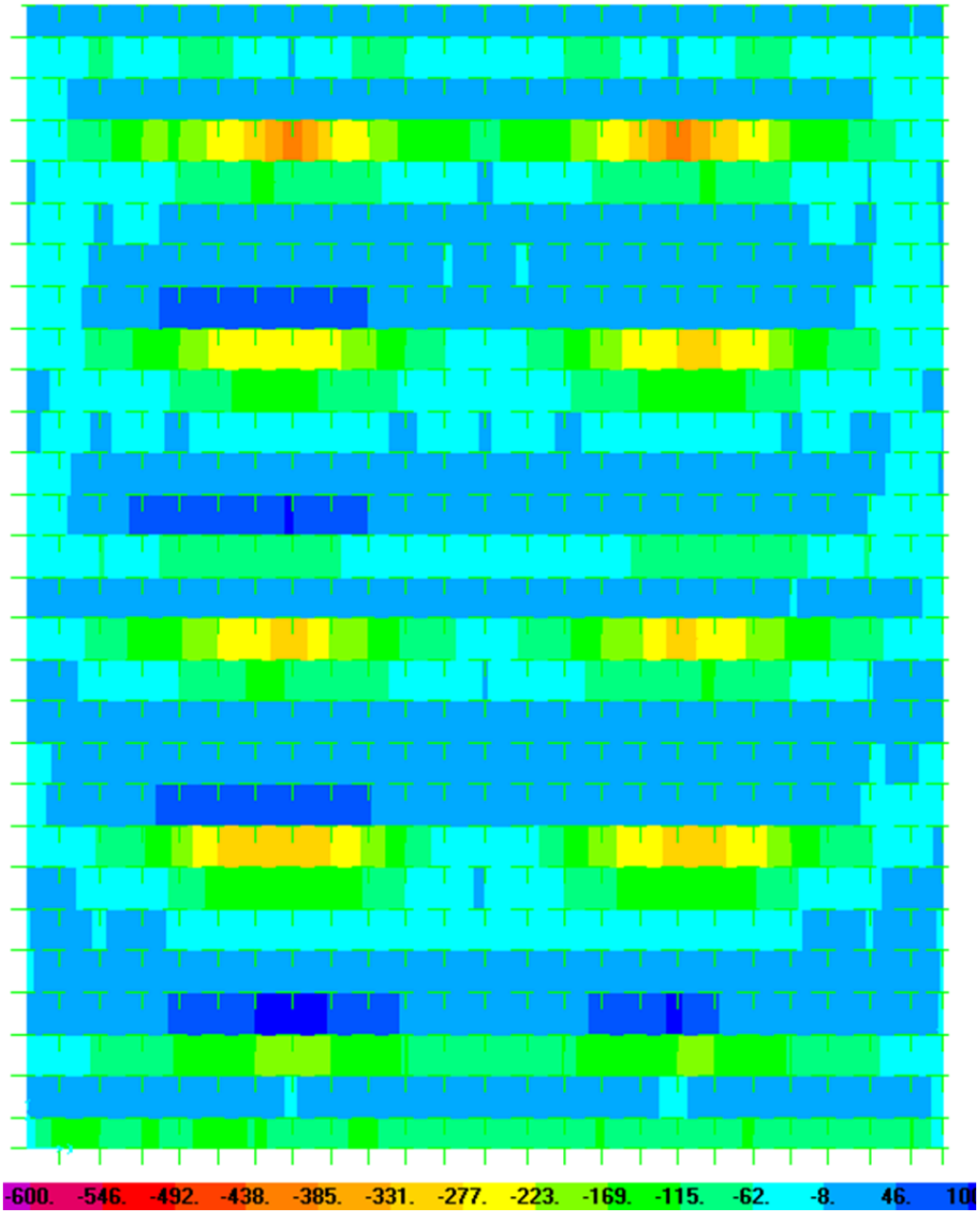


FIGURA 5-36 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

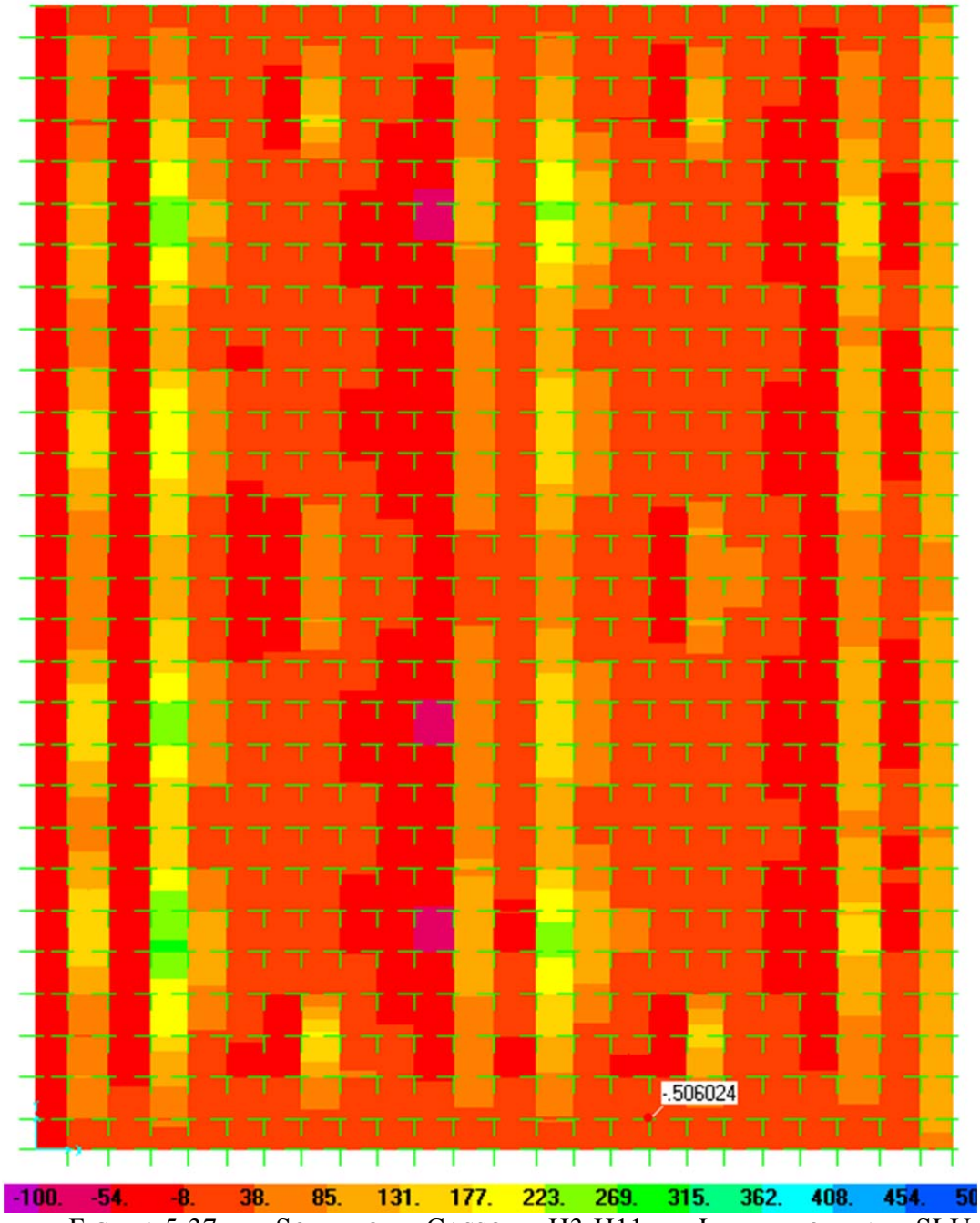


FIGURA 5-37 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

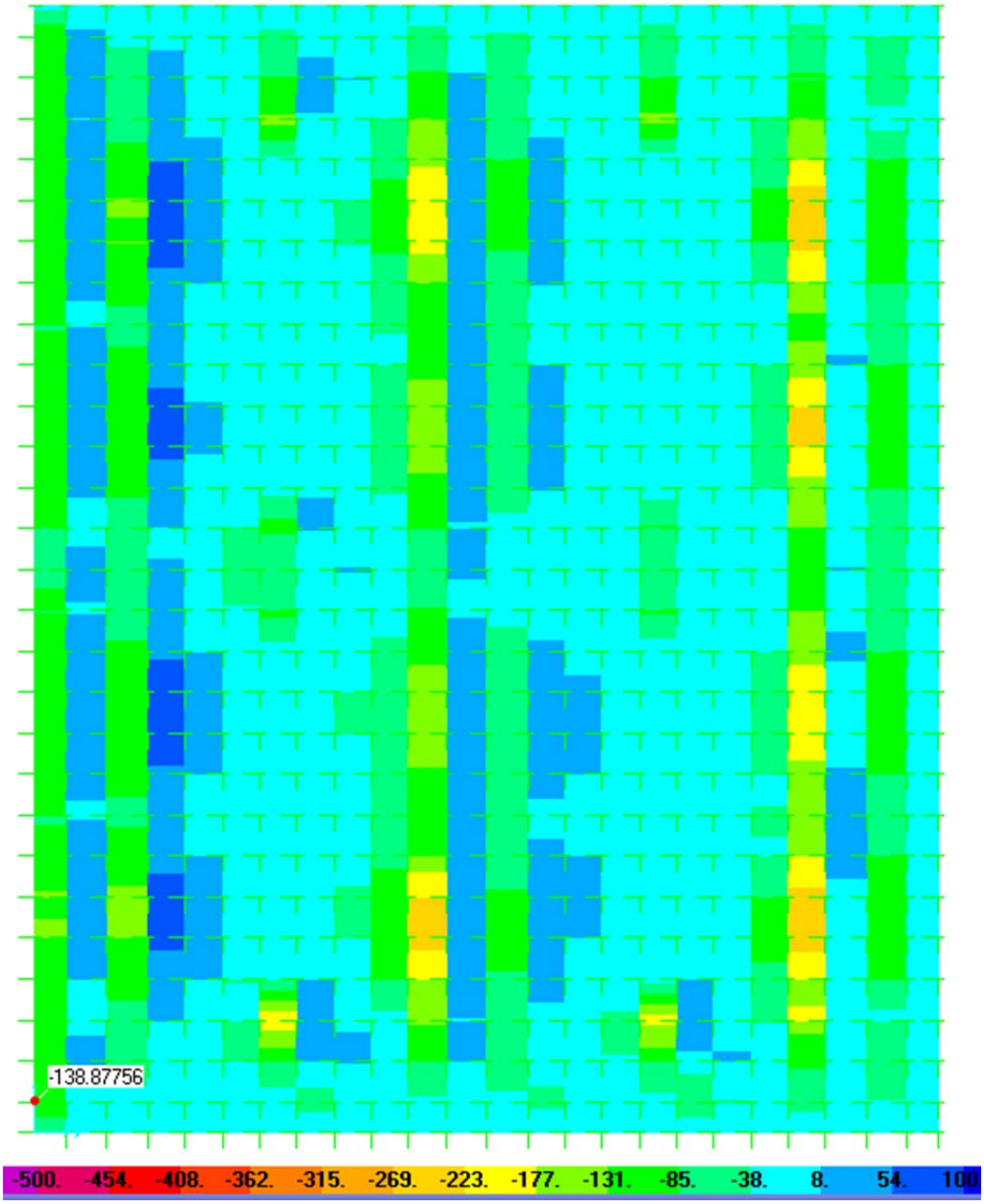


FIGURA 5-38 - SOLETTONI CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Momento Resist.	FS
	M_{sd} [kNm]		b	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup		
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	M_{rd}	M_{rd}/M_{sd}
M22-Parete A	M+	+90	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+276	3.08
M22-Cella 1-5-9	M+	+130	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+276	2.12
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+250	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	1.68
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+90	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+277	3.08
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-230	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	-419	1.82
M22-Cella 2-10	M-	-50	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	-277	5.54
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+230	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	1.82
M22-Parete C celle 2-3	M+	+90	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+277	3.08
M22-Cella 7	M-	-170	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	-419	2.46
M22-Parete D	M+	+200	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.10
M22-Cella 8-12	M+	+100	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	4.19
M11-Parete E	M+	+105	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	3.28
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-40	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	8.60
M11-Parete F	M+	+130	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	2.65
M11-Cella 6-7	M-	-150	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	2.29
M11-Cella 5-8	M-	-30	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	11.5
M11-Parete G	M+	+160	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	2.15

NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori.

TABELLA 5-4 - CASSONI H3-H11 – VERIFICHE AGLI SLU

Verifiche a taglio

Il taglio massimo si trova nei setti intorno alle celle grandi ed è pari per il setto A a 120kN/m per il setto B a 415kN/m e per il setto C e D a 310kN/m. Il taglio massimo in corrispondenza del setto E è pari a 150kN/m e per la F è pari a 270kN/m e per la G é pari a 240kN/m.

Il taglio massimo è localizzato al centro della cella per una larghezza di 2.5-3.0m.
Come si evince dalla tabella sottostante, la resistenza della sezione non armata a taglio è pari a 273 kN/m.

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	Fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd, cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Soletone	0	750	690	1570	60	1570	0	0,12	1.54	0.0023	35	19,8	0	0,15	0.40	254	273	**273**

Orditura a Taglio cassone

Si considera cot(θ)=1 dove θ è l'angolo dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione.
Si dispone di orditura a taglio nelle seguenti sezioni:

- Parete A in corrispondenza cella grande:

V_{23Sd} = 110kN/m
Nessuna orditura di taglio
- Setto B in corrispondenza cella grande:

V_{23Sd} = 415kN/m

Si dispongono di ferri a taglio piegati a 45° **ϕ18/400** n°3 a distanza 500mm in modo di coprire 1.5m.
Zona taglio :(750-2*50-20+0.9*690*cot45°)=1250mm
Zona interessata dal taglio:1250mm
V_{Rd} =254*2.5*391*(1250/500)*sen(45°)/1000
V_{Rd}=248kN*2.5*sen(45°)=438 kN/m

- Setto C e D in corrispondenza cella grande:

V_{23Sd} = 310kN/m
Si dispongono ferri a taglio piegati a 45° **ϕ16/400** n°3 a distanza 500mm
V_{Rd} =201*2.5*391*2.5*sen(45°)/1000=347 kN/m
- Setto E:

V_{12Sd} = 150kN/m
Nessuna orditura di taglio
- Setto F e G in corrispondenza cella grande:

V_{12Sd} = 270/230kN/m

Si dispongono di ferri a taglio piegati a 45° **ϕ16/400** n°2 a distanza 500mm
Zona taglio :(750-2*50-2*18-18+0.9*690*cot45°)=1217mm
V_{Rd} =201*2.5*391*(1217/500)*sen(45°)/1000
V_{Rd}=196kN*(2.43=2)*sen(45°)=196*2*0.707=277kN/m

Verifiche agli SLU fase sismica

L'analiso sismica è stato valutata tramite un'analisi modale utilizzando lo spettro di risposta di progetto con il periodo di ritorno di 475 anni. Di seguito si riportano le sollecitazioni del solettone per le combinazioni in fase sismica.

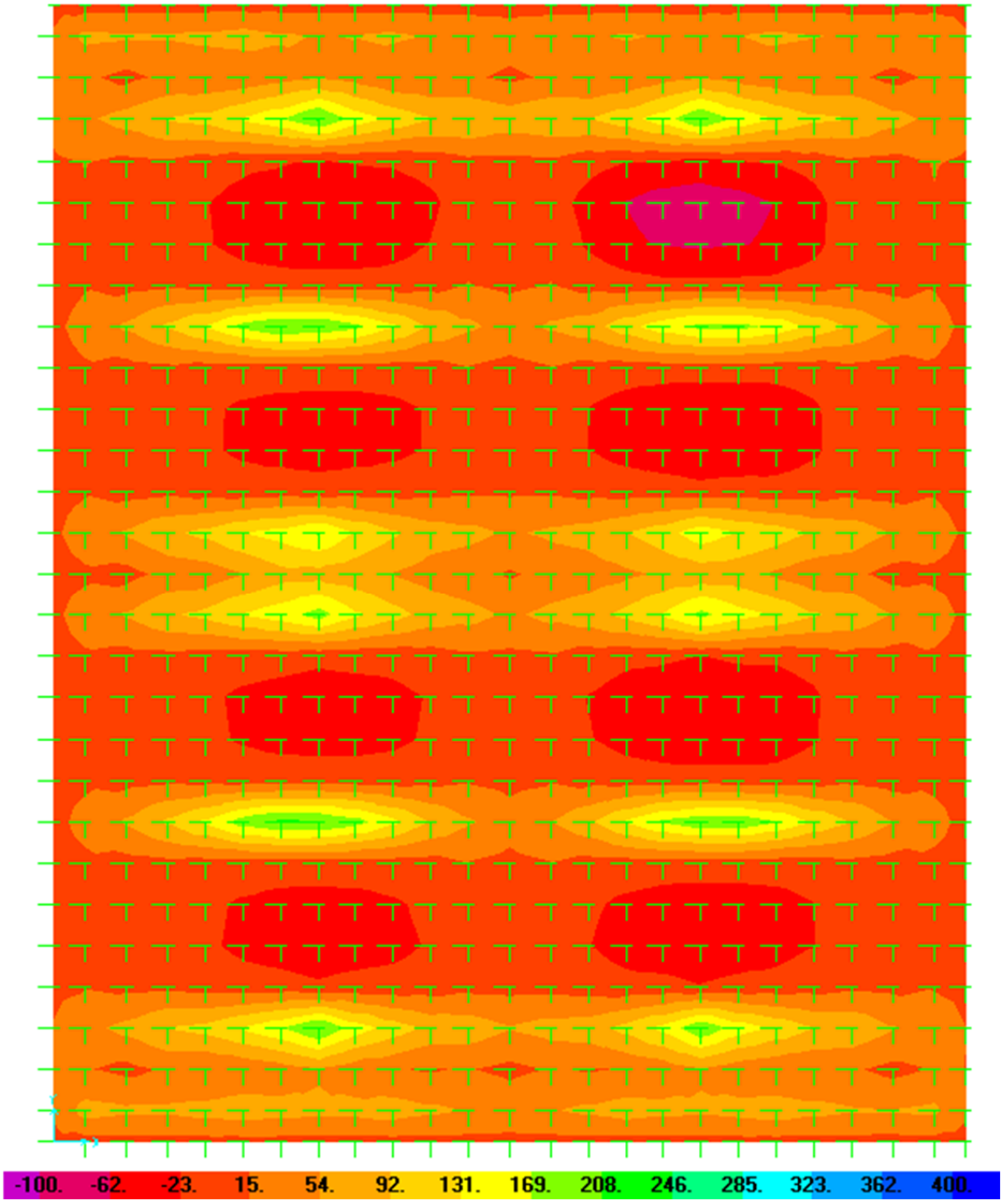


FIGURA 5-39 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-M22

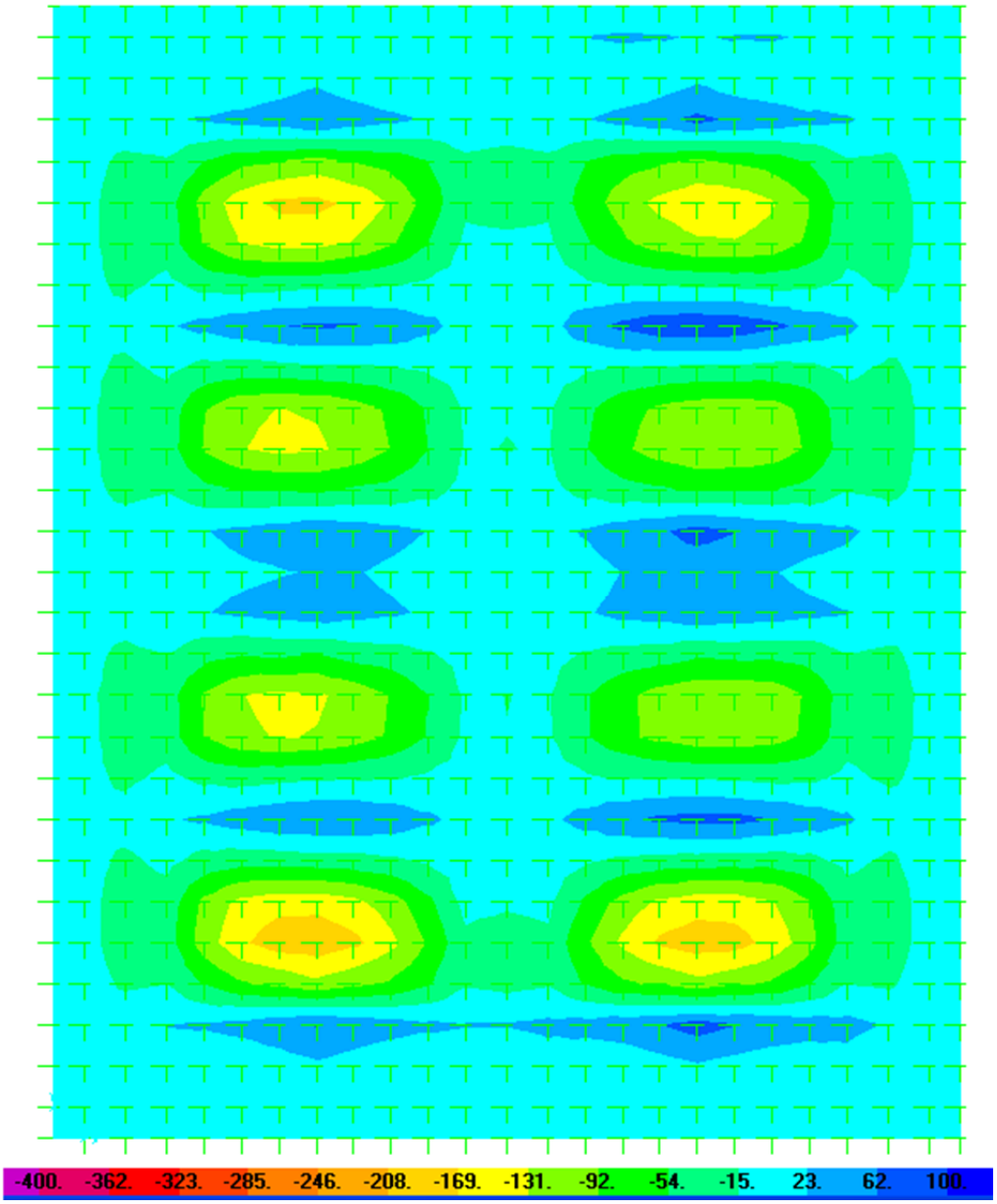


FIGURA 5-40 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-M22

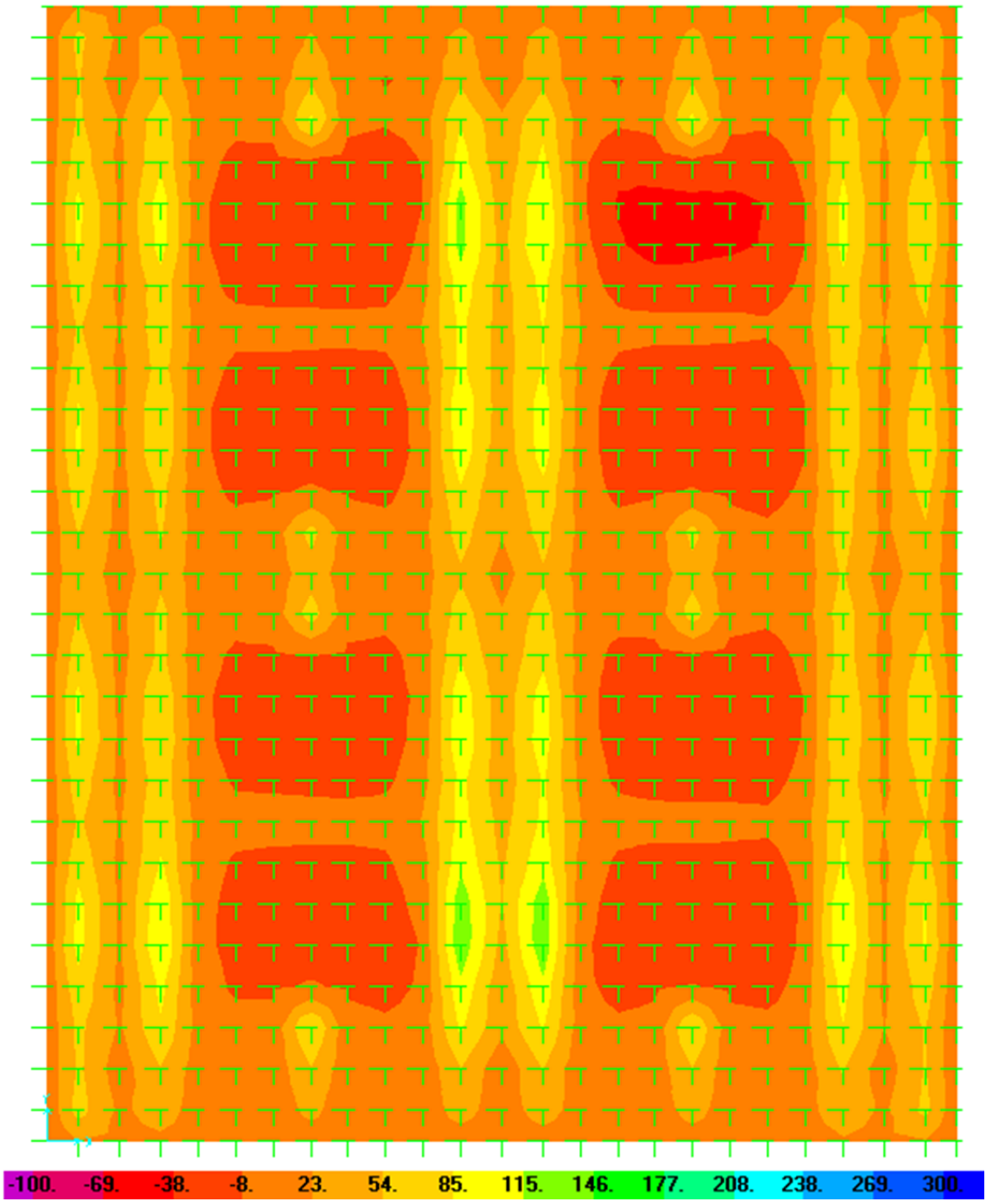


FIGURA 5-41 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-M11

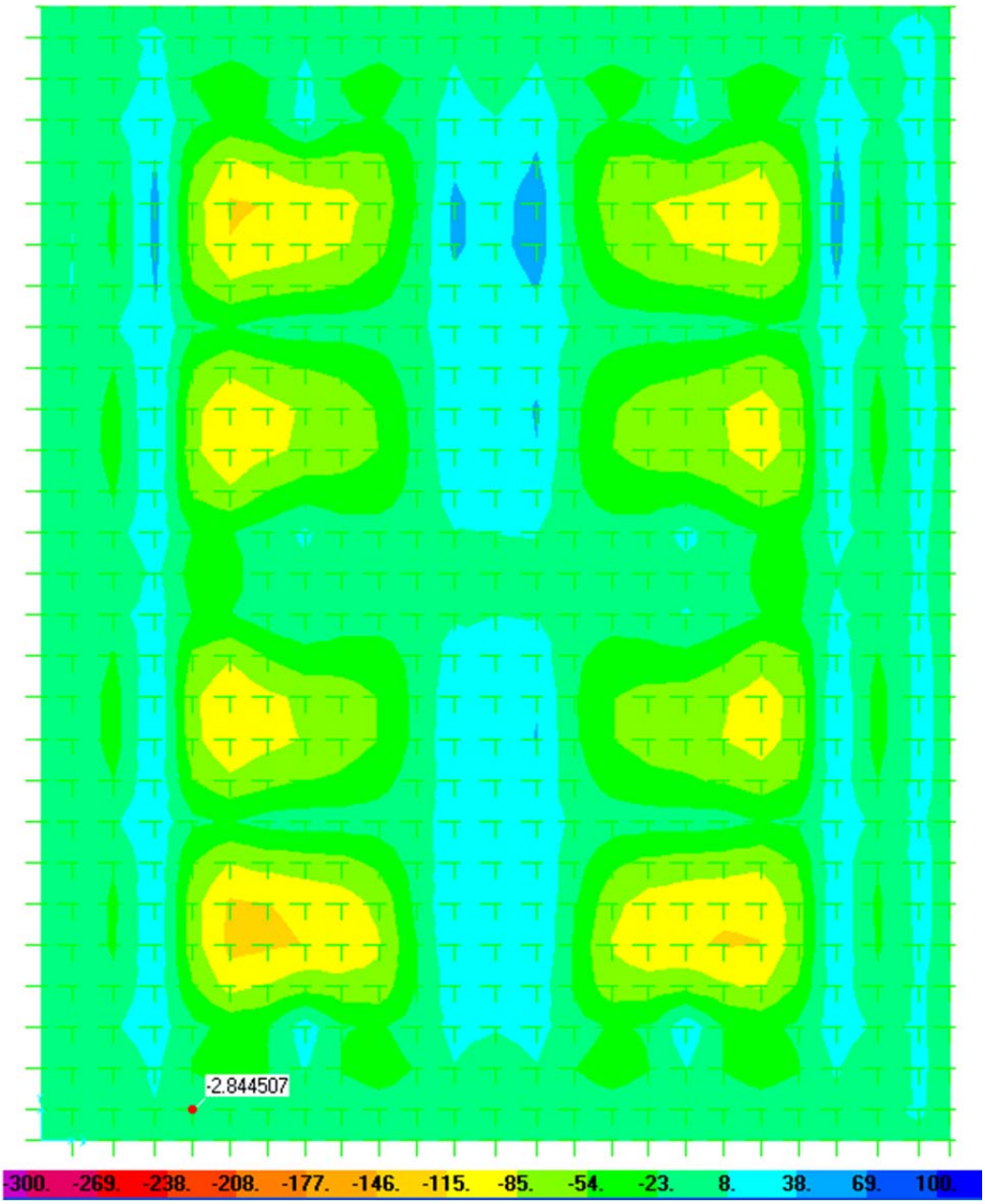


FIGURA 5-42 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-M11

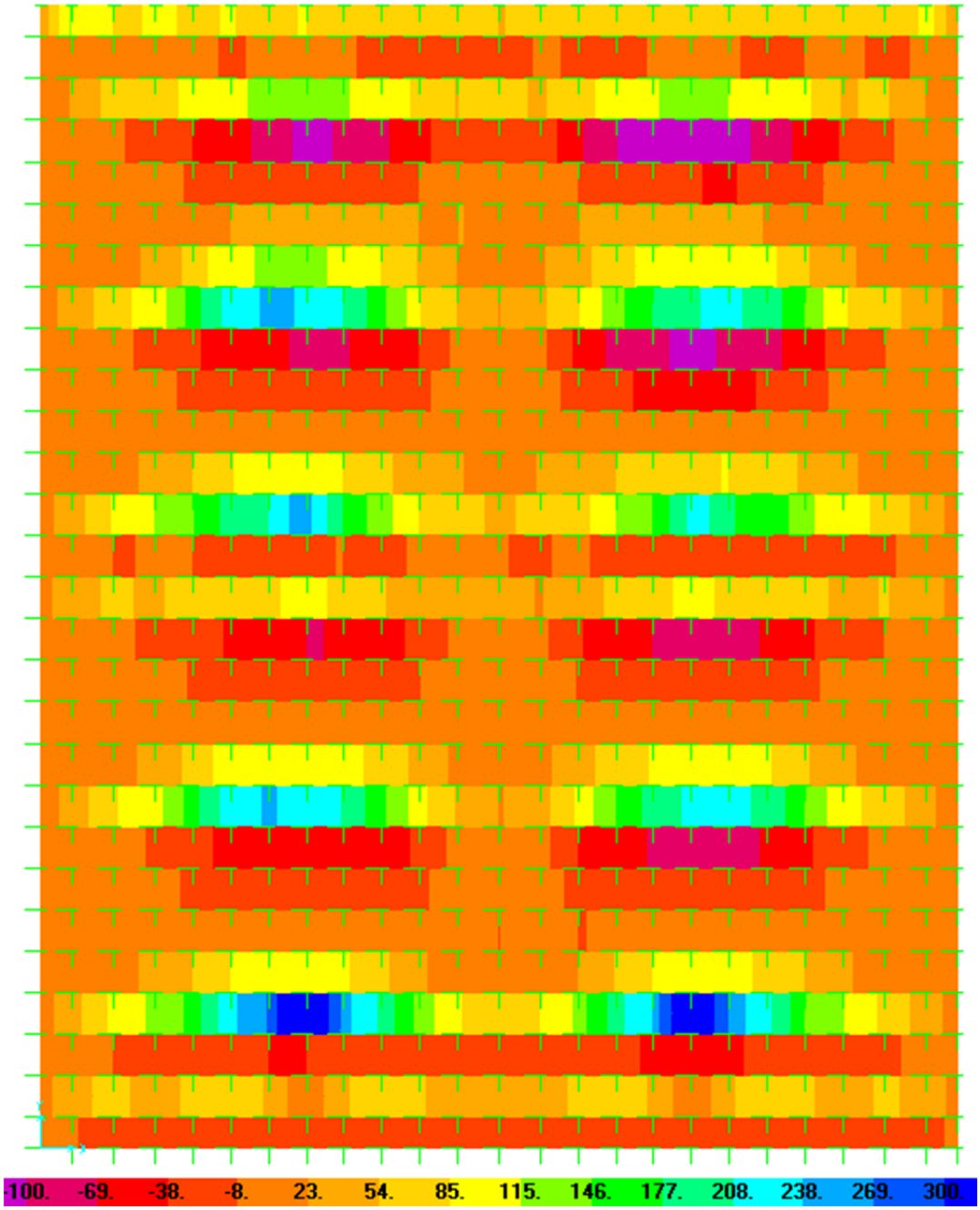


FIGURA 5-43 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-V23

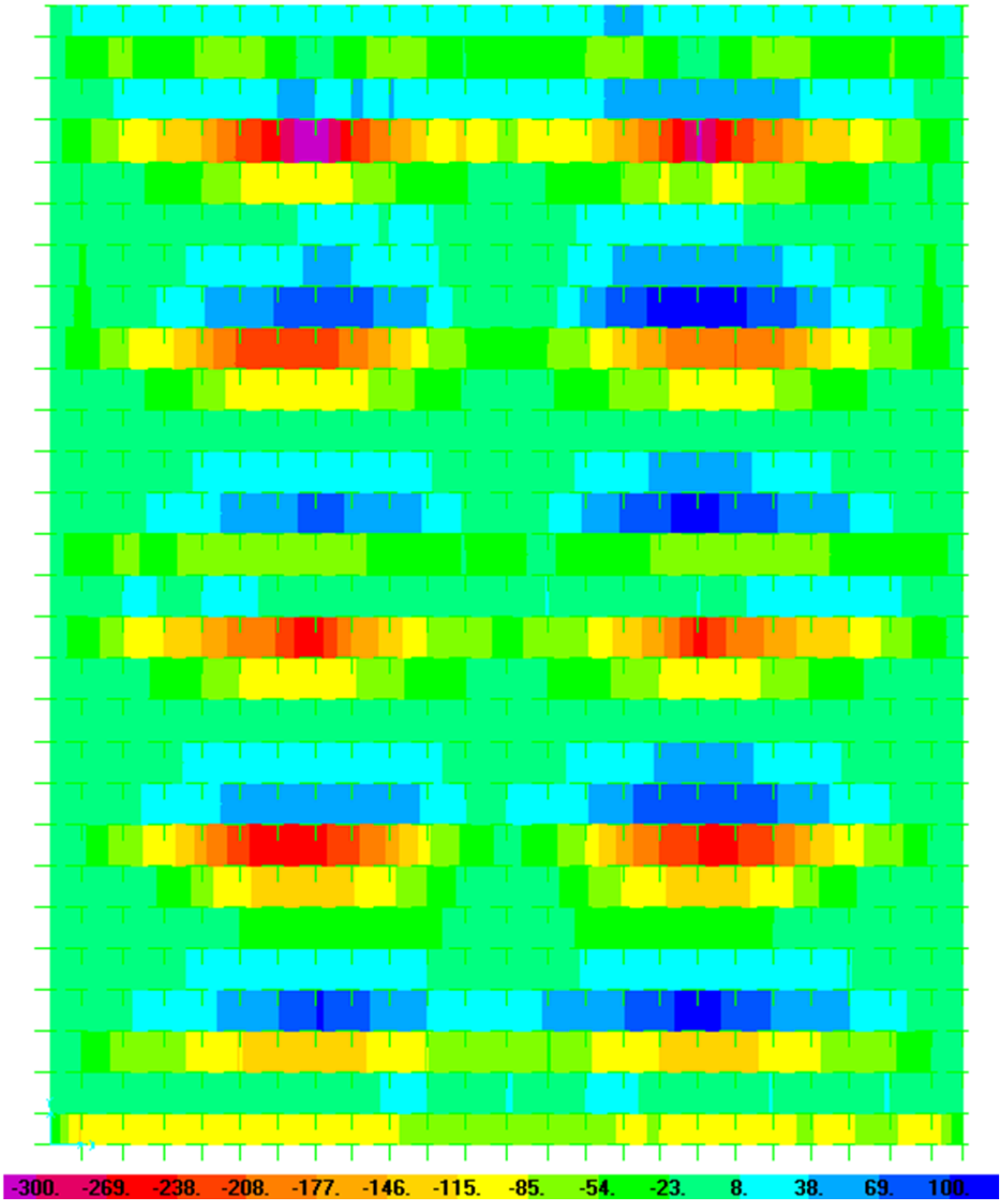


FIGURA 5-44 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-V23

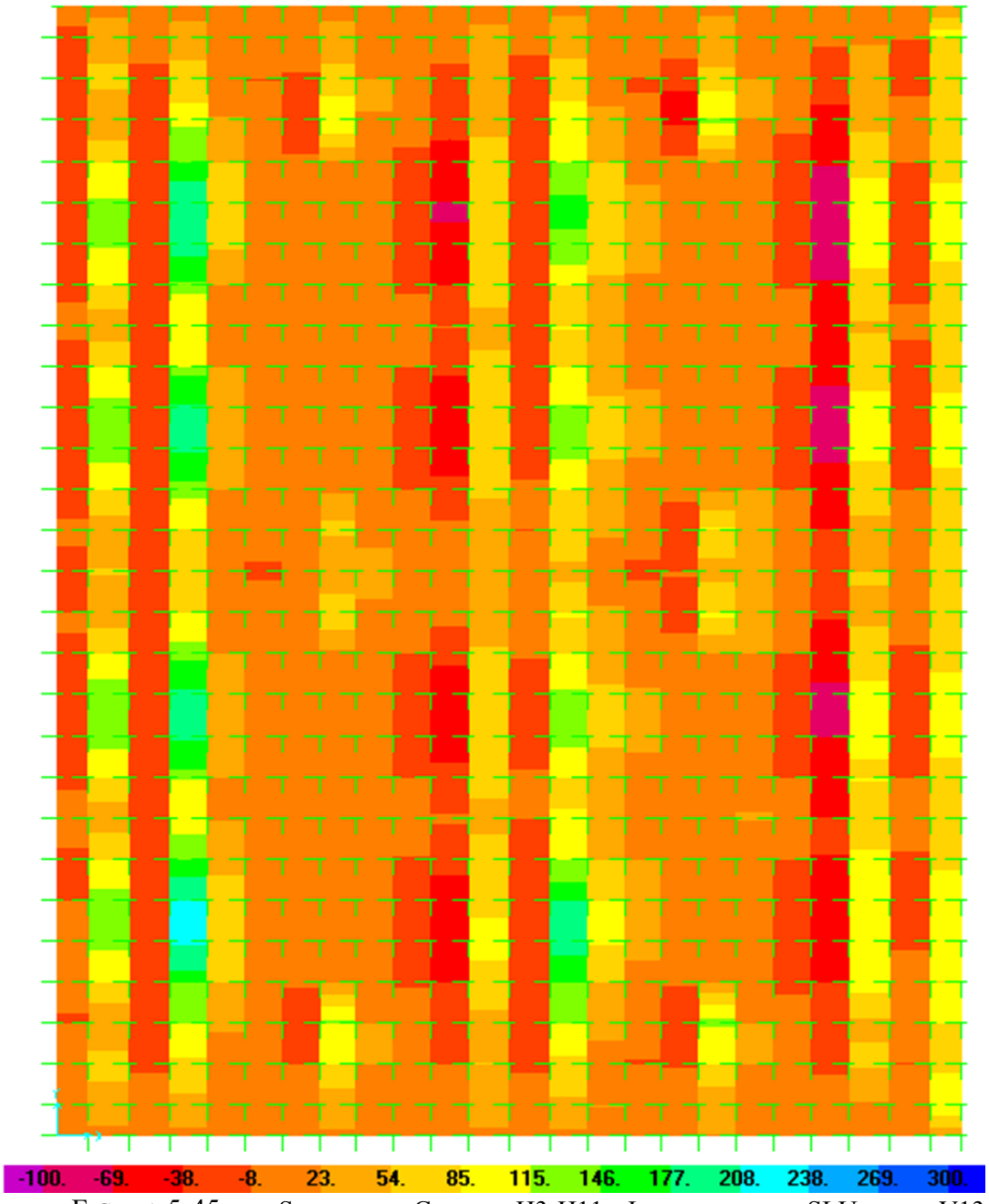


FIGURA 5-45 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLU SISMA-V13

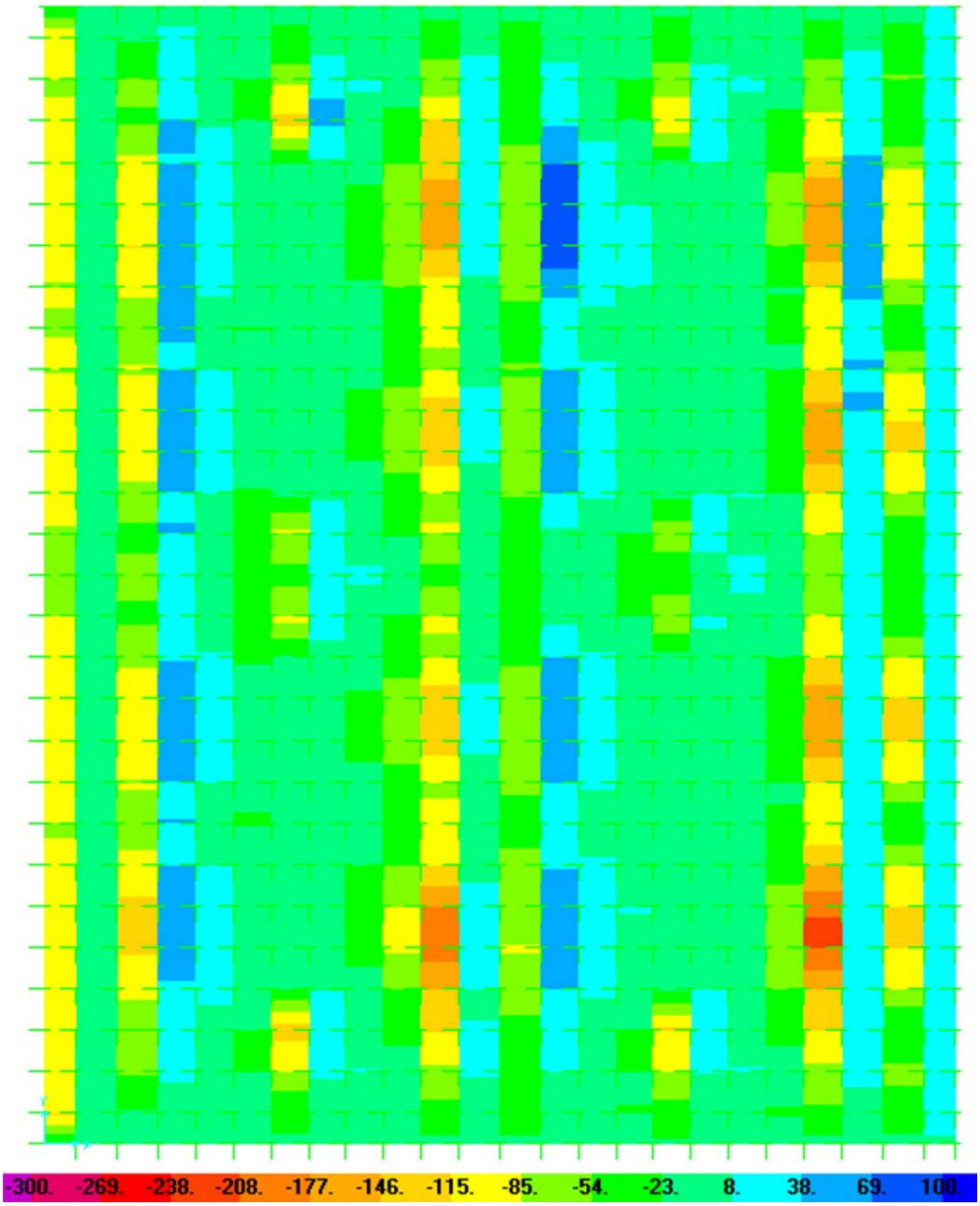


FIGURA 5-46 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLU SISMA-V13

Di seguito si riporta un raffronto fra le sollecitazioni agli SLU escluso sisma e quelle dovute all'analisi sismica.

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Momento Resist.	FS
	M_{sd} [kNm]		b	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup		
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	M_{rd}	M_{rd}/M_{sd}
M22-Parete A	M+	+60	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+276	4.60
M22-Cella 1-5-9	M+	+75	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+276	3.68
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+185	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.26
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+80	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+277	3.46
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-195	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	-419	2.15
M22-Cella 2-10	M-	-40	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	-277	6.92
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+205	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.04
M22-Parete C celle 2-3	M+	+80	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	+277	3.08
M22-Cella 7	M-	-140	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	-419	2.99
M22-Parete D	M+	+165	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	2.53
M22-Cella 8-12	M+	+110	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	+419	3.81
M11-Parete E	M+	+95	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	3.62
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-40	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	8.60
M11-Parete F	M+	+110	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	3.13
M11-Cella 6-7	M-	-120	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	2.87
M11-Cella 5-8	M-	-40	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	-344	8.60
M11-Parete G	M+	+135	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	+344	2.55
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori.										

TABELLA 5-5 - CASSONI H3-H11 – VERIFICHE AGLI SLU FASE SISMICA

Si deduce che l'orditura a flessione già verificata per le combinazioni escluso il sisma è adeguata anche per le azioni sismiche. Per quanto riguarda il taglio:

Sezione	Sollecitazioni SLU (escl. Sisma)		Sollecitazioni SLU Sisma
	V_{sd} [kNm]		V_{sd} [kNm]
Parete A	V_{23}	+120	+95
Setto B-celle5-6 (cella grande)	V_{23}	+415	+330
Setto C/D (cella grande)	V_{23}	+310	+240
Parete E	V_{13}	+150	+120
Setto F	V_{13}	+270	+200
Setto G	V_{13}	+240	+190

Si deduce che l'orditura a taglio già verificata per le combinazioni escluso il sisma è adeguata anche per le azioni sismiche.

[redacted] Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti e rare)

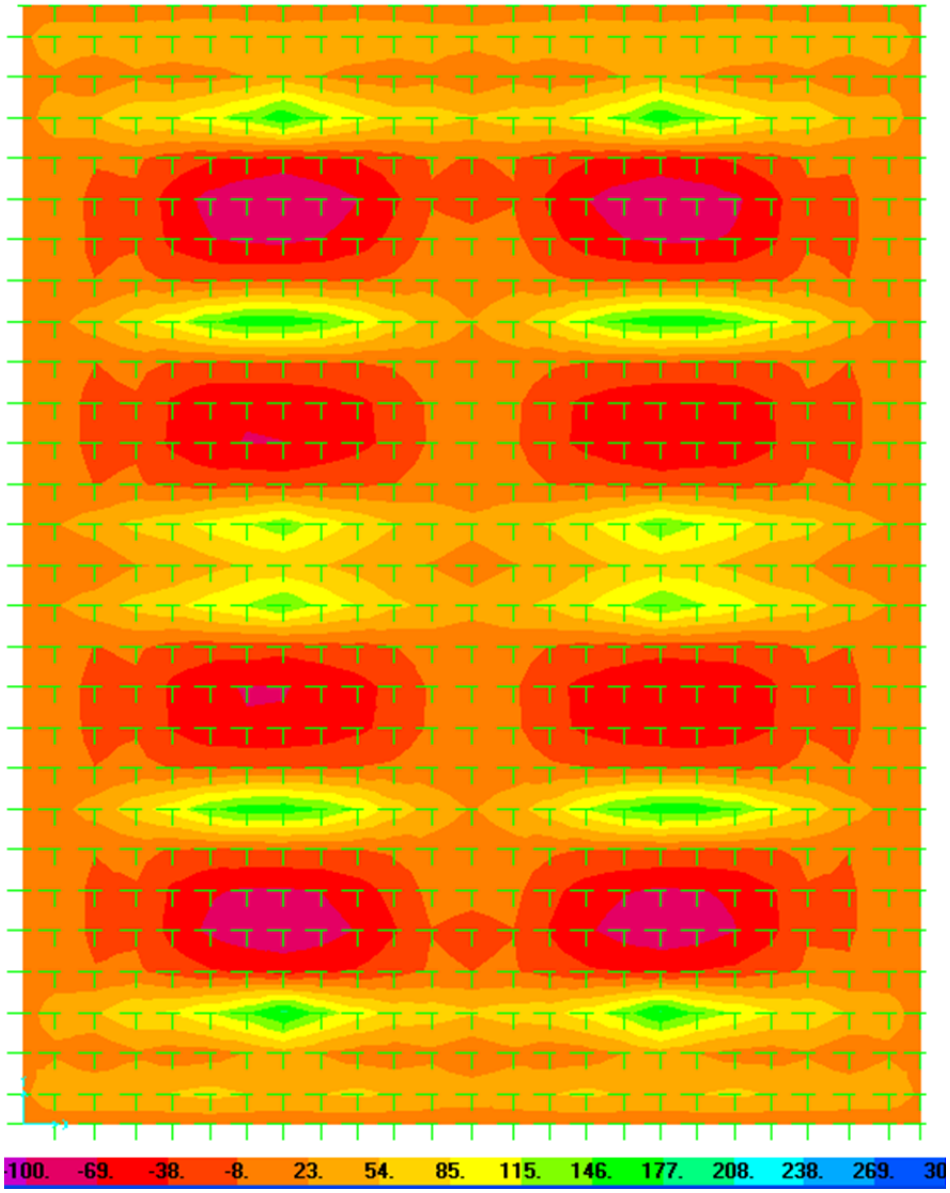


FIGURA 5-47 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M22

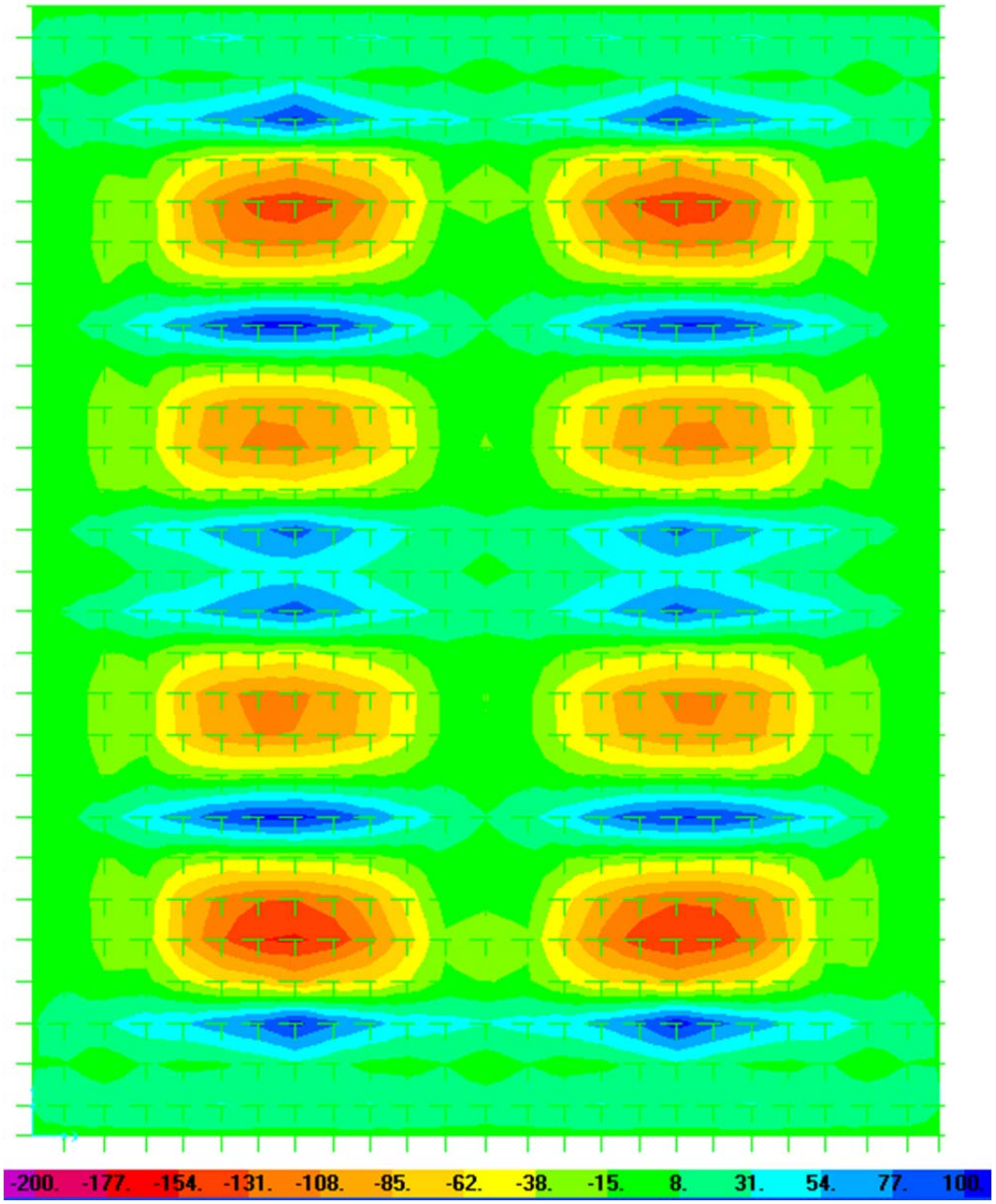


FIGURA 5-48 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M22

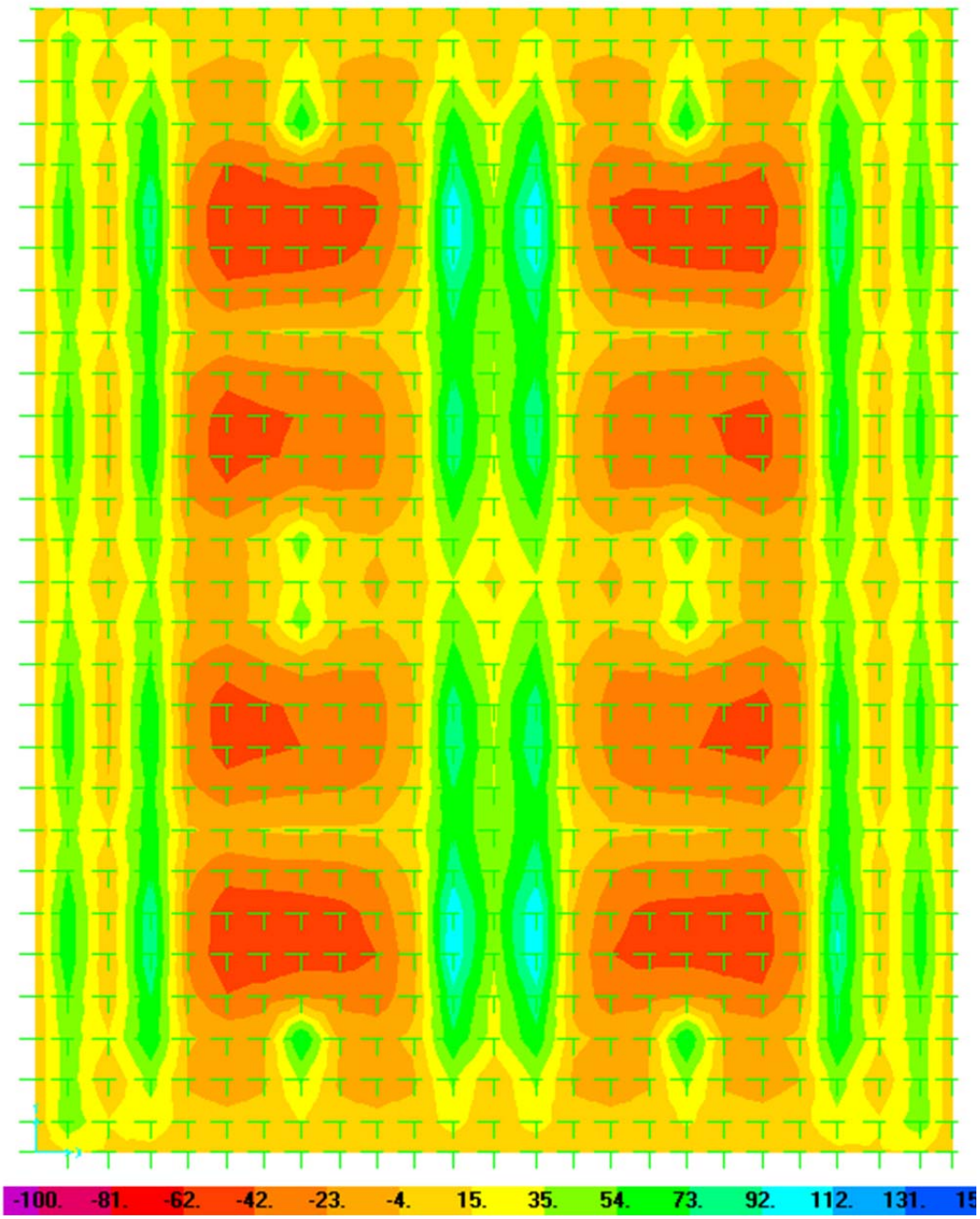


FIGURA 5-49 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M11

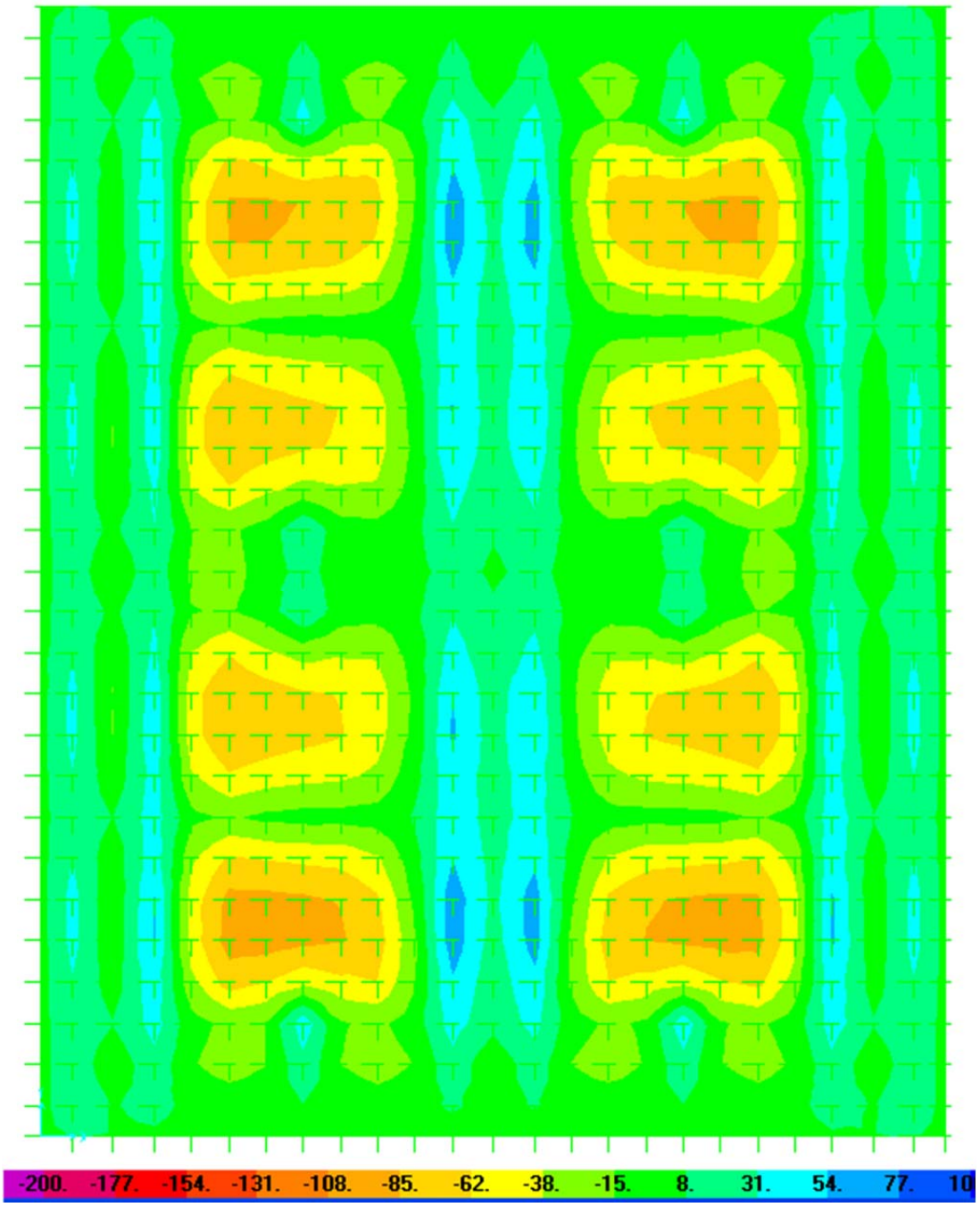


FIGURA 5-50 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M11

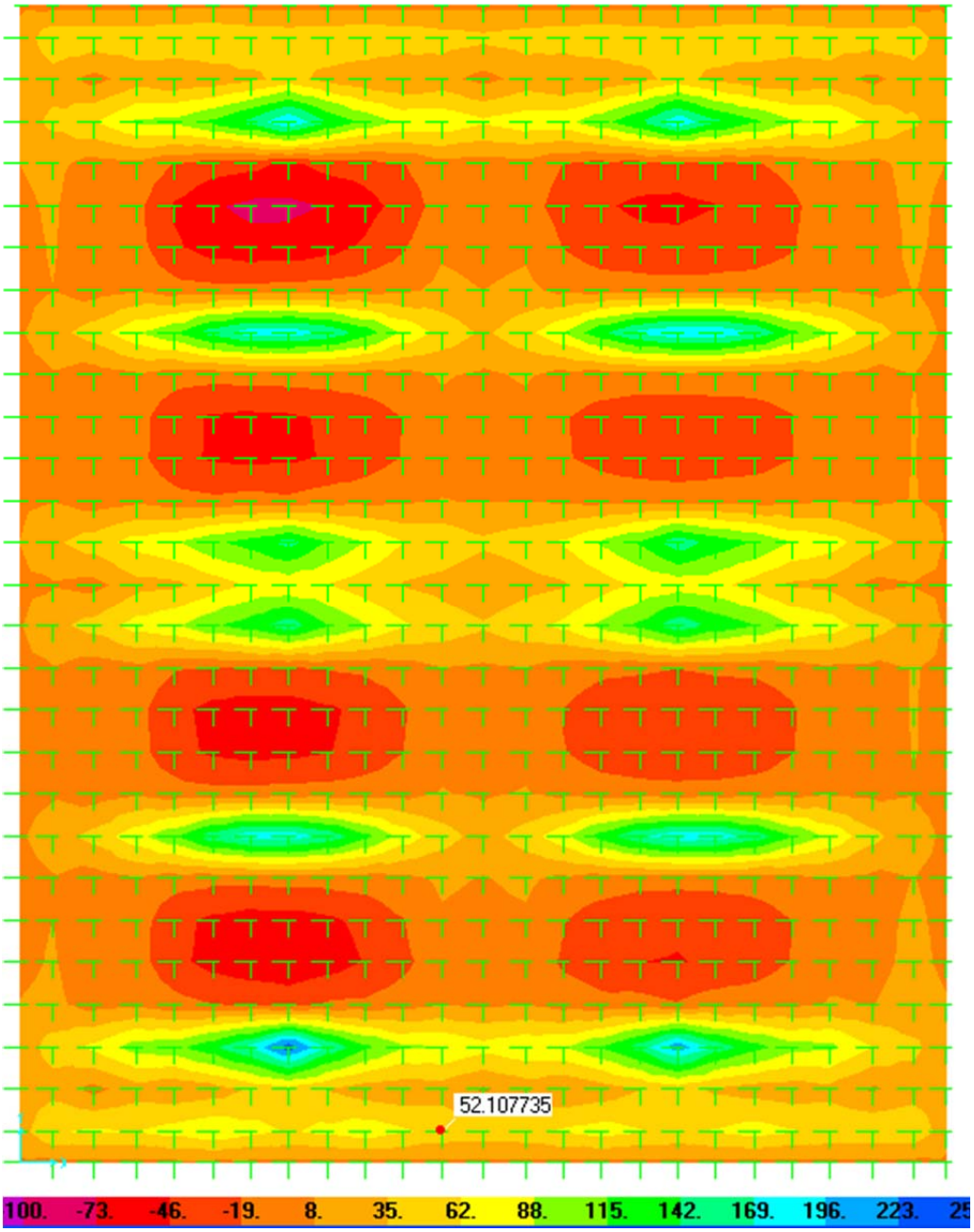


FIGURA 5-51 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

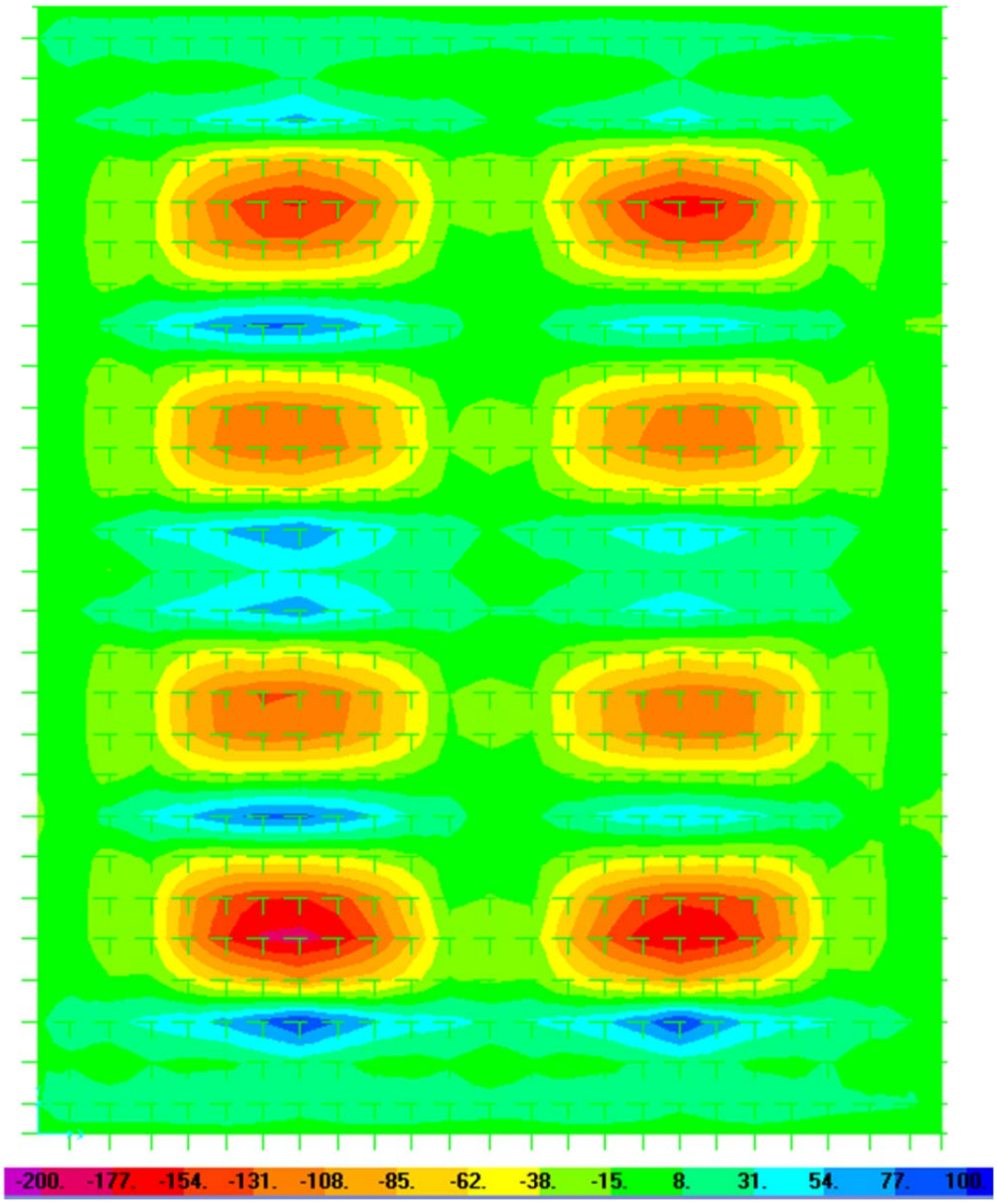


FIGURA 5-52 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

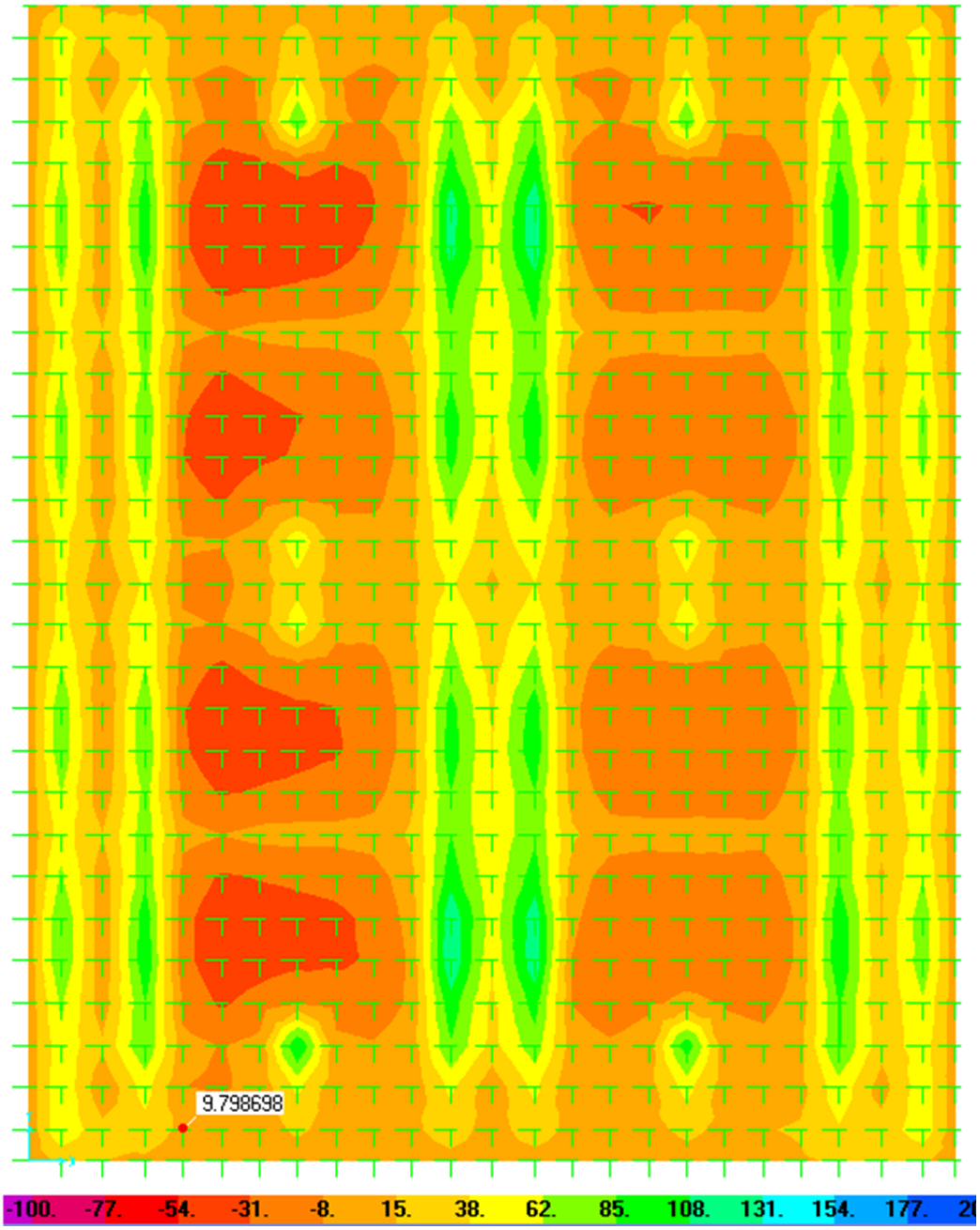


FIGURA 5-53 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

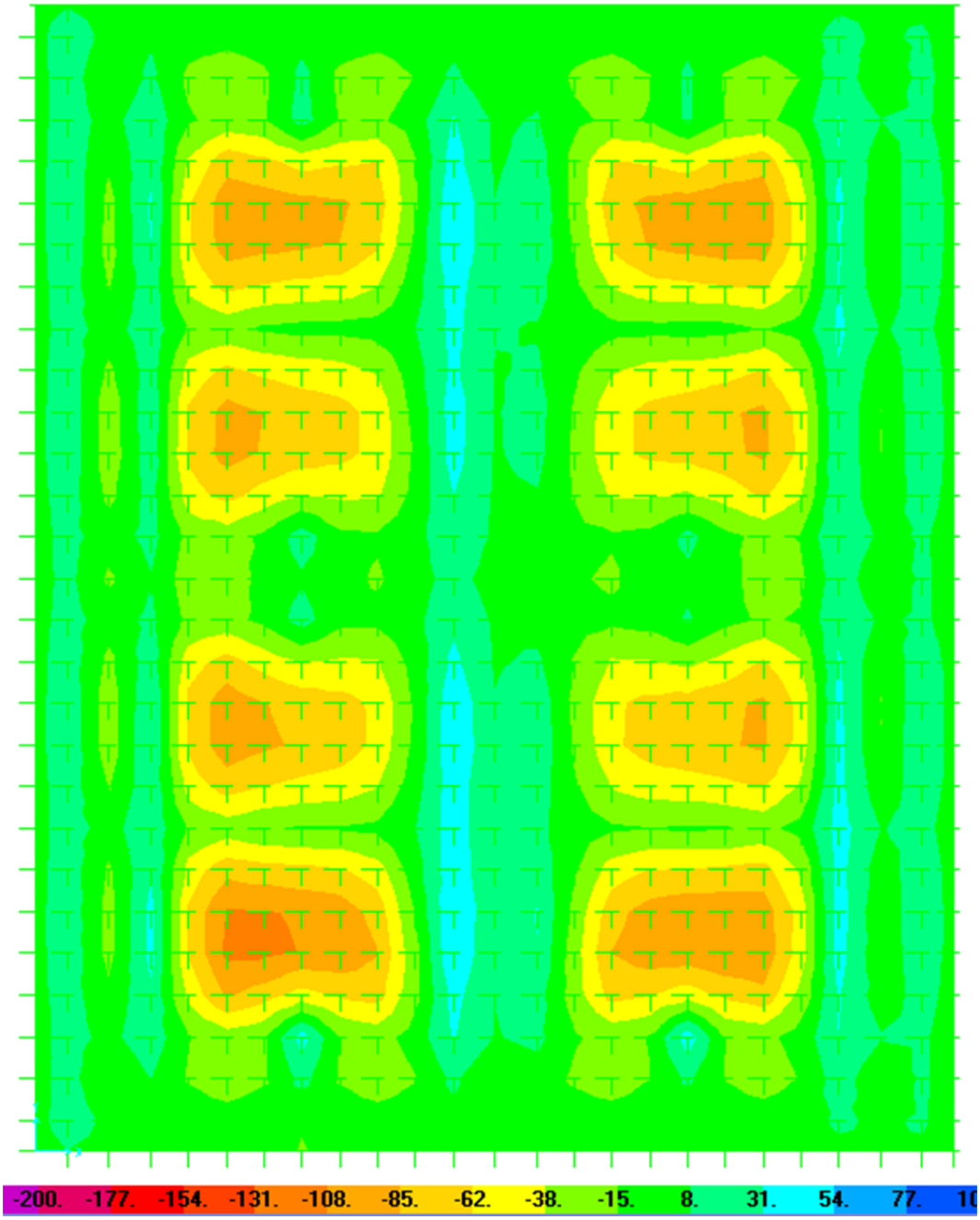


FIGURA 5-54 - SOLETTONE CASSONI H3-H11 – INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Sigma		
	M_{sd} [kNm]		B	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup	σ_a	σ_c	w
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]	[mm]
M22-Parete A	M+	+50	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	93	1.2	0.095
M22-Cella 1-5-9	M+	+80	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	149	2.0	0.152
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+160	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	156	2.9	0.138
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+60	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	112	1.5	0.114
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-158	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	154	2.8	0.136
M22-Cella 2-10	M-	-30	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	56	0.7	0.057
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+160	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	156	2.9	0.138
M22-Parete C celle 2-3	M+	+50	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	93	1.2	0.095
M22-Cella 7	M-	-110	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	108	2.0	0.095
M22-Parete D	M+	+125	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	122	2.2	0.108
M22-Cella 8-12	M+	+50	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	49	0.9	0.043
M11-Parete E	M+	+65	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	81	1.4	0.087
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-20	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	25	0.4	0.027
M11-Parete F	M+	+90	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	112	1.9	0.120
M11-Cella 6-7	M-	-95	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	118	2.0	0.127
M11-Cella 5-8	M-	-25	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	31	0.5	0.033
M11-Parete G	M+	+110	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	137	2.3	0.147
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori											

TABELLA 5-6 - CASSONI H3-H11 – VERIFICHE AGLI SLE COMBINAZIONI FREQUENTI

Sezione	Sollecitazioni		Sezione		Armatura		Copriferro netto		Sigma	
	M_{sd} [kNm]		B	H	Inferiore	Superiore	Inf	Sup	σ_a	σ_c
			[m]	[m]	Tipo1	Tipo1	[cm]	[cm]	[MPa]	[MPa]
M22-Parete A	M+	+80	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	149	2.0
M22-Cella 1-5-9	M+	+120	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	224	3.0
M22-Parete B-celle5-6 (5m centrali cella)	M+	+200	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	195	3.6
M22-Parete B-celle 1-2	M+	+80	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	149	2.0
M22-Cella 6 (5m centrali cella)	M-	-190	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	186	3.4
M22-Cella 2-10	M-	-35	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	65	0.9
M22-Parete C celle 6-7 (5m centrali cella)	M+	+180	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	176	3.2
M22-Parete C celle 2-3	M+	+60	1.0	0.75	5Ø16	5Ø16	5	5	112	1.5
M22-Cella 7	M-	-130	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	127	2.3
M22-Parete D	M+	+155	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	151	2.8
M22-Cella 8-12	M+	+85	1.0	0.75	5Ø20	5Ø20	5	5	83	1.5
M11-Parete E	M+	+80	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	99	1.7
M11-Celle 1-2-3-4	M-	-30	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	37	0.6
M11-Parete F	M+	+100	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	124	2.1
M11-Cella 6-7	M-	-110	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	137	2.3
M11-Cella 5-8	M-	-30	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	37	0.6
M11-Parete G	M+	+125	1.0	0.75	5Ø18	5Ø18	7	7	155	2.7
NB: I momenti positivi tendono le fibre inferiori, i momenti negativi tendono le fibre superiori										

TABELLA 5-7 - CASSONI H3-H11 – VERIFICHE AGLI SLE – COMBINAZIONI RARE

Cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – Fusto

Verifiche ferri orizzontali agli SLU

Di seguito si riportano le verifiche del cemento armato del fusto del cassone per i stati limiti ultimi.

Per la verifica dell'orditura orizzontale del fusto si considerano le combinazioni di carico d'esercizio riportate in precedenza.

Di seguito si riportano gli inviluppi dei momenti delle pareti e setti.

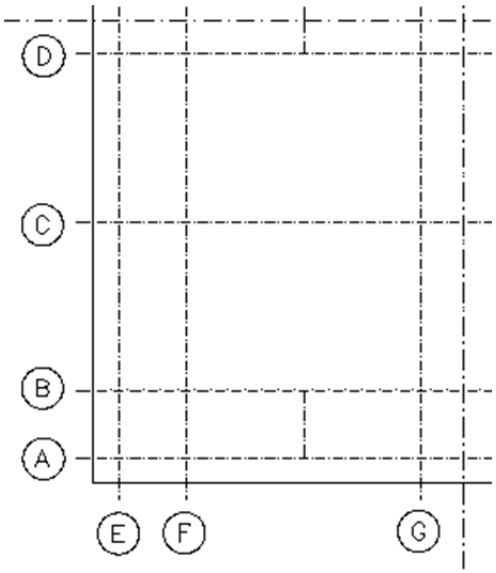


FIGURA 5-55 - PIANTA CHIAVE PARETI E SETTI

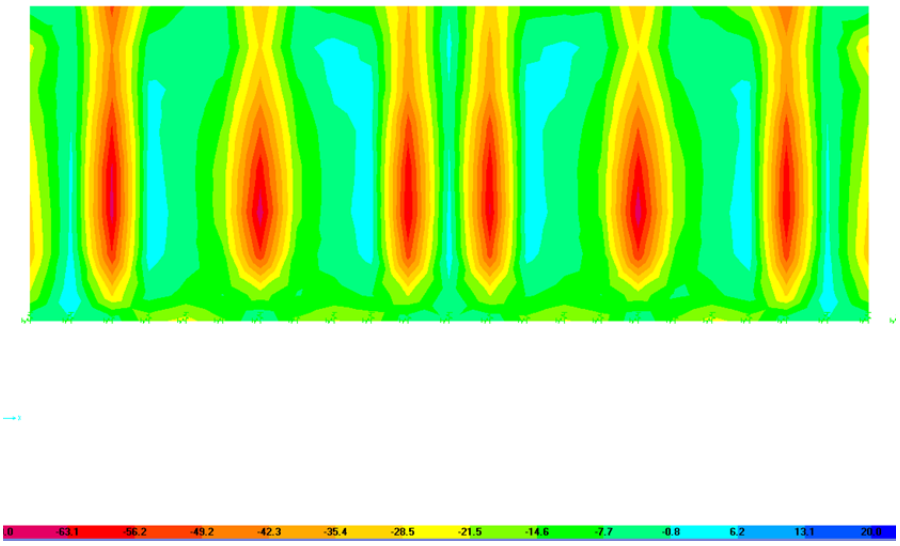


FIGURA 5-56 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

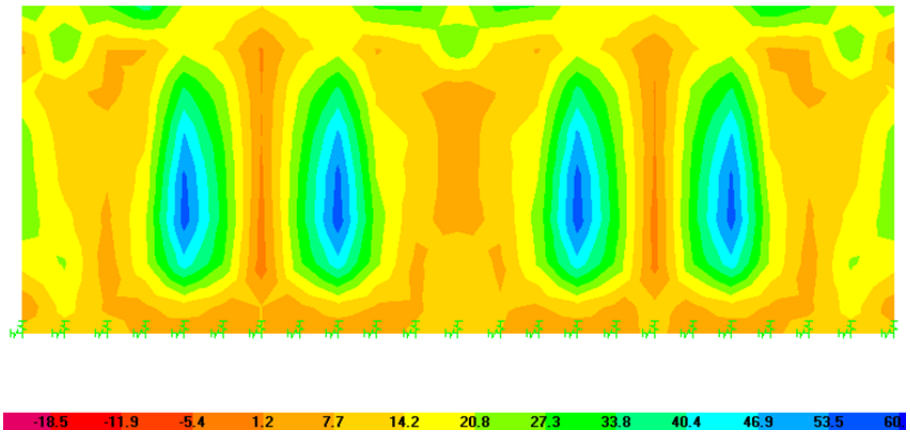


FIGURA 5-57 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

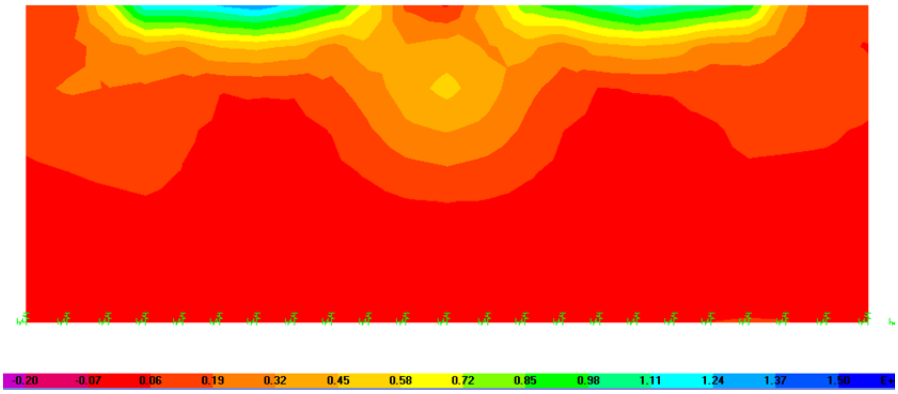


FIGURA 5-58 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

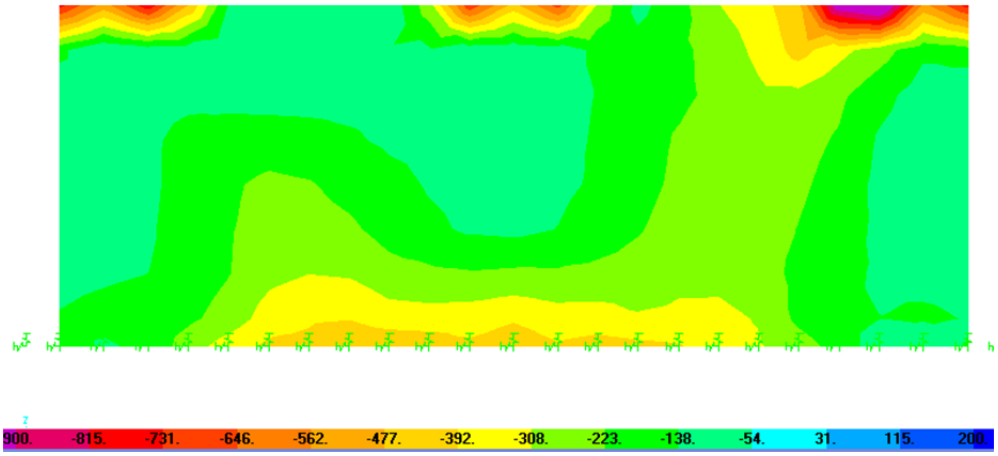


FIGURA 5-59 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Parete A – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	-130kN (gall & aff)	-130kNm	-143kNm	**1.10**
M_{min}	+80kN(tens)	-67kNm	-96kNm	**1.43**
M_{max}	+80kN(tens.)	+55kNm	+96kNm	**1.75**
N_{min}	-450kN(comp)	+15kNm	+208kNm	**13.9**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1829mm^2(θ22/250+ θ14/500), H1=0.439m, H2=0.061m				
N_{max}	+1100kN(tens.)	-35kNm	-78kNm	**2.23**

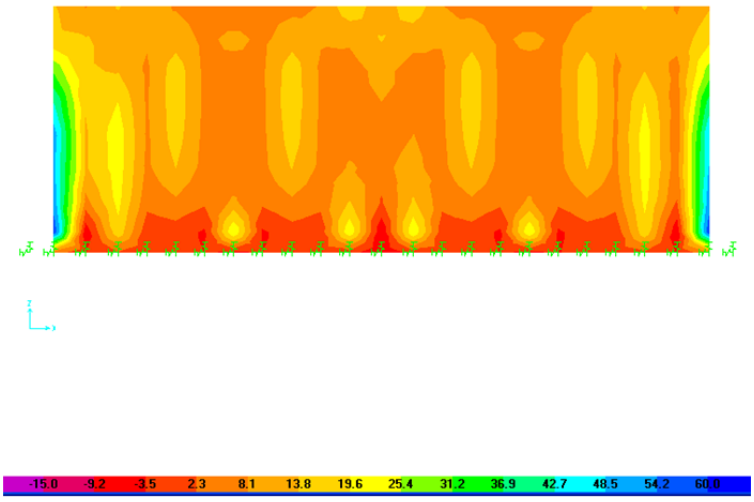


FIGURA 5-60 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

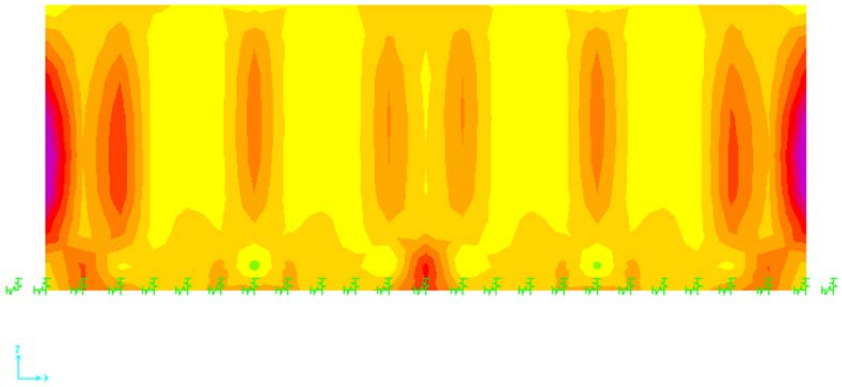


FIGURA 5-61 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

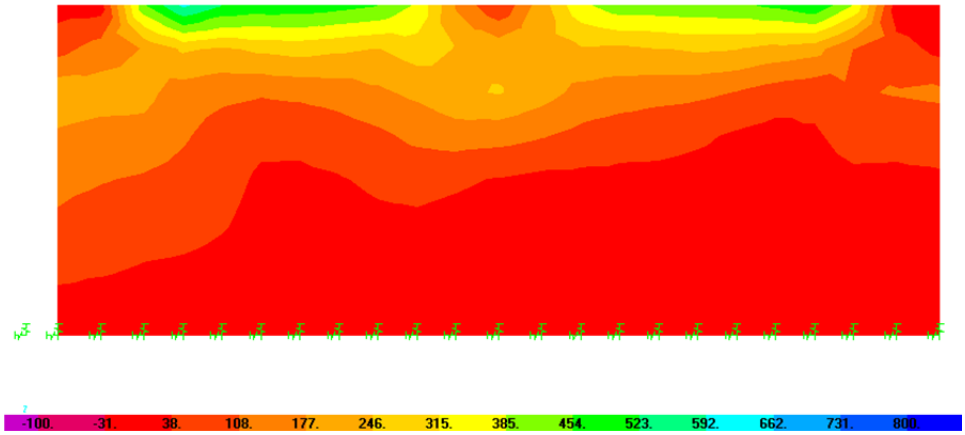


FIGURA 5-62 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

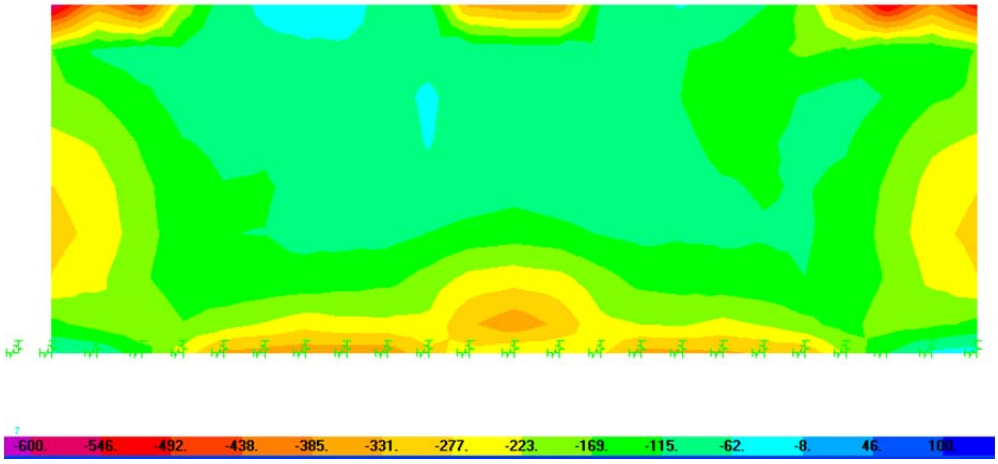


FIGURA 5-63 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setto B – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(ϕ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+130kN(tens)	-40kNm	-55kNm	**1.38**
M_{max}	+100kN	+25kNm	+58kNm	**2.32**
N_{min}	-350kN(comp.)	-30kNm	+95kNm	**3.17**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(ϕ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	+150kN	-70kNm	-80kNm	**1.14**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1018mm^2(ϕ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m				
N_{max}	+390kN	-40kNm	-96kNm	**2.40**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1018mm^2(ϕ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+440kN	+15kNm	+40kNm	**2.67**

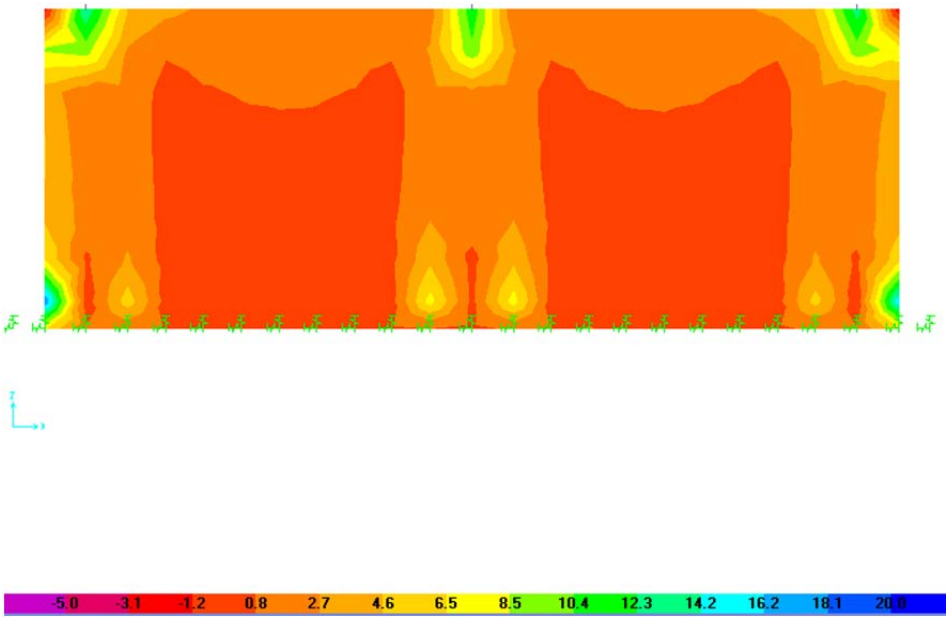


FIGURA 5-64 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

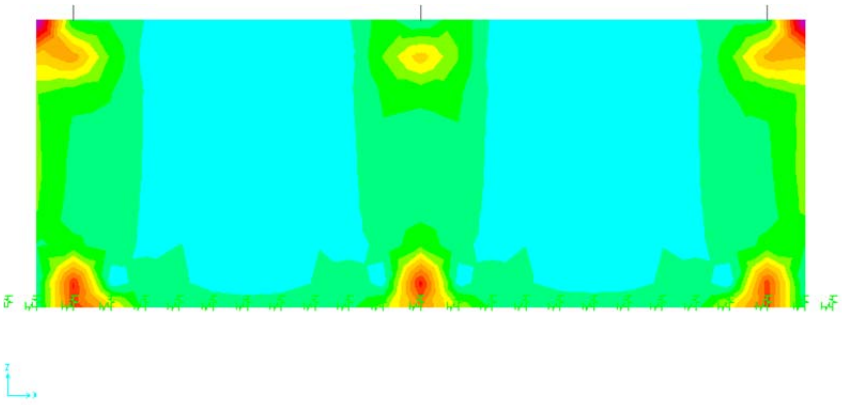


FIGURA 5-65 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

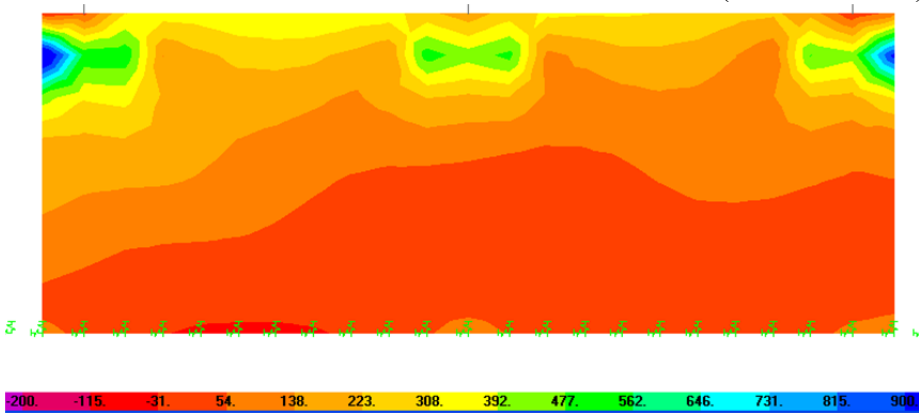


FIGURA 5-66 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

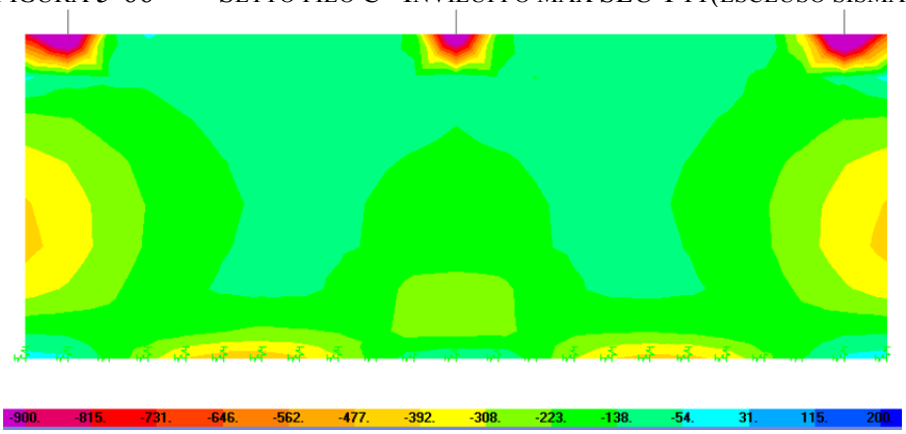


FIGURA 5-67 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setto C – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{sd}**
M_{min}	-12kN(comp.)	-7kNm	-69kNm	**9.86**
M_{max}	-12kN	+5kNm	+69kNm	**13.8**
N_{max}	+190kN	+5kNm	+50kNm	**10**
N_{min}	-370kN(comp.)	-5kNm	-96kNm	**19.2**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	-390kN	-20kNm	-196kNm	**9.80**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1564mm^2(θ20/250+ θ14/500), H1=0.440m, H2=0.06m solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+920kN	-14kNm	-73kNm	**5.21**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1256mm^2(θ20/250), H1=0.19m, H2=0.06m				
N_{max}	+560kN	-7kNm	-48kNm	**6.86**

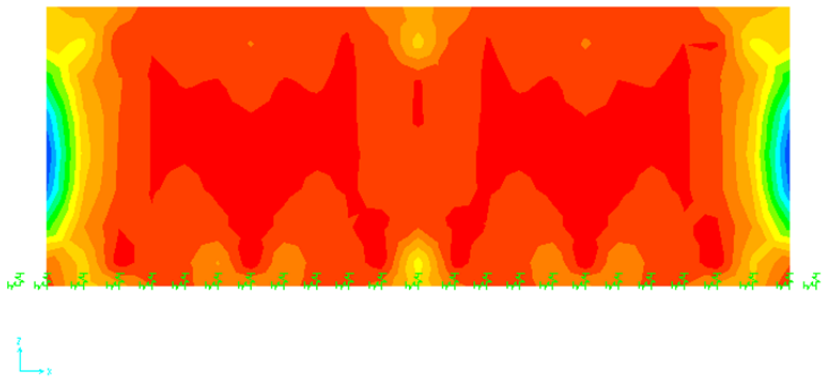


FIGURA 5-68 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

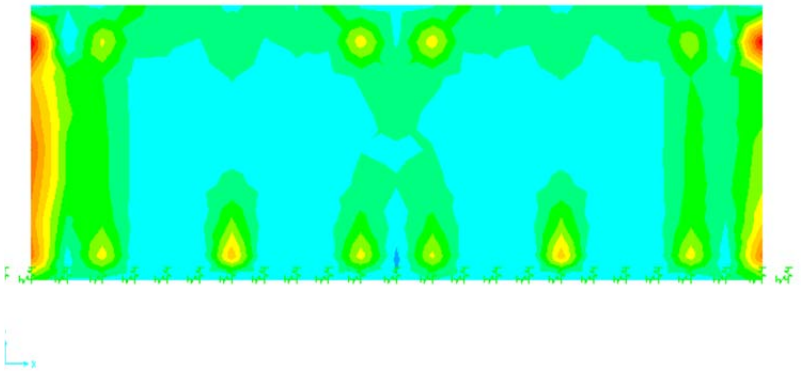


FIGURA 5-69 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

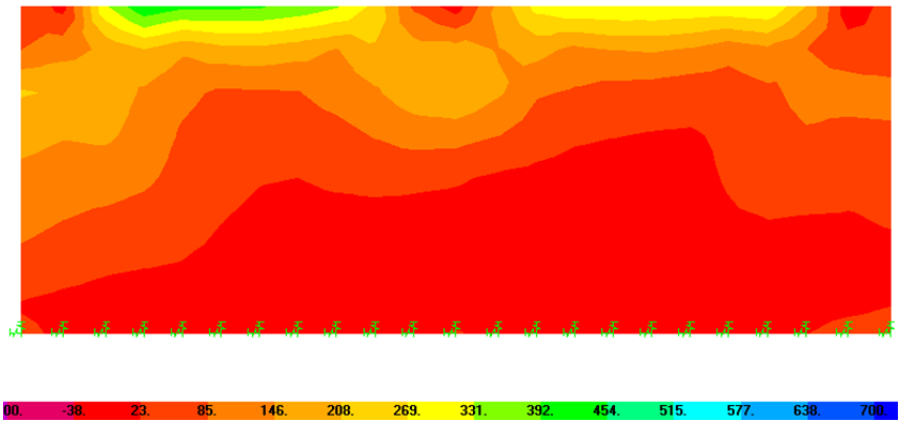


FIGURA 5-70 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

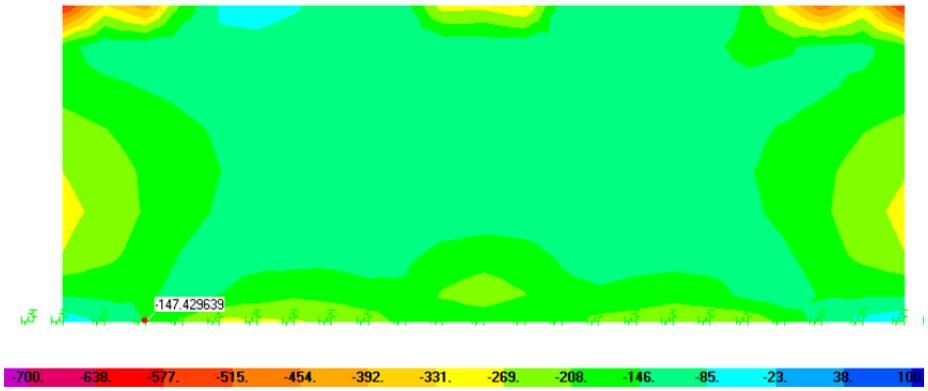


FIGURA 5-71 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setto D – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=534mm^2(θ12/500mm+ θ14/500mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	-100kN(comp.)	-20kNm	-57kNm	**2.85**
M_{max}	+140kN(tens.)	+15kNm	+32kNm	**2.13**
N_{max}	+140kN	-10kNm	+32kNm	**3.20**
N_{min}	-200kN	-20kNm	-67kNm	**3.335**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=710mm^2(θ16/500mm+ θ14/500mm), H1=0.442m, H2=0.058m in corrispondenza di parete E				
M_{min}	+160kN	-28kNm	-69kNm	**2.46**
M_{max}	+160kN	+60kNm	+95kNm	**1.58**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m, solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+170kN	-36kNm	-146kNm	**4.06**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+350kN	-16kNm	-50kNm	**3.125**

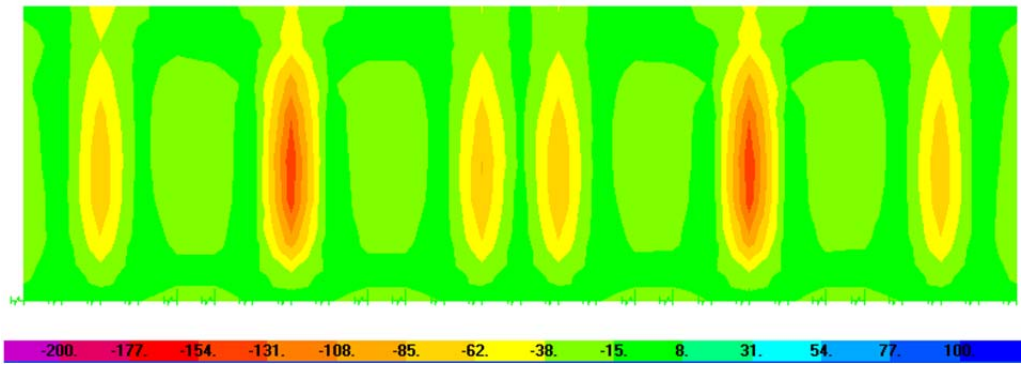


FIGURA 5-72 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

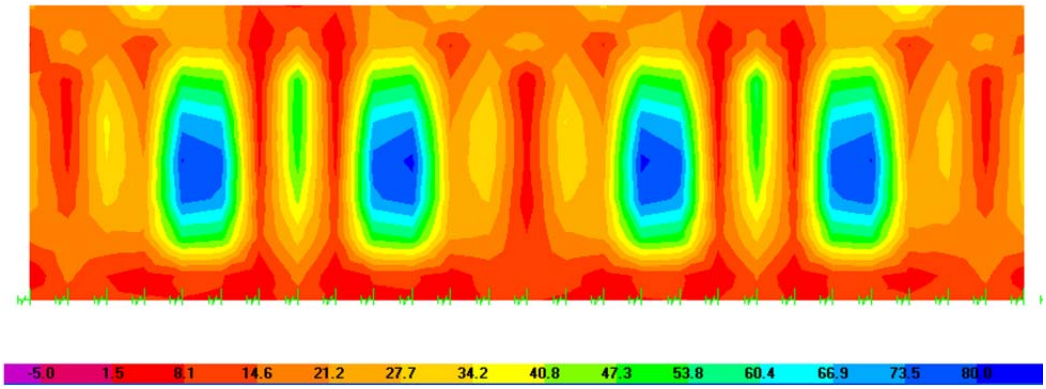


FIGURA 5-73 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

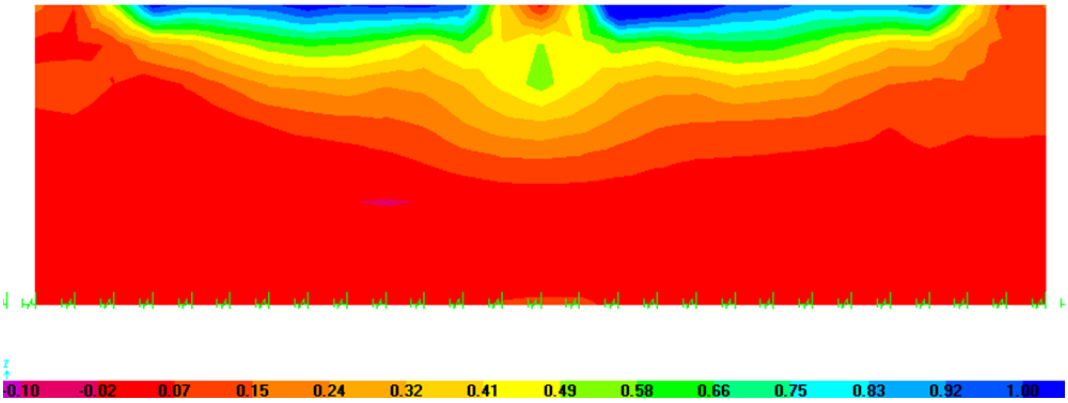


FIGURA 5-74 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

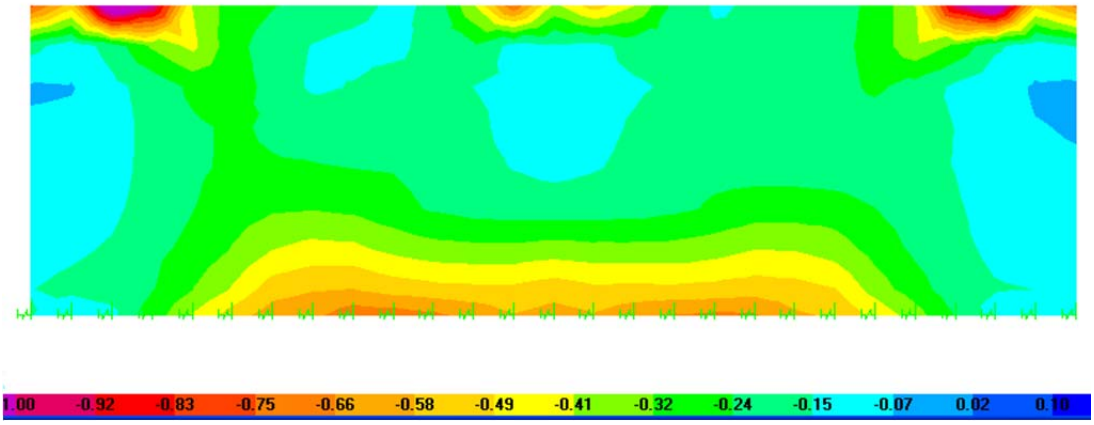


FIGURA 5-75 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Parete E – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m				
Combinazione	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	-	-130kNm	-147kNm	**1.13**
M_{max}	+240kN(tens.)	+80kNm	+93kNm	**1.16**
N_{min}	-600kN	+60kNm	+267kNm	**4.45**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m, A1=A2=1885mm^2(θ20/250+ θ20/500mm), H1=0.440m, H2=0.06m				
N_{max}	+1100kN	-60kNm	-90kNm	**1.50**

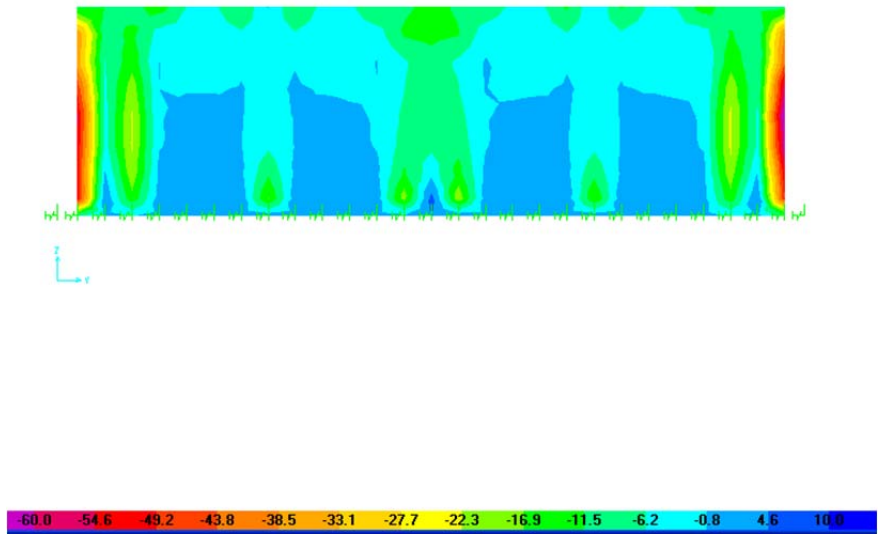


FIGURA 5-76 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

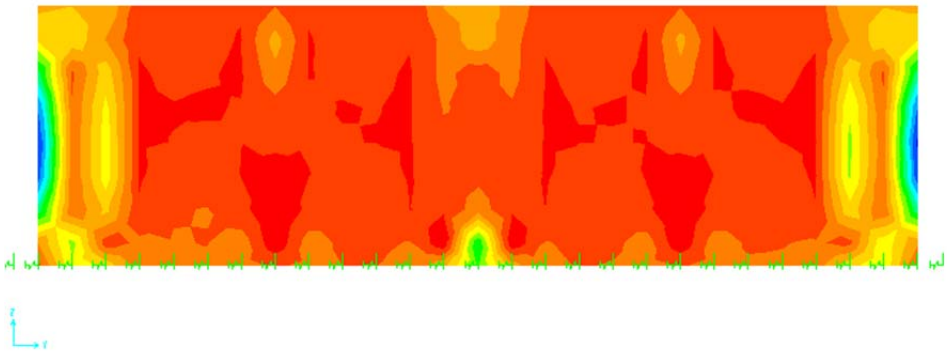


FIGURA 5-77 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

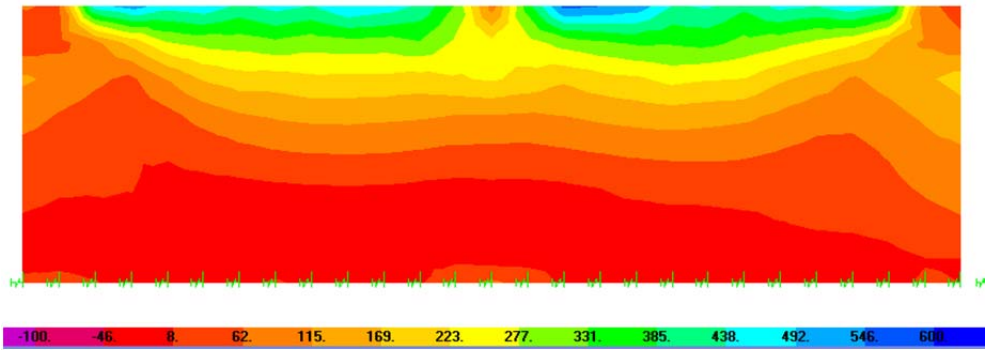


FIGURA 5-78 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

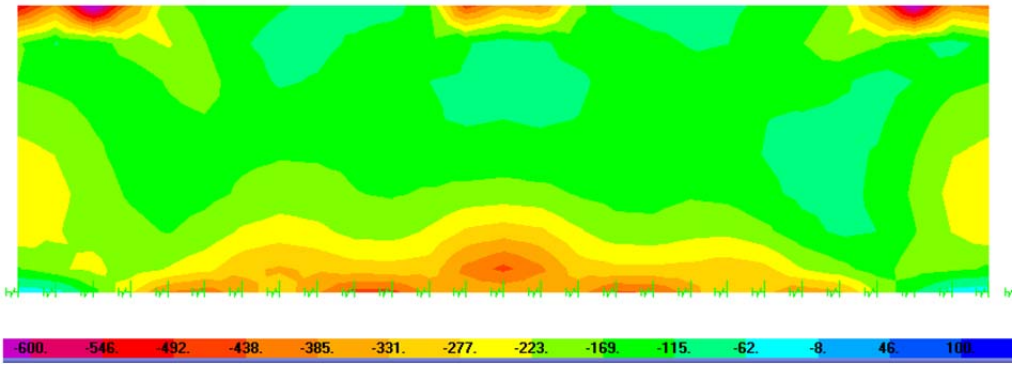


FIGURA 5-79 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setto F – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m in corrispondenza della parete A				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
M_{min}	+100kN	-60kNm	-91kNm	**1.52**
M_{max}	+100kN	+65kNm	+91kNm	**1.40**
N_{min}	-700kN	+40kNm	+258kNm	**6.45**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
M_{min}	+70kN	-30kNm	-47kNm	**1.57**
M_{max}	+70kN	+40kNm	+47kNm	**1.18**
N_{min}	-400kN	+15kNm	+88kNm	**5.87**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+600kN	-20kNm	-24kNm	**1.20**

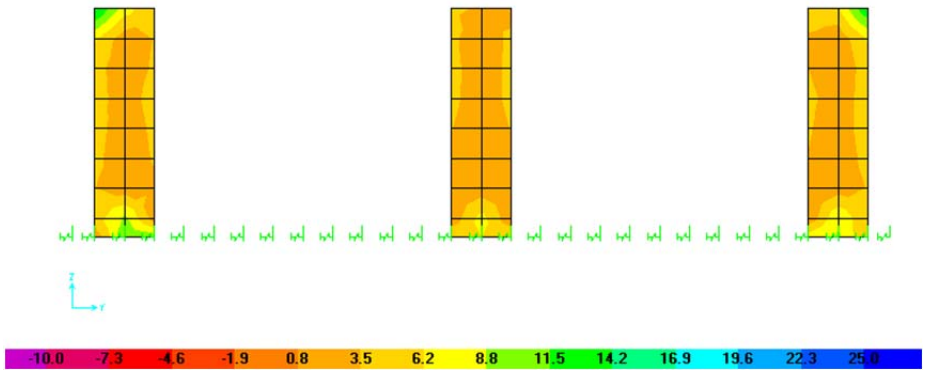


FIGURA 5-80 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

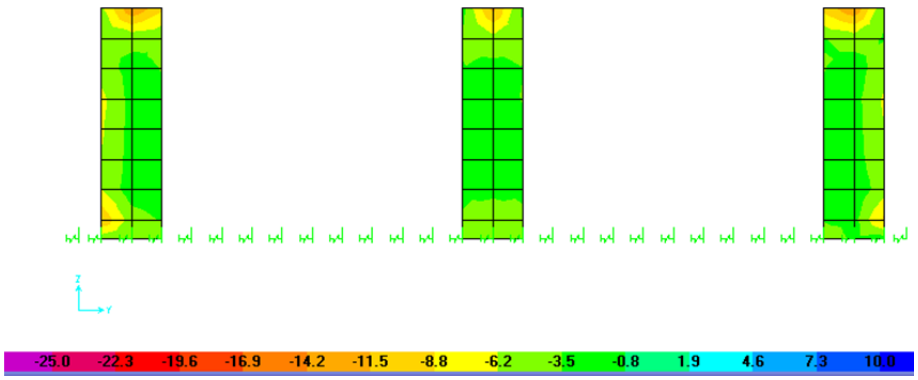


FIGURA 5-81 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

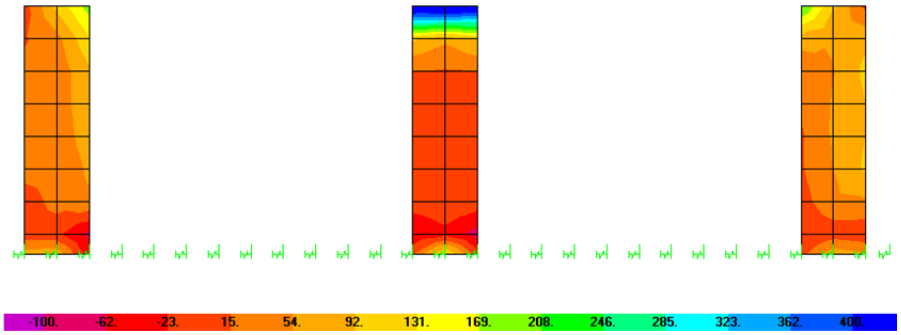


FIGURA 5-82 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

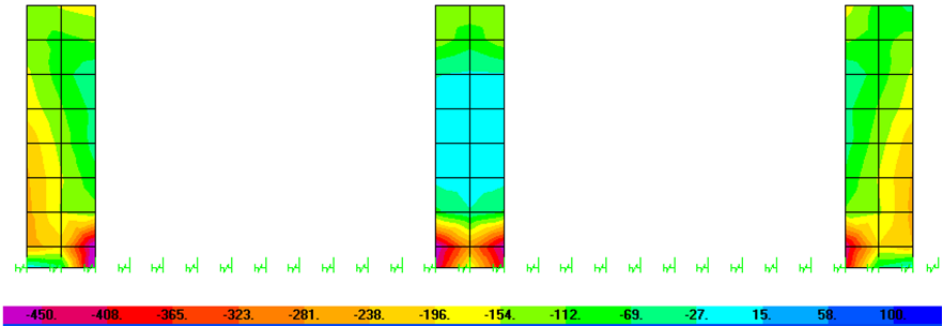


FIGURA 5-83 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setti fra F/G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ12/250mm), H1=0.444m, H2=0.056m in corrispondenza della parete A				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
M_{min}	-40kN	-13kNm	-94kNm	**7.23**
M_{max}	-40kN	+14kN	+94kNm	**6.71**
N_{max}	+80kN	-6kNm	-65kNm	**10.8**
N_{min}	-450kN	+14kNm	+182kNm	**13.0**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
N_{max}	+331kN	-17kNm	-37kNm	**2.18**

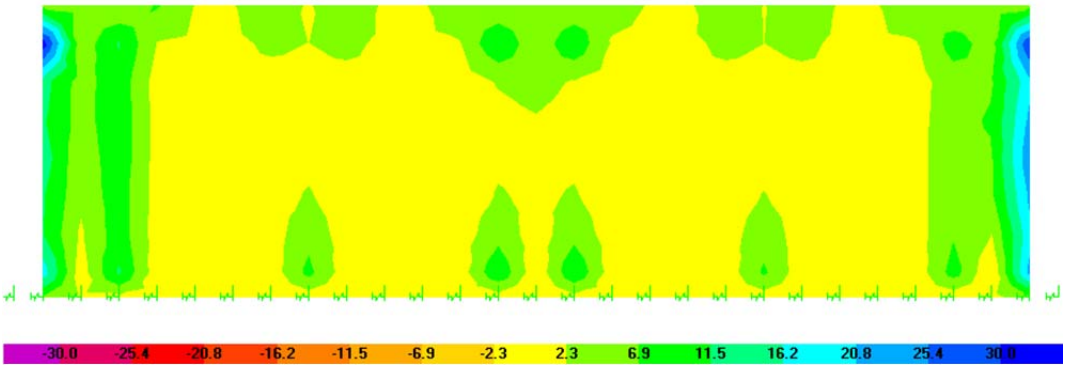


FIGURA 5-84 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

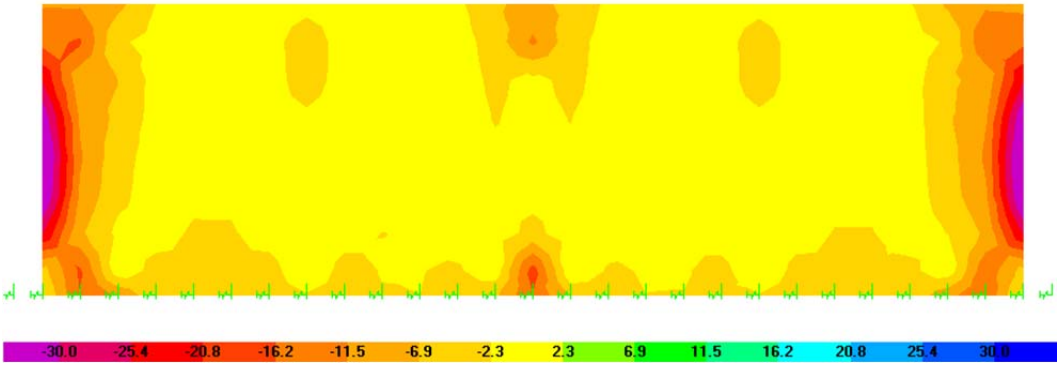


FIGURA 5-85 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLU-M11(ESCLUSO SISMA)

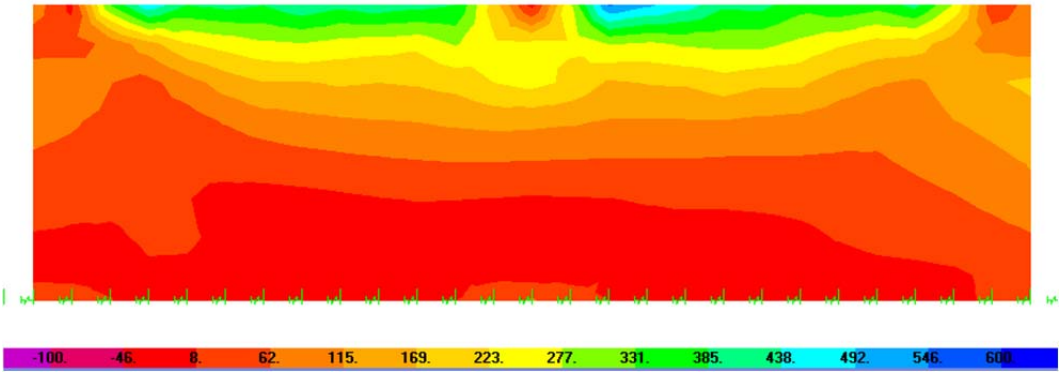


FIGURA 5-86 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

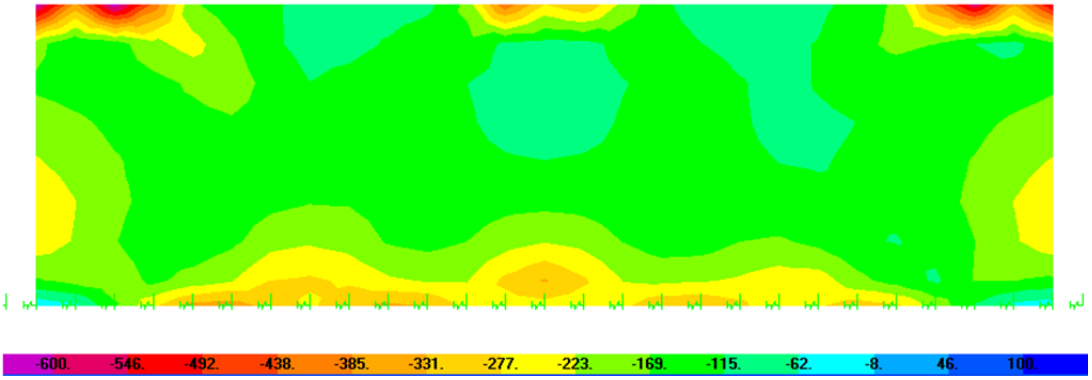


FIGURA 5-87 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLU-F11(ESCLUSO SISMA)

Setto G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU				
Da 0 a +4.50				
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+130kN	-30kNm	-84kNm	**2.80**
M_{max}	+130kN	+26kNm	+84kNm	**3.23**
N_{min}	-500kN	-10kNm	-218kNm	**21.8**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
M_{min}	+100kN	-15kNm	-44kNm	**2.93**
M_{max}	+100kN	+13kNm	+44kNm	**3.38**
N_{min}	-300kN	+13kNm	+80kNm	**6.15**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
N_{max}	+510kN	+11kNm	+14kNm	**1.27**

Verifiche a taglio fusto

Di seguito si riportano i diagrammi di taglio per le pareti. Per quanto riguardano i setti si esegue una verifica per la fase di affondamento dove si prevede un dislivello d'acqua fra celle contigue di 1m.

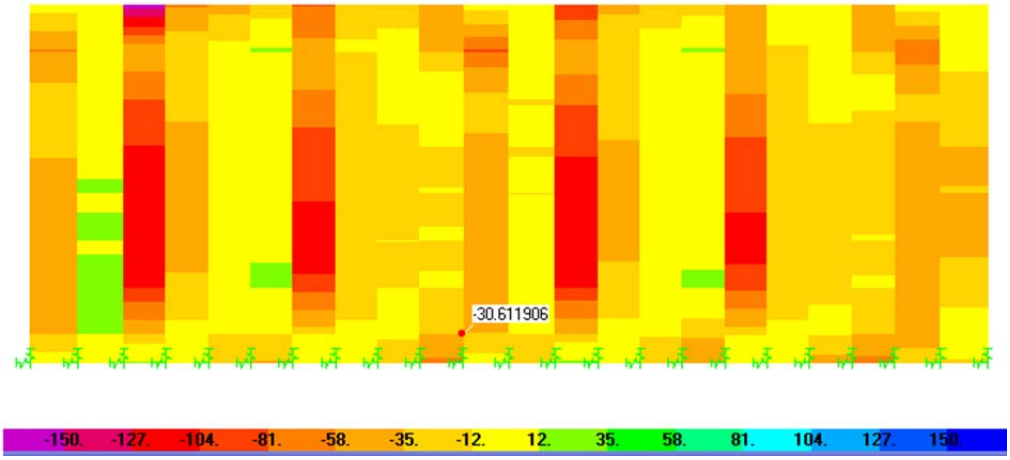


FIGURA 5-88 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

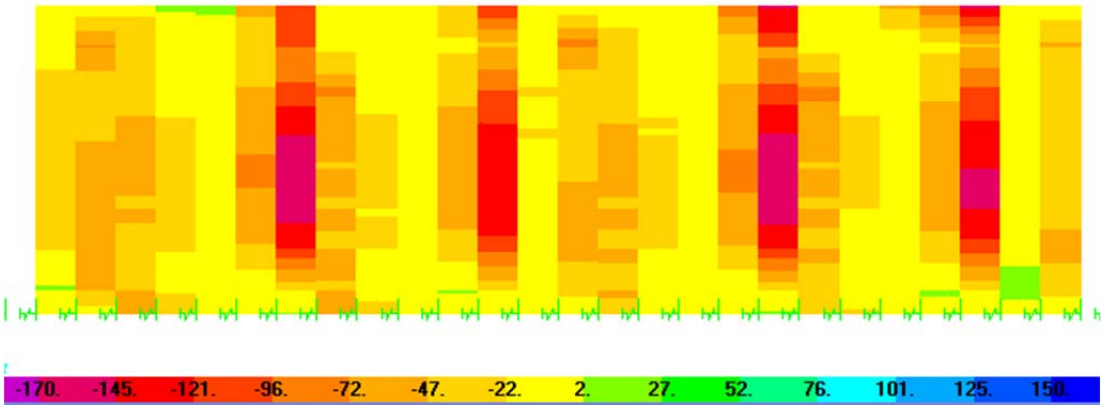


FIGURA 5-89 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-V13(ESCLUSO SISMA)

Il taglio massimo è pari a 160kN/m. Si considera in favore di sicurezza uno sforzo di trazione di 55kN/m.

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd,cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Parete E	-55	500	443	616	57	616	160	0.12	1.67	0.0014	35	19.8	-0.11	0.15	0.45	143	190.99	**191**

Per quanto riguarda i setti interni si considera un dislivello di 1m di acqua fra celle contigue non comunicanti in fase di affondamento del cassone.

Il caso peggiore sarebbe quello del setto C che presenta una luce netta di 6.6m ed uno spessore di 25cm per cui il taglio agli SLU è pari a:

V_{Sd}=1.3x10.1x6.6/2=43kN/m circa

con uno sforzo di trazione pari a:
N_{Sd}=1.3x10.1x4.6=+60kN/m circa

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd,cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Setto C	-60	250	193	616	57	616	43	0.12	2.00	0.0032	35	19.8	-0.24	0.15	0.59	97	106.08	**106**

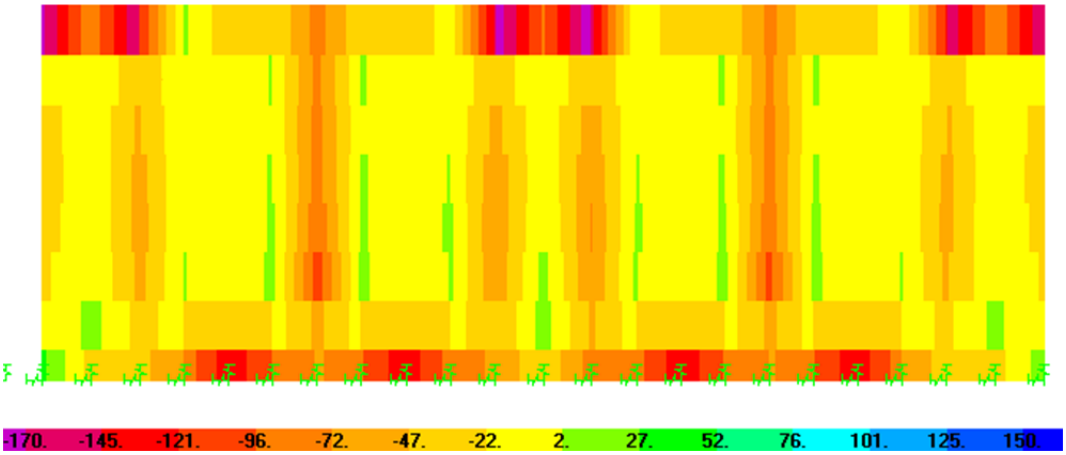


FIGURA 5-90 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

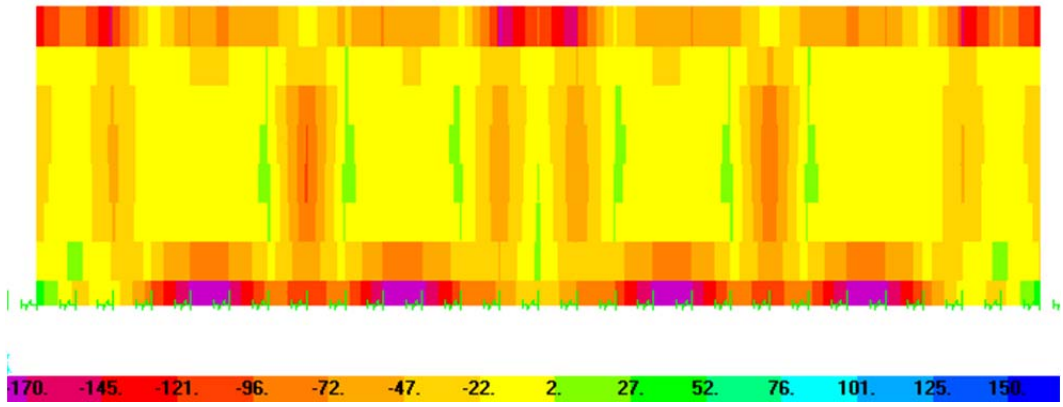


FIGURA 5-91 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-V23(ESCLUSO SISMA)

Il taglio massimo è pari a 178kN/m. Si considera uno sforzo normale di compressione di 98kN/m pari al peso proprio della parete.

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd,cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**

Parete E V23	98	500	429	616	74	616	178	0.12	1.68	0.0014	35	19.8	0.2	0.15	0.45	161	207	**207**

Per il setto C si considera in favore di sicurezza che il taglio è pari a:

V_{Sd}=1.3x10.1x7.65=100kN/m

In presenza di uno sforzo normale di compressione pari a 49kN/m.

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd,cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Parete C V23	49	250	179	452	74	452	100	0.12	2.00	0.0034	35	19.8	0.2	0.15	0.59	104	110	**110**

[redacted]Monconi di ripresa e ferri verticali fusto - SLU

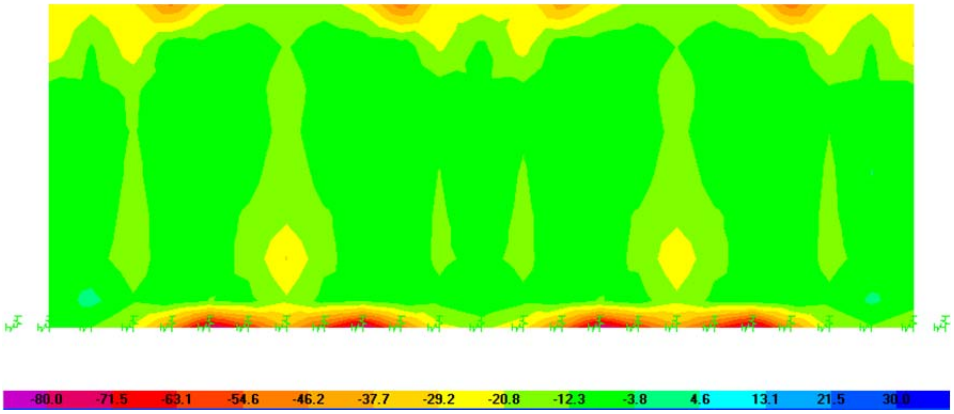


FIGURA 5-92 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

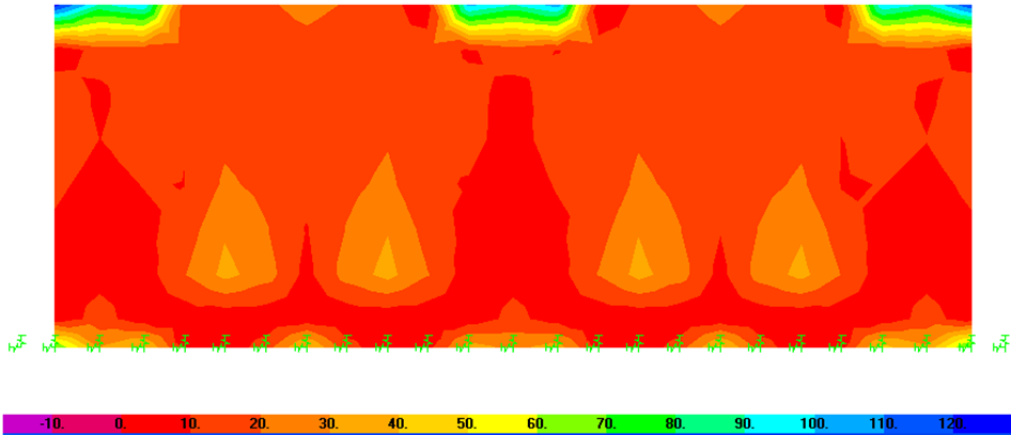


FIGURA 5-93 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

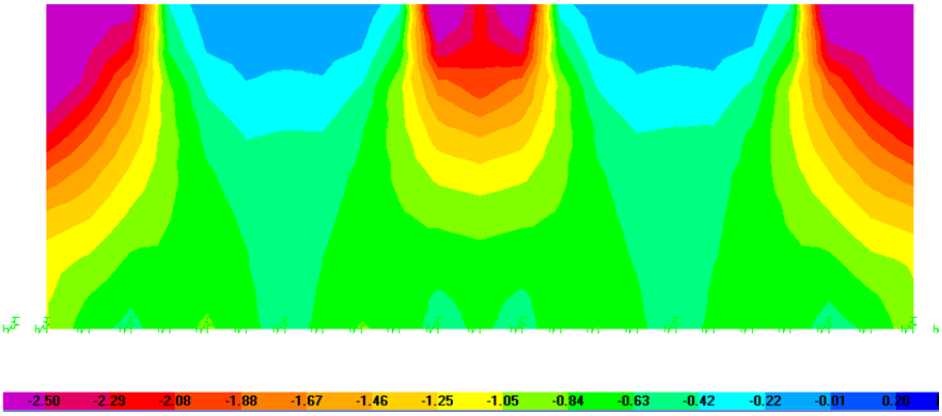


FIGURA 5-94 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

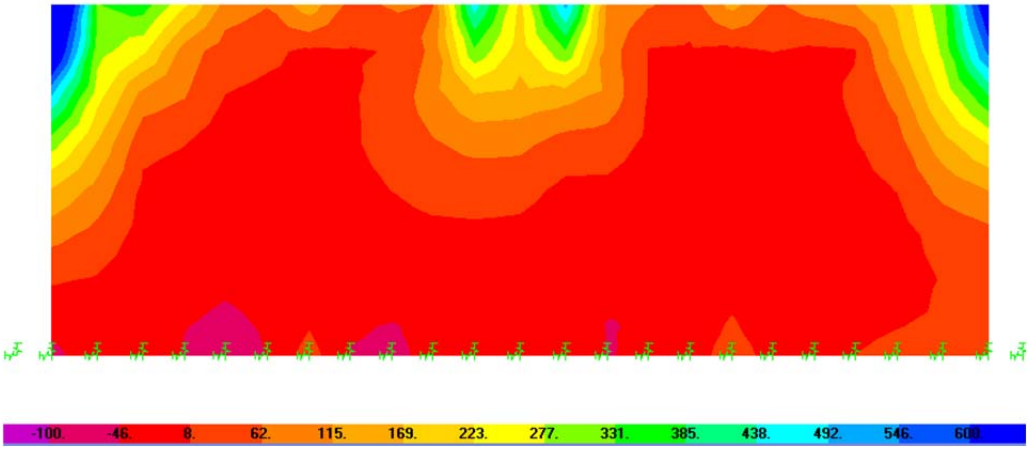


FIGURA 5-95 - PARETE A- INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Parete A – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0mH=0.5m A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-735kN	-80kNm	-230kNm	**2.88**
M_{min}/N_{max}	-50kN	-80kNm	-90kNm	**1.13**
M_{max}/N_{max}	-50kN	+77kNm	+147kNm	**1.91**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-1600kN	+70kNm	**+387kNm**	**5.53**
M_{min}/N_{max}	+20kN	-40kNm	**-68kNm**	**1.70**
M_{max}/N_{max}	+20kN	+40kNm	**+68kNm**	**1.70**

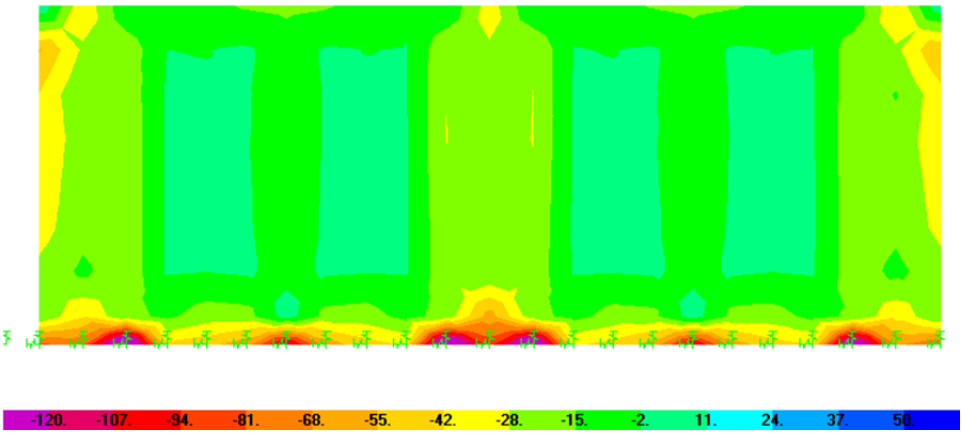


FIGURA 5-96 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

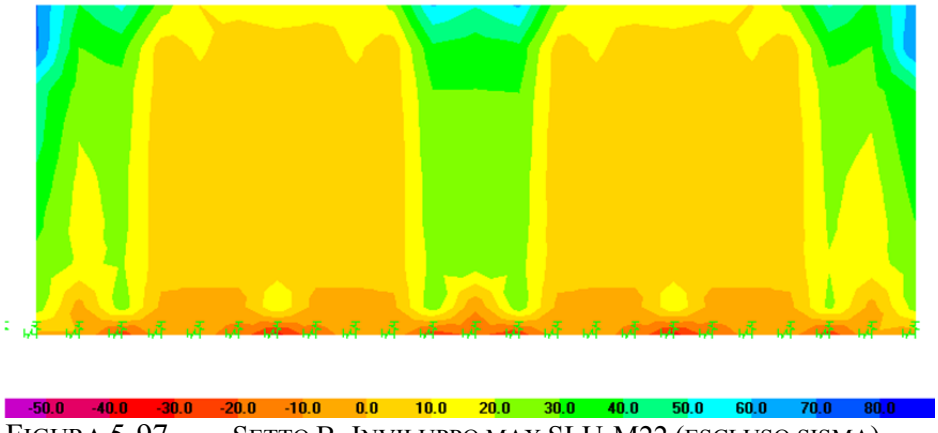


FIGURA 5-97 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

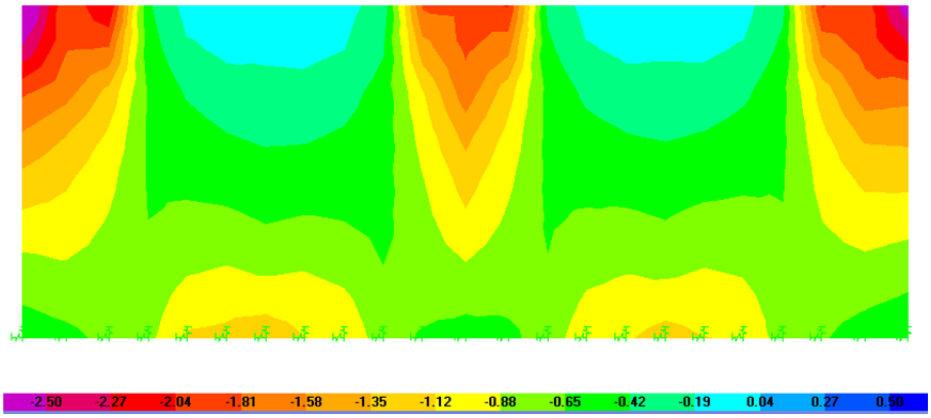


FIGURA 5-98 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

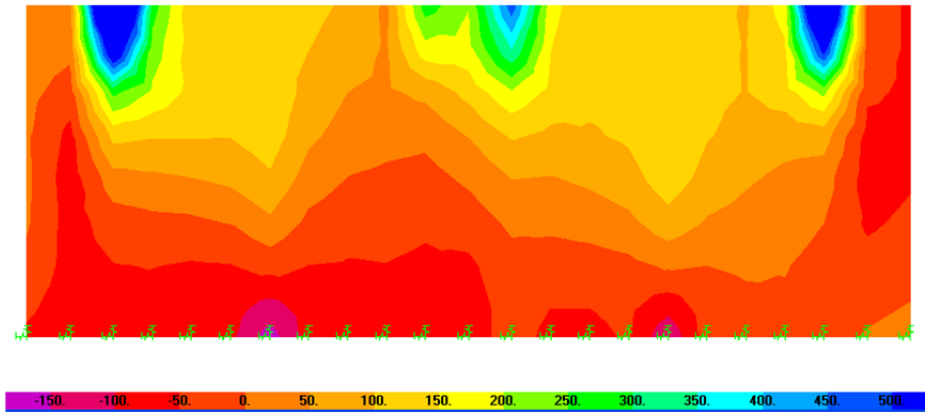


FIGURA 5-99 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setto B – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
N_{min}	-1200kN	-110kNm	-160kNm	**1.45**
M_{min}/N_{max}	-120kN	-80kNm	-85kNm	**1.06**
M_{max}/N_{max}	-120kN	-33kNm	-85kNm	**2.58**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	-40kN	-120kNm	-167kNm	**1.39**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-1000kN	+10kNm	+147kNm	**14.7**
M_{min}/N_{max}	+125kN	-18kNm	-37kNm	**2.06**
M_{max}/N_{max}	+125kN	+15kNm	+37kNm	**2.47**

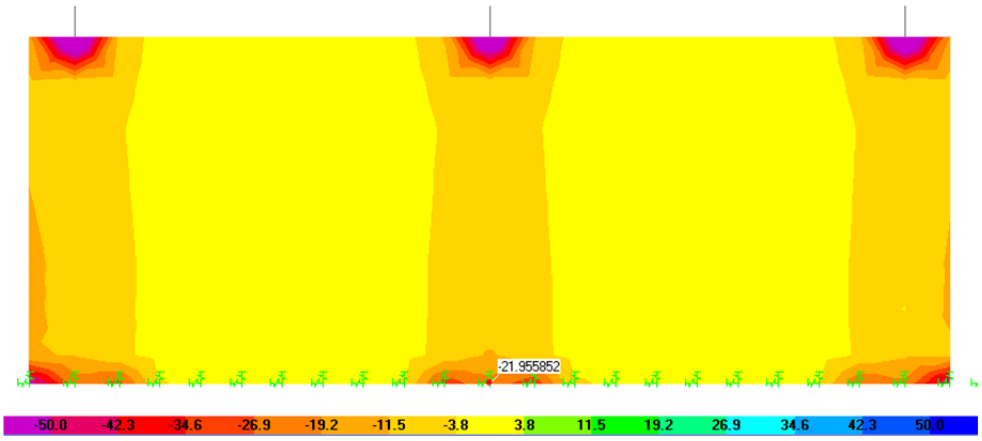


FIGURA 5-100 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

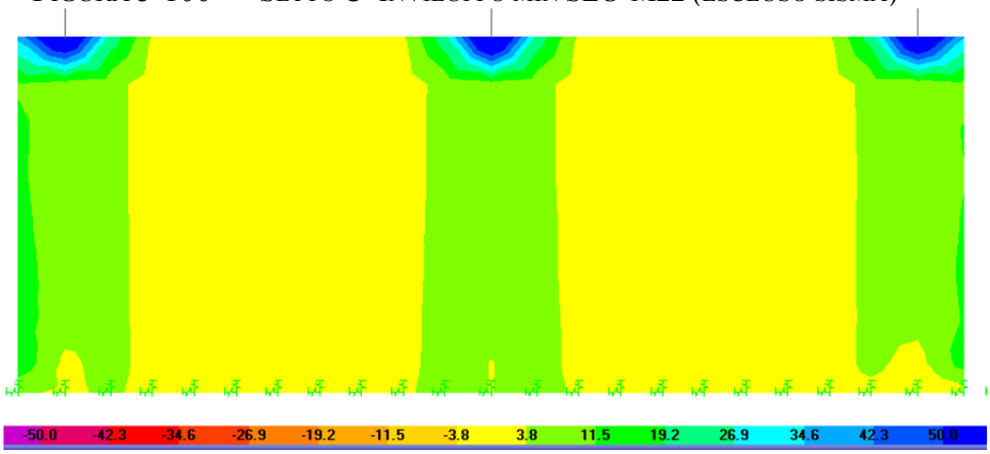


FIGURA 5-101 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

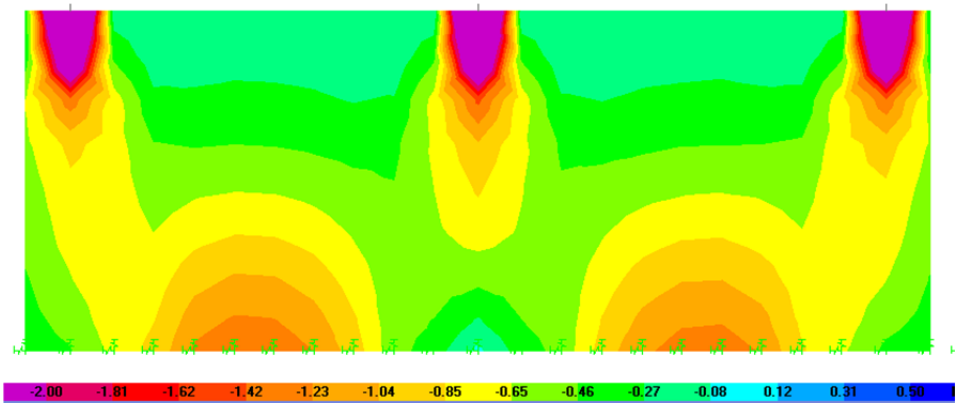


FIGURA 5-102 - *SETTO C- INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)*

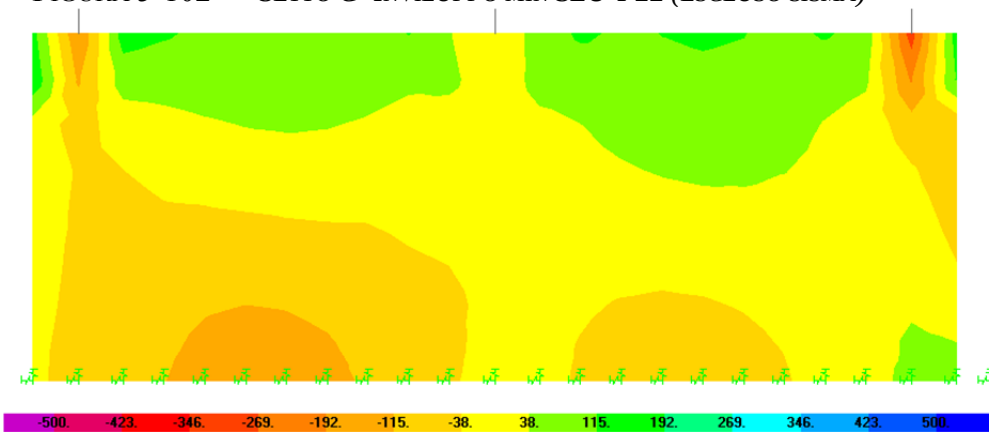


FIGURA 5-103 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setto C – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.178m, H2=0.072m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-1300kN	-17kNm	-142kNm	**8.35**
M_{min}/N_{max}	-30kN	-17kNm	-53kNm	**3.11**
M_{max}/N_{max}	-30kN	+5kNm	+53kNm	**10.6**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	+60kN	-35kNm	-128kNm	**3.66**
Verticali correnti (esclusi pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m,				

H2=0.07m				
N_{min}	-1300kN	+1kNm	+143kNm	**143**
M_{min}/N_{max}	+100kN	-1kNm	-40kNm	**40**
M_{max}/N_{max}	+100kN	+1kNm	+40kNm	**40**

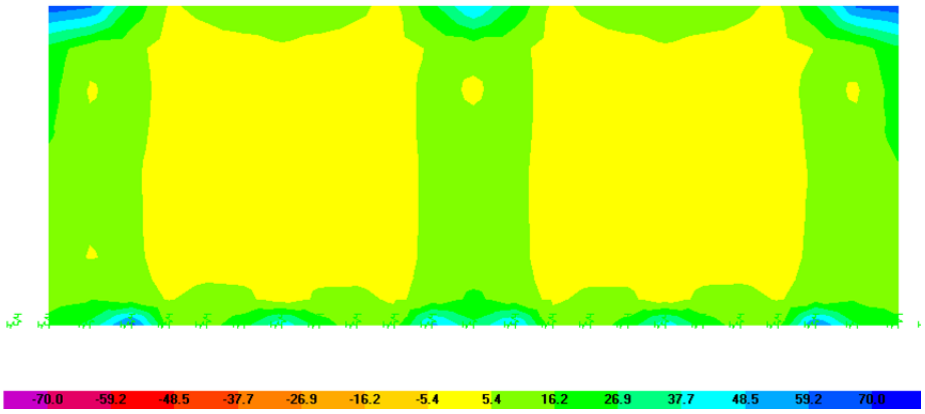


FIGURA 5-104 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

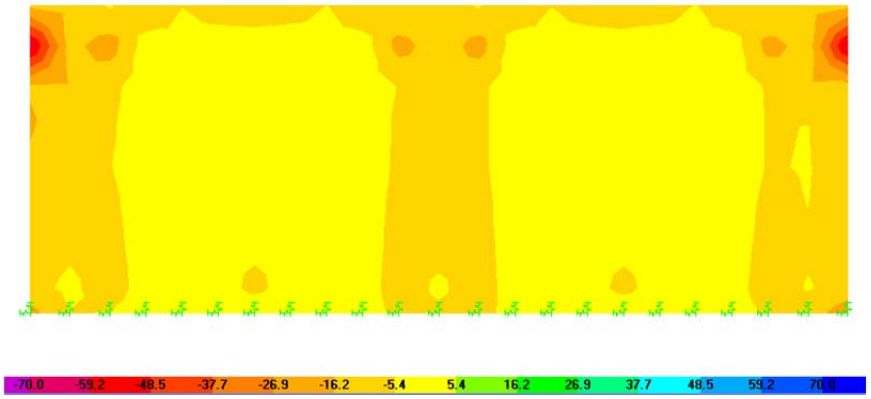


FIGURA 5-105 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

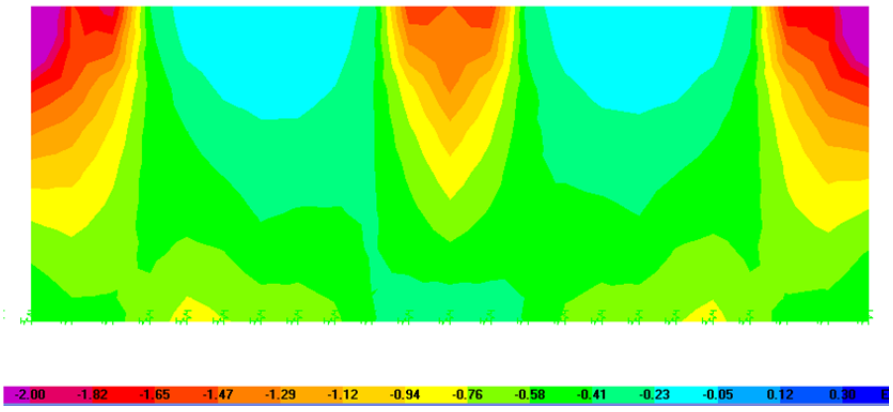


FIGURA 5-106 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

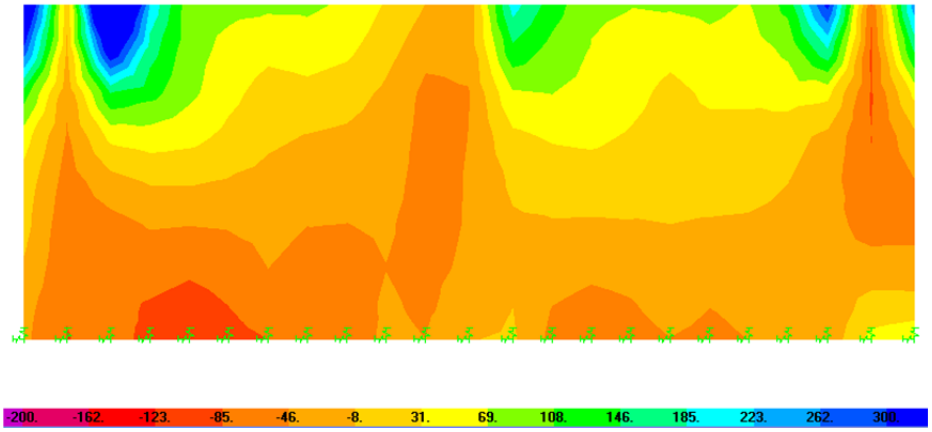


FIGURA 5-107 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setto D – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.18m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd} / M_{Sd}**
N_{min}	-800kN	+50kNm	+113kNm	**2.26**
M_{min}/N_{max}	-40kN	+13kNm	+54kNm	**4.15**
M_{max}/N_{max}	-40kN	+40kNm	+54kNm	**1.35**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	+30kN	+50kNm	+134kNm	**2.68**
Verticali correnti				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-150kN	+10kNm	+65kNm	**6.50**
M_{min}/N_{max}	+80kN	-8kNm	-42kNm	**5.25**
M_{max}/N_{max}	+80kN	+10kNm	+42kNm	**4.20**

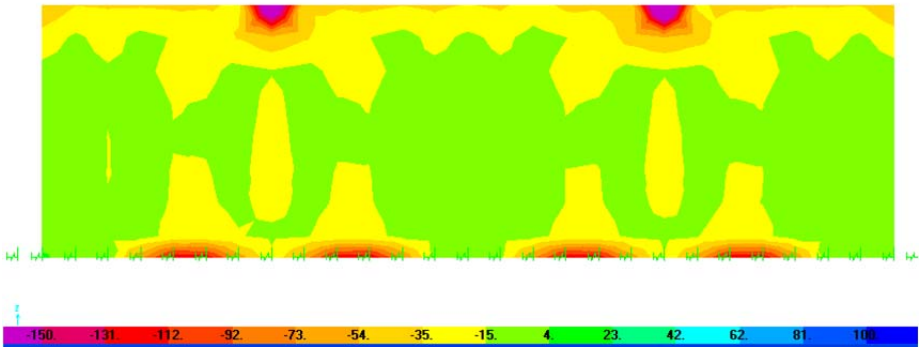


FIGURA 5-108 - PARETE E- INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

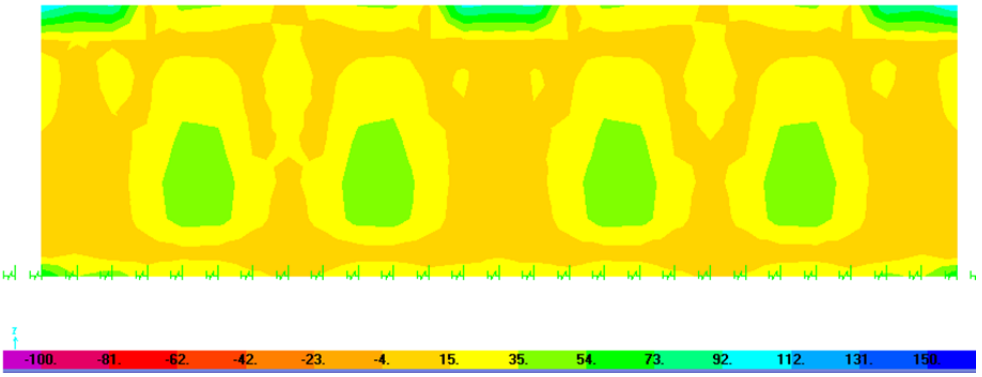


FIGURA 5-109 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

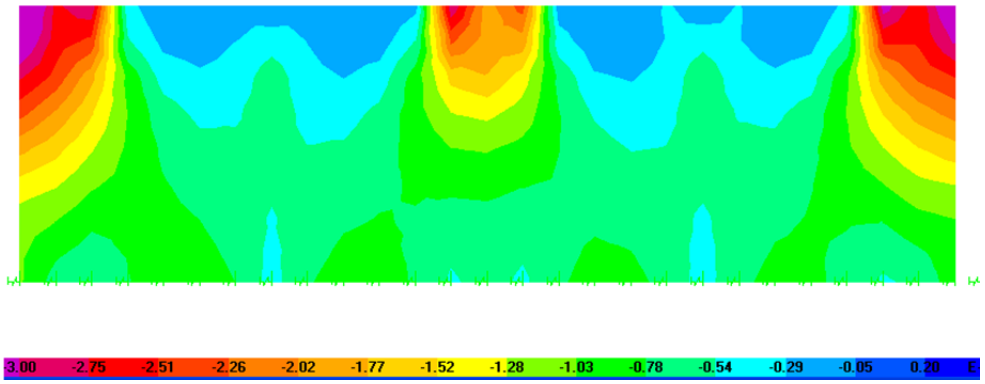


FIGURA 5-110 - PARETE E - INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

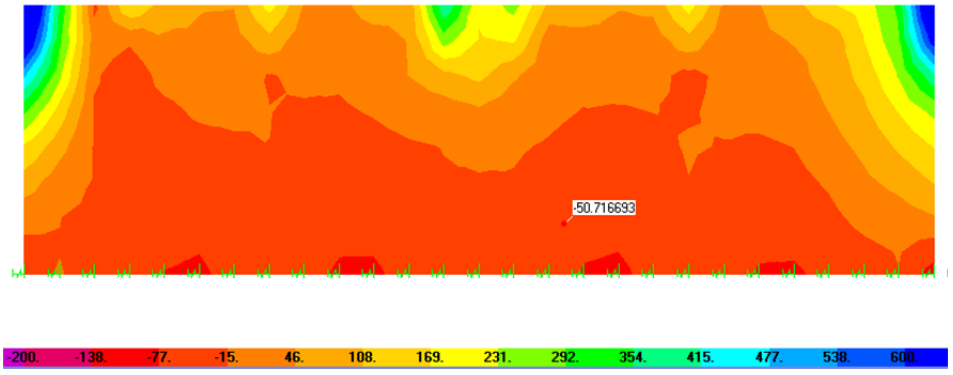


FIGURA 5-111 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Parete E – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0m,H=0.5m,A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-635kN	-110kNm	-211kNm	**1.92**
M_{min}/N_{max}	-40kN	-110kNm	-143kNm	**1.30**
M_{max}/N_{max}	-40kN	+50kNm	+90kNm	**1.80**

Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-800kN	+50kNm	**+242kNm**	**4.84**
M_{min}/N_{max}	+25kN	-25kNm	**-67kNm**	**2.68**
M_{max}/N_{max}	+25kN	+38kNm	**+67kNm**	**1.75**

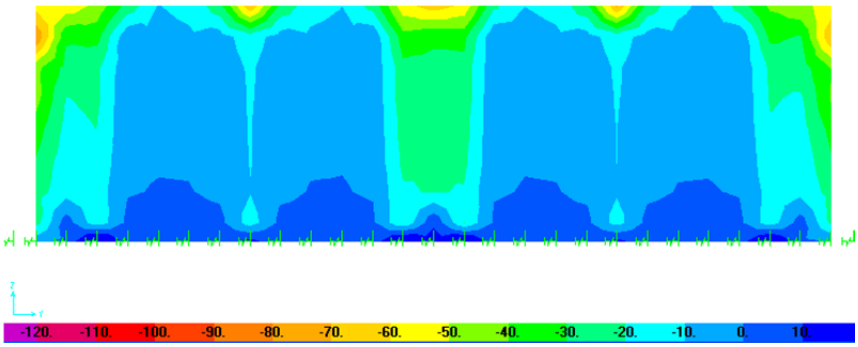


FIGURA 5-112 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

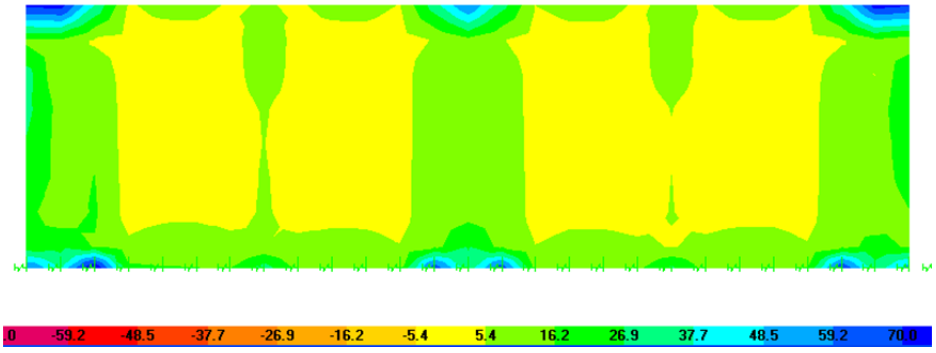


FIGURA 5-113 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

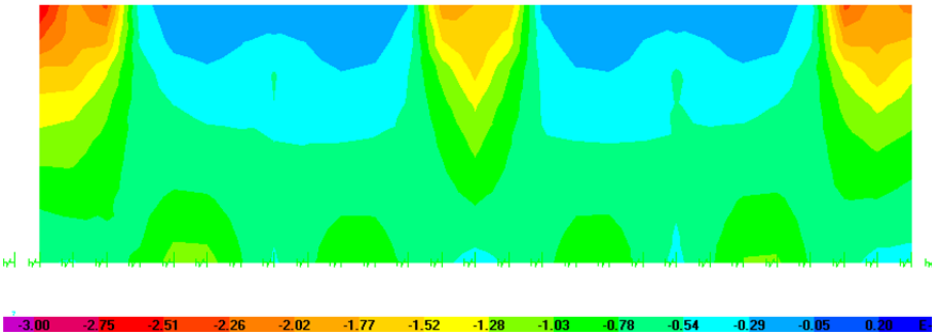


FIGURA 5-114 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

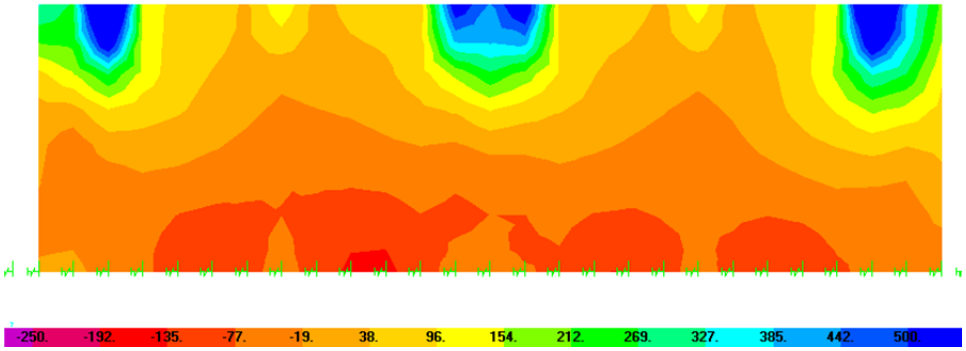


FIGURA 5-115 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setto F – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
N_{min}	-1100kN	+60kNm	+140kNm	**2.33**
M_{min}/N_{max}	-100kN	+10kNm	+75kNm	**7.5**
M_{max}/N_{max}	-100kN	+60kNm	+75kNm	**1.25**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0m,H=0.50m,A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	-12kN	+60kNm	+143kNm	**2.38**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-200kN	+6kNm	+69kNm	**11.14**
M_{min}/N_{max}	+100kN	+2kNm	+39kNm	**19.5**
M_{max}/N_{max}	+100kN	+6kNm	+39kNm	**6.50**

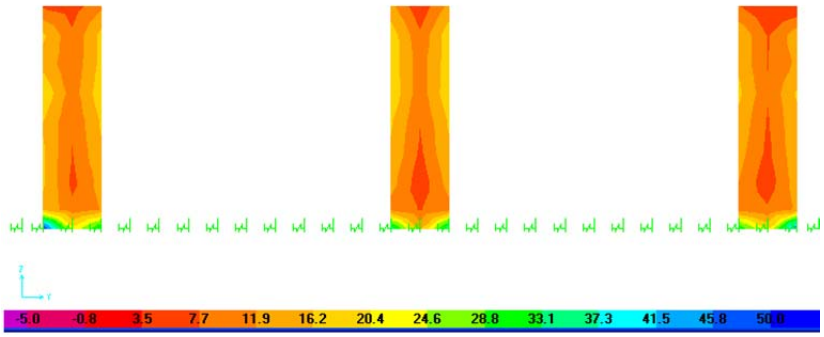


FIGURA 5-116 - SETTI F/G - INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

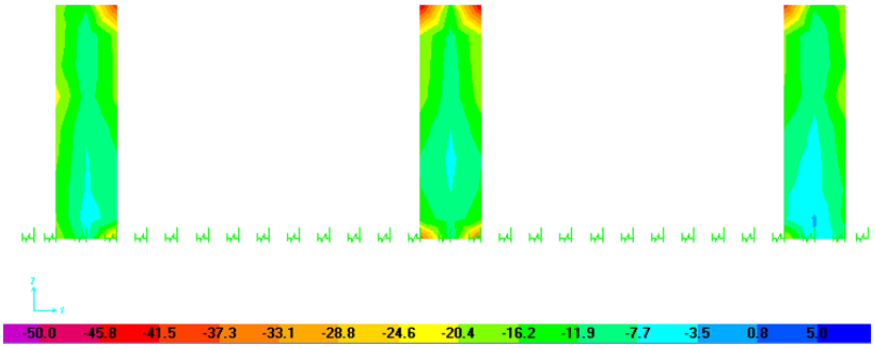


FIGURA 5-117 - SETTI F/G - INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

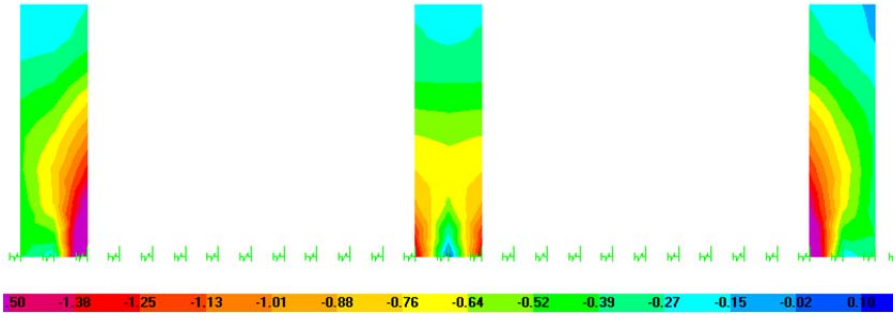


FIGURA 5-118 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

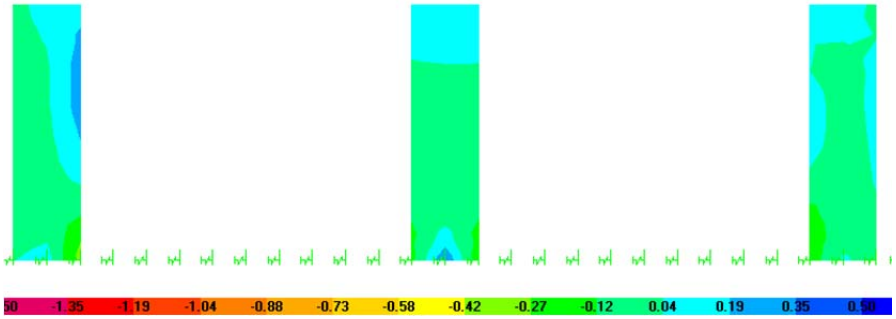


FIGURA 5-119 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setti fra F/G – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.430m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-940kN	-25kNm	-295kNm	**11.8**
M_{min}/N_{max}	+100kN	-25kNm	-82kNm	**3.28**
M_{max}/N_{max}	+100kN	+26kNm	+82kNm	**2.93**

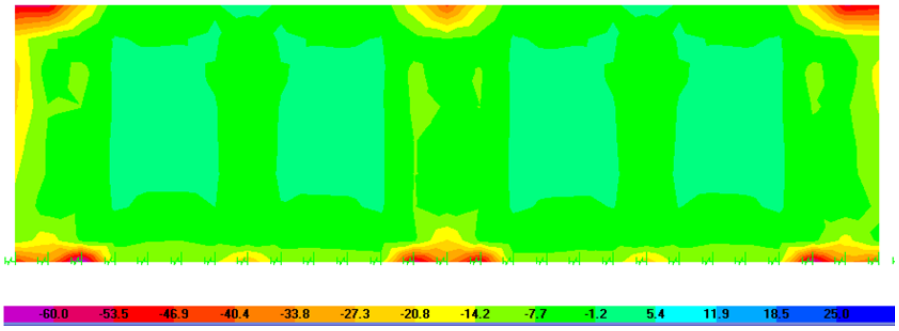


FIGURA 5-120 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

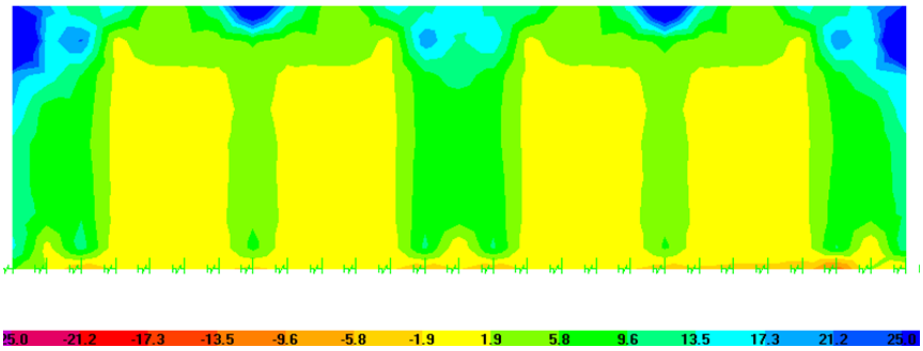


FIGURA 5-121 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLU-M22 (ESCLUSO SISMA)

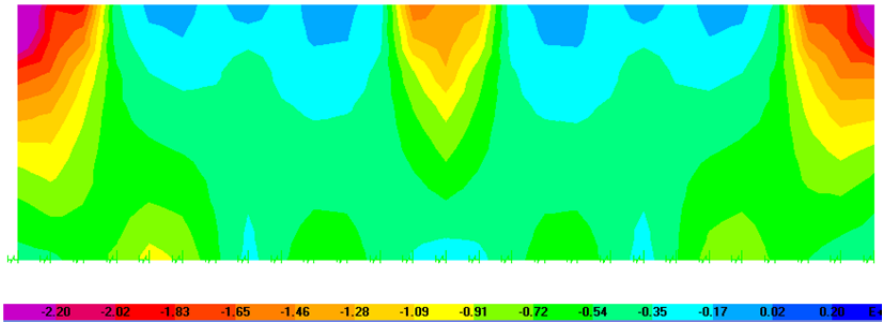


FIGURA 5-122 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

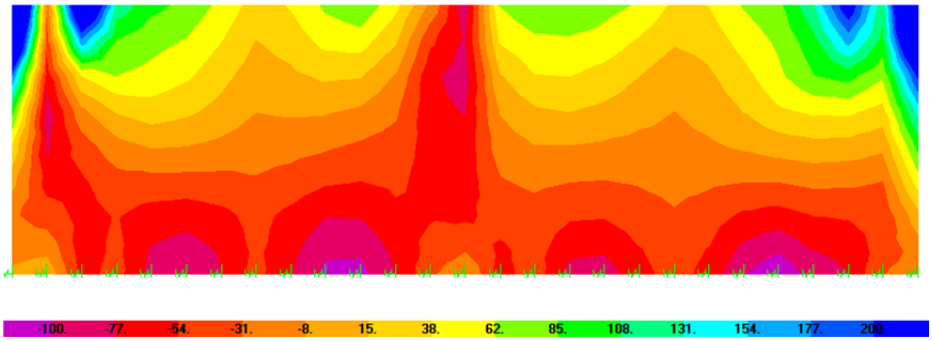


FIGURA 5-123 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLU-F22 (ESCLUSO SISMA)

Setto G – ferri verticali - Verifiche agli SLU				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd} / M_{Rd}**
N_{min}	-900kN	-50kNm	-129kNm	**2.58**
N_{max}/M_{min}	-90kN	-50kNm	-74kNm	**1.48**
N_{max}/M_{max}	-90kN	-3kNm	-74kNm	**24.7**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{max}/M_{min}	-	-60kNm	-141kNm	**2.35**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-330kN	-27kNm	-80kNm	**2.96**
N_{max}/M_{min}	+25kN	-7kNm	-47kNm	**6.71**
N_{max}/M_{max}	+25kN	+10kNm	+47kNm	**4.70**

Verifiche SLU orditura orizzontale setti interni:

Fase d'affondamento
In fase di affondamento si considera un dislivello d'acqua di un metro fra celle non in comunicazione fra di loro.
Non si considera il setto C essendo parte della stessa pilastro d'affondamento e di conseguenza le celle sono in comunicazione fra di loro.

Setto D:
Luce netta di 3.125m.
M_{Sd}=1.5 x 10.1 x 3.125^2 / 10 = 14.8 kNm/m

B=1.0m H=0.25m A1=A2=534mm^2(θ12/500+ θ14/500), H1=0.193m, H2=0.057m

M_{Rd}=47kNm/m

Setto G:
Luce netta di 4.6m.
M_{Sd}=1.5 x 10.1 x 4.6^2 / 10 = 32.1 kNm/m
B=1.0m H=0.25m A1=A2=452mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m
M_{Rd}=54kNm/m

[redacted]Verifiche agli SLU azioni sismiche

5.4.4.1 Orditura orizzontale

Di seguito si riportano le verifiche del cemento armato del fusto del cassone per i stati limiti ultimi per le combinazioni sismiche.

Di seguito si riportano gli inviluppi degli momenti degli pareti e setti.

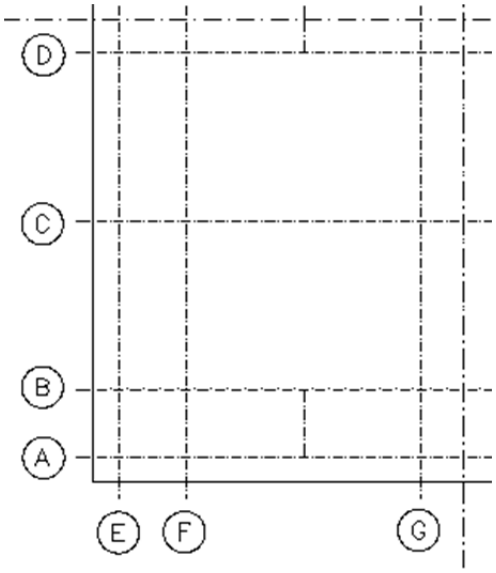


FIGURA 5-124 - PIANTA CHIAVE PARETI E SETTI

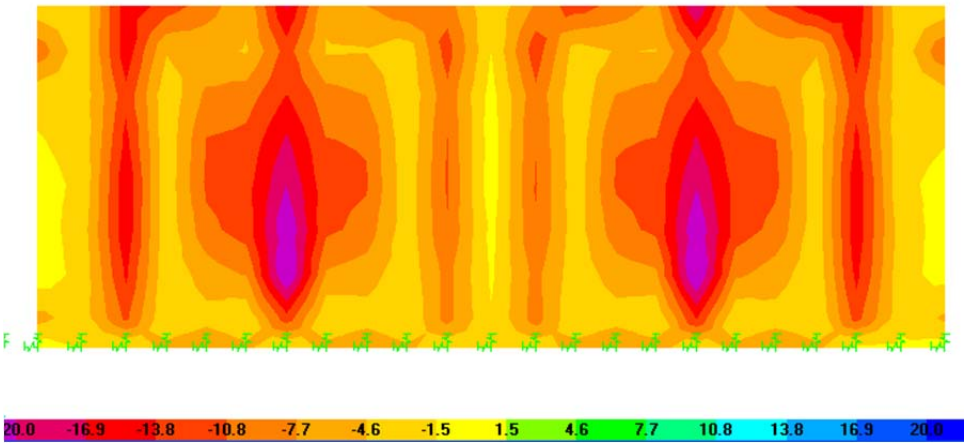


FIGURA 5-125 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

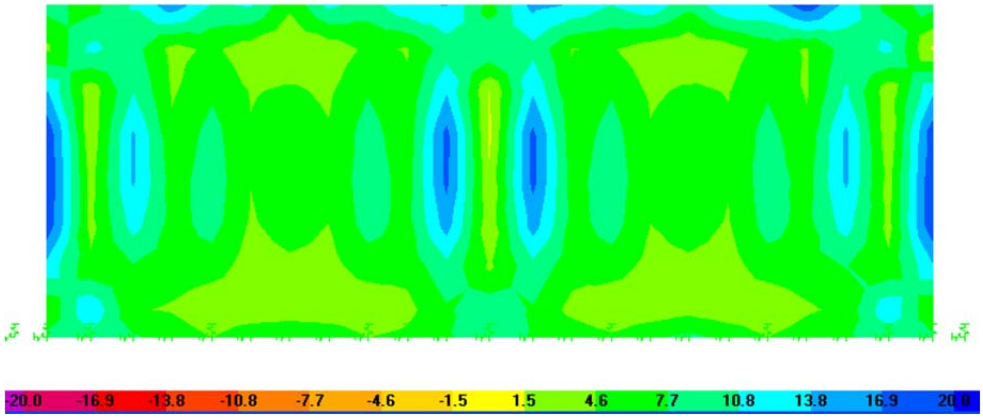


FIGURA 5-126 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

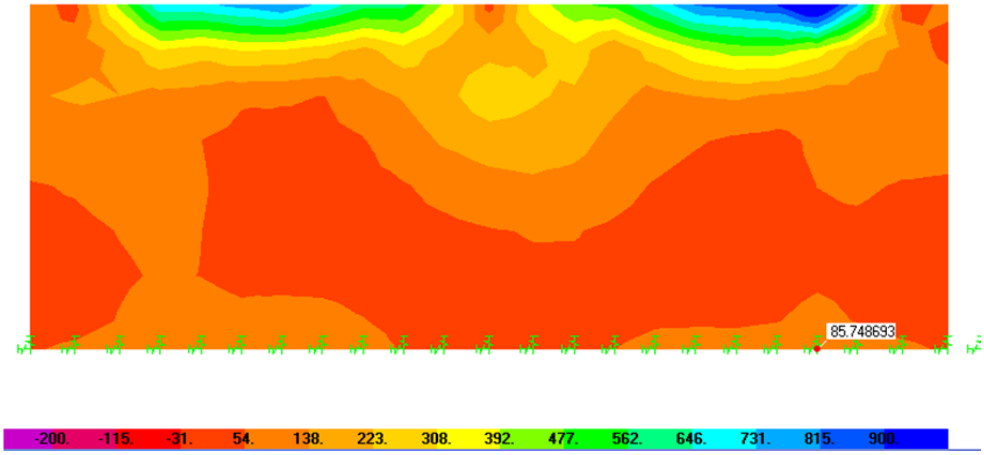


FIGURA 5-127 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

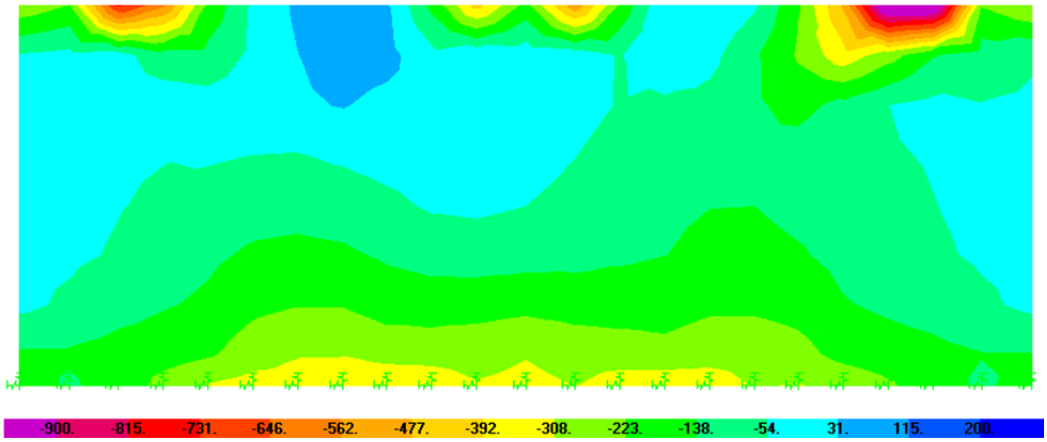


FIGURA 5-128 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Parete A – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+110kN(tens)	-23kNm	-89kNm	**3.87**
M_{max}	+110kN(tens.)	+20kN	+89kNm	**4.45**
N_{min}	-340kN(comp)	-23kNm	-186kNm	**8.09**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1829mm^2(θ22/250+ θ14/500), H1=0.439m, H2=0.061m				
N_{max}	+780kN(tens.)	-18kNm	-151kNm	**8.39**

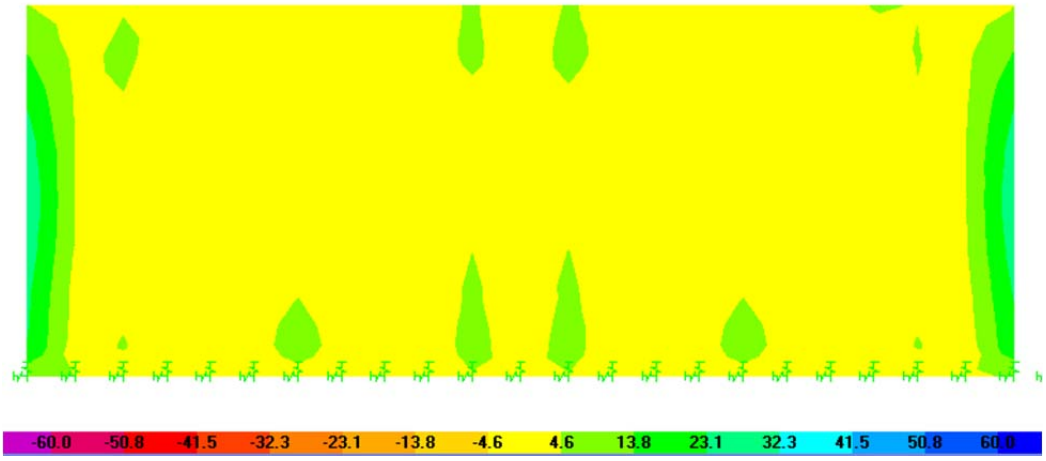


FIGURA 5-129 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

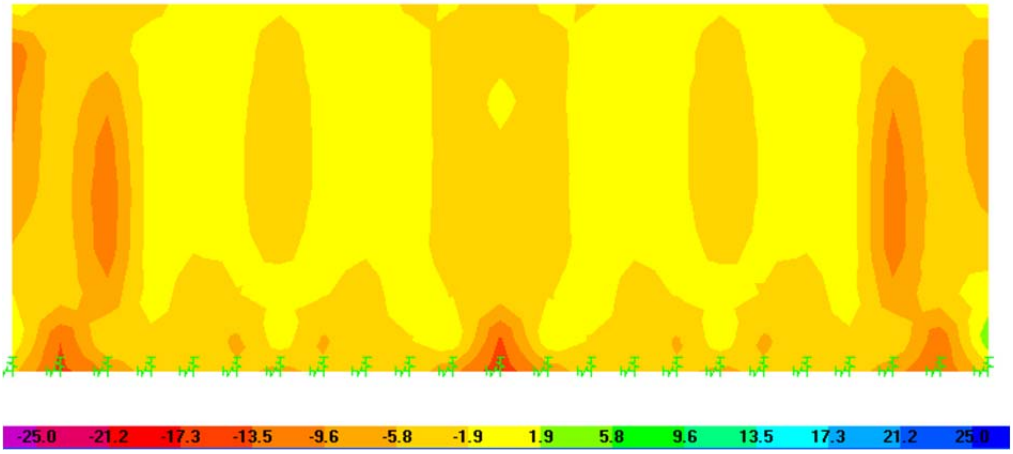


FIGURA 5-130 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

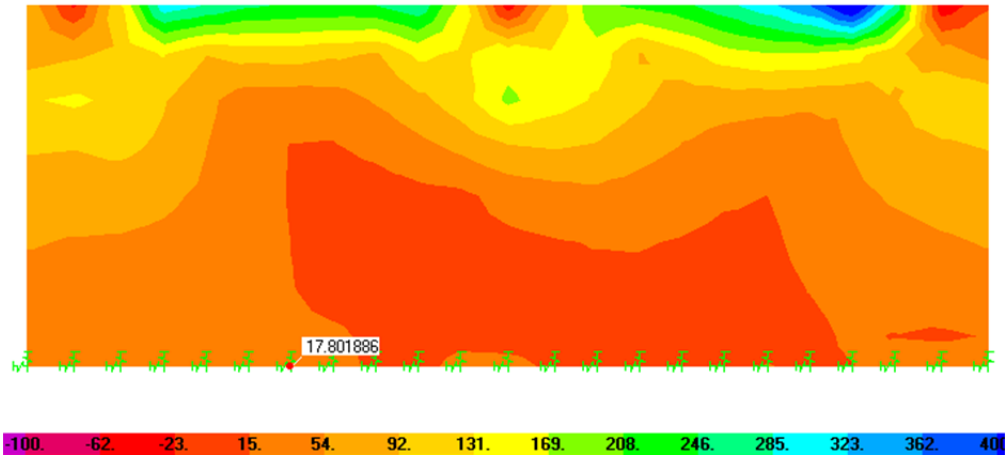


FIGURA 5-131 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

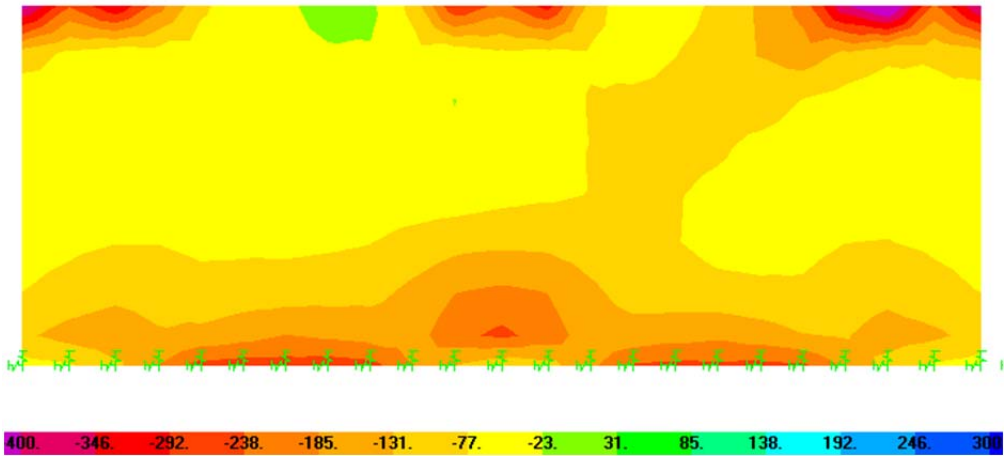


FIGURA 5-132 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setto B – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+100kN(tens)	-13kNm	-59kNm	**4.54**
M_{max}	+100kN	+7kNm	+59kNm	**8.42**
N_{min}	-250kN(comp.)	-13kNm	-95kNm	**7.31**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	+100kN	-13kNm	-91kNm	**7.00**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m				
N_{max}	+350kN	-12kNm	-106kNm	**8.83**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+400kN	+7kNm	+45kNm	**6.43**

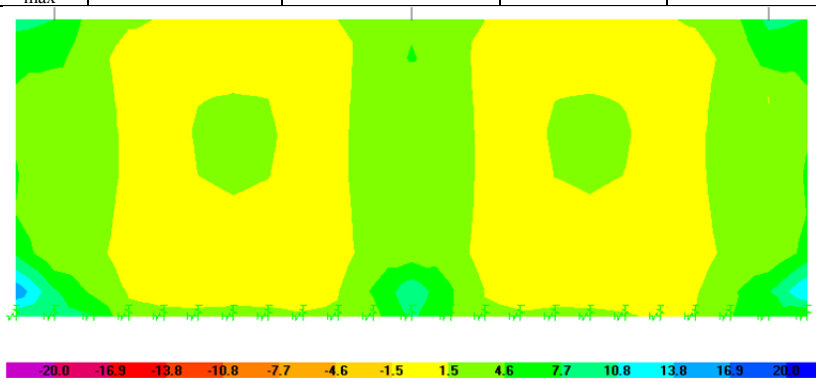


FIGURA 5-133 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

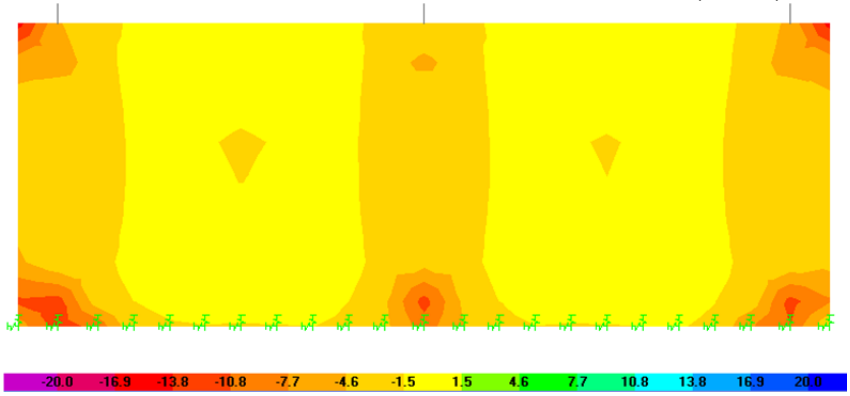


FIGURA 5-134 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

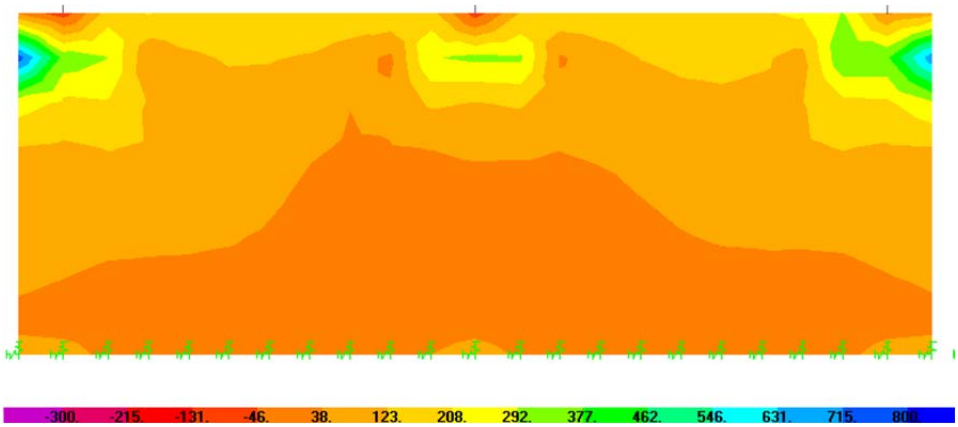


FIGURA 5-135 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

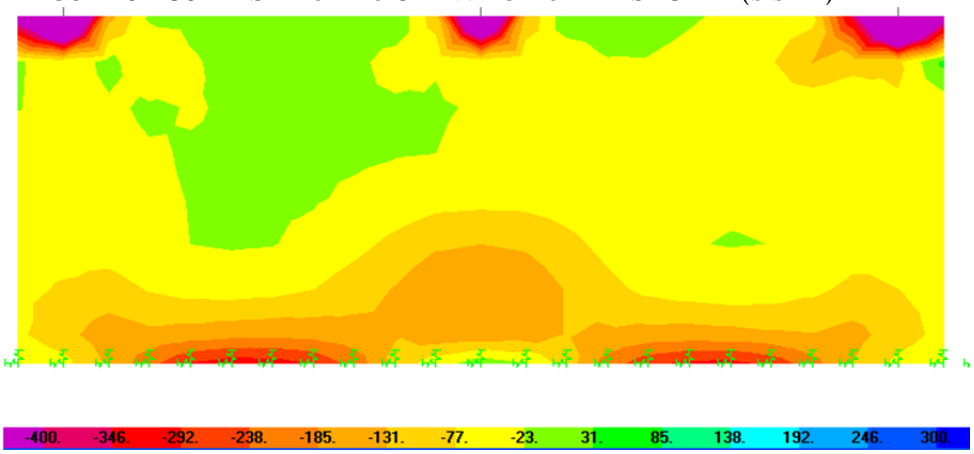


FIGURA 5-136 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setto C – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{sd}**
M_{min}	-12kN(comp.)	-4kNm	-55kNm	**7.86**
M_{max}	-12kN	+4kNm	+55kNm	**11.0**
N_{max}	+100kN	+4kNm	+34kNm	**6.8**
N_{min}	-300kN(comp.)	-4kNm	-85kNm	**17.0**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	-110kN	-12kNm	-196kNm	**9.80**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1564mm^2(θ20/250+ θ14/500), H1=0.440m, H2=0.06m solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+530kN	-11kNm	-159kNm	**14.5**

B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1257mm^2(θ20/250), H1=0.19m, H2=0.06m				
N_{max}	+350kN	-4kNm	-68kNm	**17**

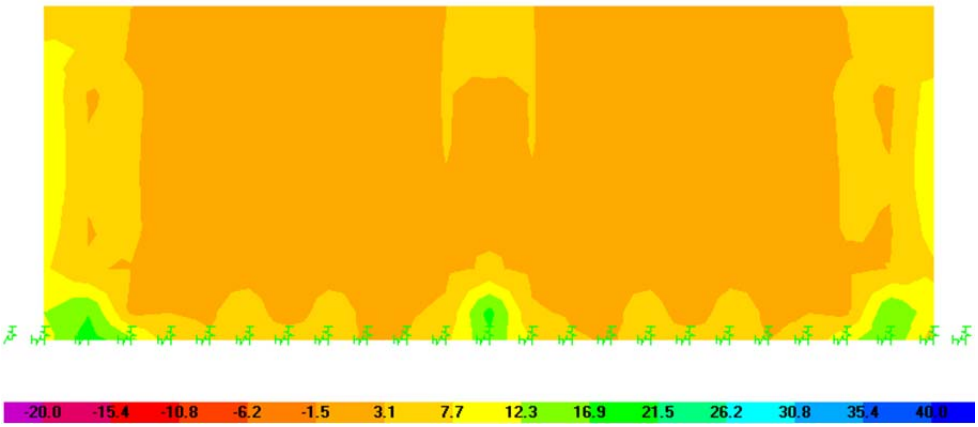


FIGURA 5-137 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

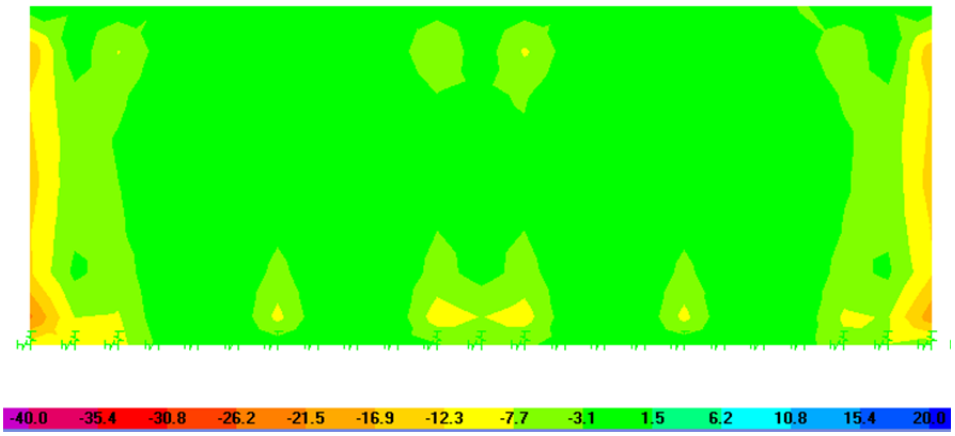


FIGURA 5-138 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

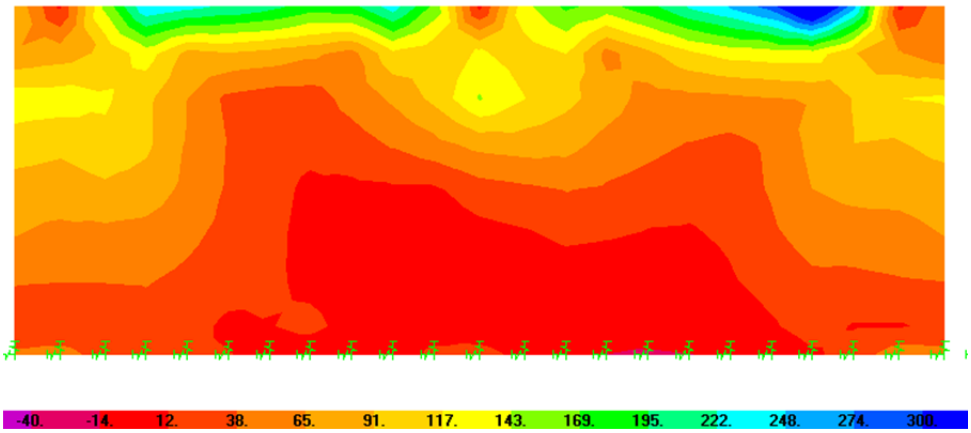


FIGURA 5-139 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

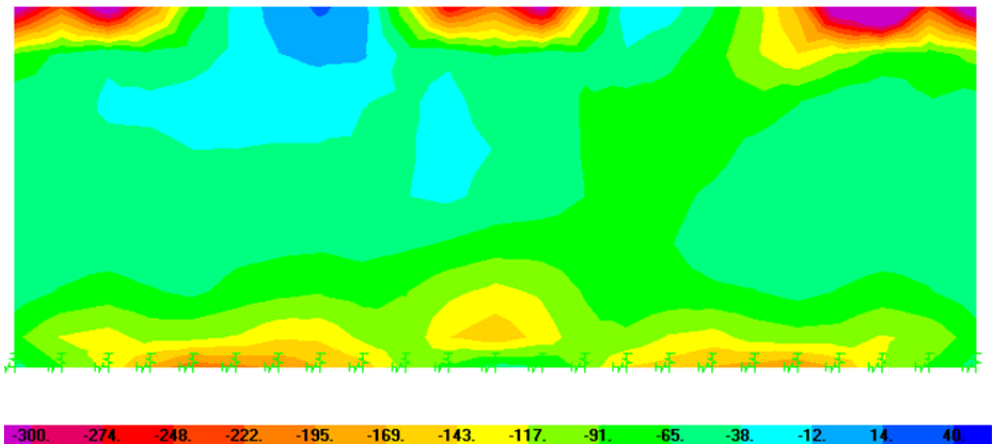


FIGURA 5-140 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setto D – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=534mm^2(θ12/500mm+ θ14/500mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	-100kN(comp.)	-8kNm	-57kNm	**7.12**
M_{max}	+110kN(tens.)	+5kNm	+36kNm	**7.20**
N_{max}	+110kN	-8kNm	-36kNm	**4.50**
N_{min}	-130kN	-8kNm	-60kNm	**7.50**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=710mm^2(θ16/500mm+ θ14/500mm), H1=0.442m, H2=0.058m in corrispondenza di parete E				
M_{min}	+110kN	-22kNm	-106kNm	**4.81**
M_{max}	+110kN	+15kNm	+106kNm	**7.07**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m, solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+200kN	-20kNm	-139kNm	**6.95**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+280kN	-6kNm	-57kNm	**9.50**

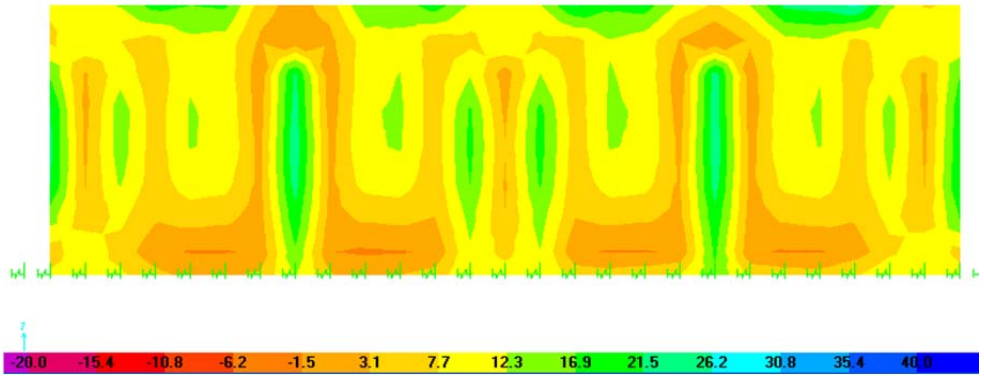


FIGURA 5-141 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

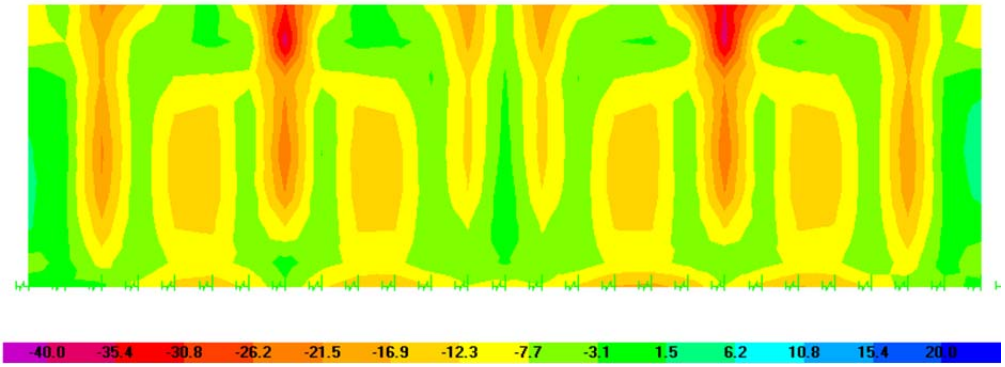


FIGURA 5-142 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

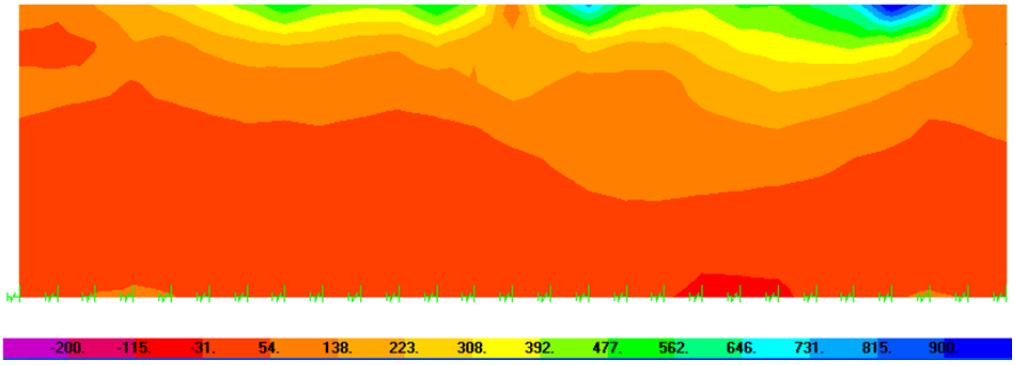


FIGURA 5-143 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

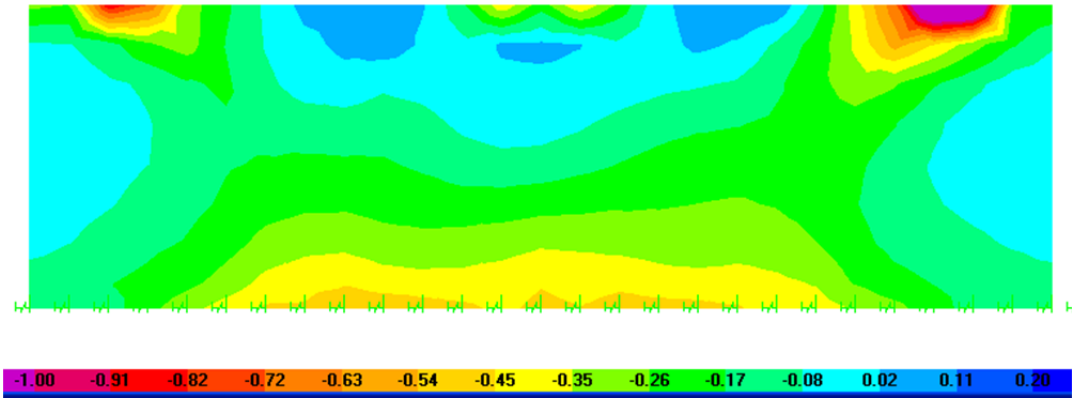


FIGURA 5-144 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Parete E – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.442m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+120kN(tens)	-25kNm	-120kNm	**4.80**
M_{max}	+120kN(tens.)	+23kNm	+120kNm	**5.22**
N_{min}	-460kN(comp)	+25kNm	+239kNm	**9.56**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1884mm^2(θ20/250+ θ20/500mm), H1=0.440m, H2=0.06m				
N_{max}	+850kN(tens.)	+40kNm	+146kNm	**3.65**

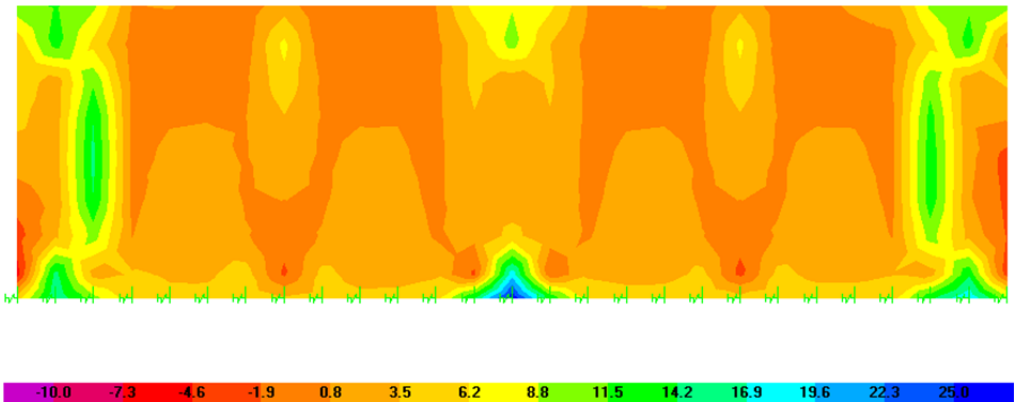


FIGURA 5-145 - SETTO FILO F - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

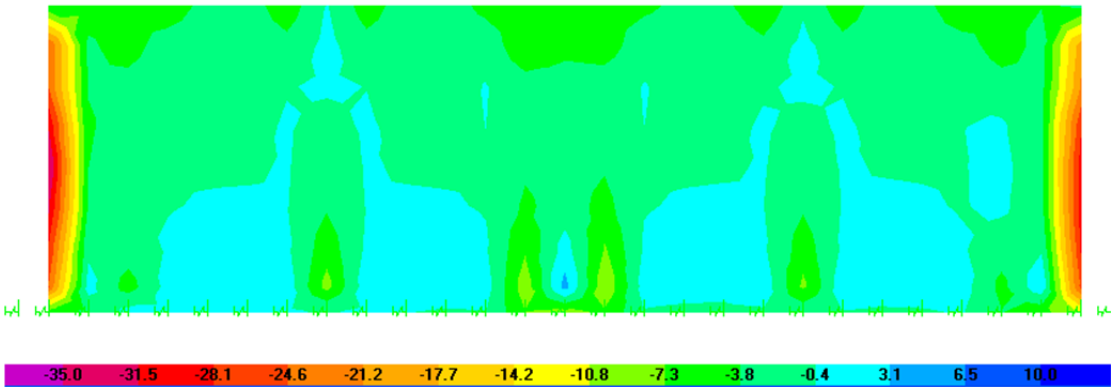


FIGURA 5-146 - SETTO FILO F - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

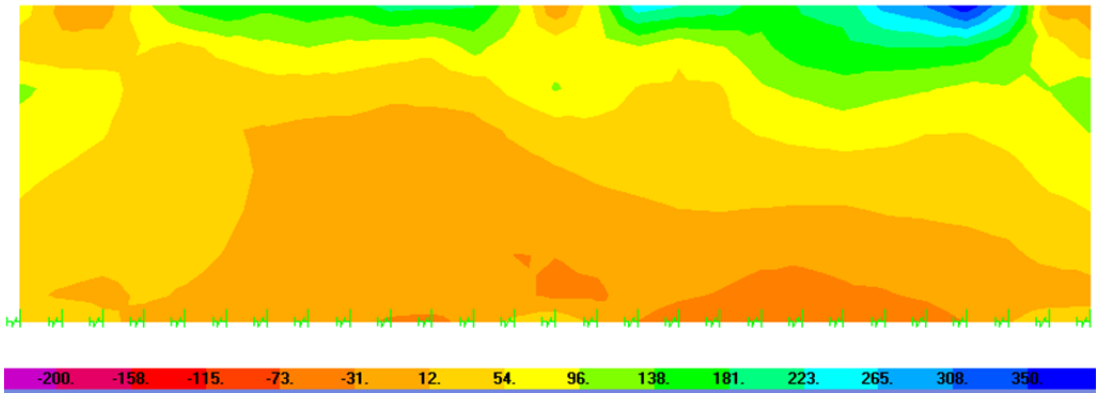


FIGURA 5-147 - SETTO FILO F - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

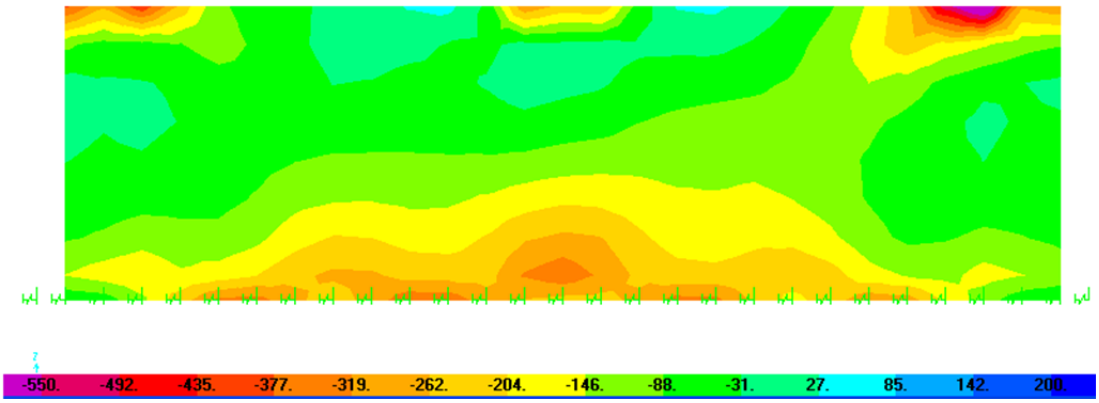


FIGURA 5-148 - SETTO FILO F - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setto F – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+50kN(tens)	-10kNm	-49kNm	**4.9**
M_{max}	+50kN	+14kNm	+49kNm	**3.5**

N_{min}	-500kN(comp.)	+14kNm	+95kNm	**6.8**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	+50kN	-35kNm	-103kNm	**2.94**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1018mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+280kN	+14kNm	+58kNm	**4.14**

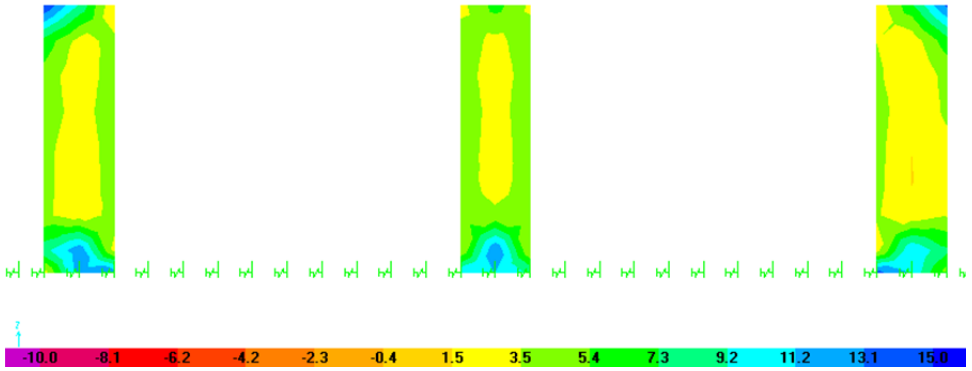


FIGURA 5-149 - SETTO FILO F/G - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

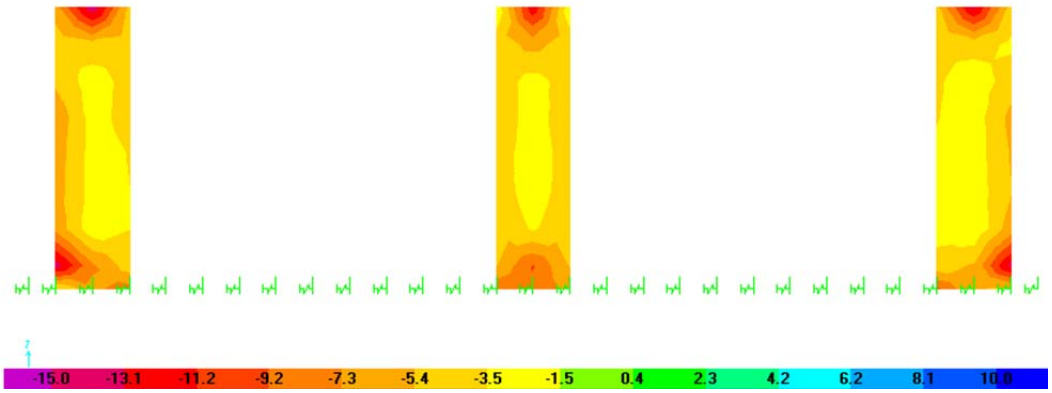


FIGURA 5-150 - SETTO FILO F/G - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

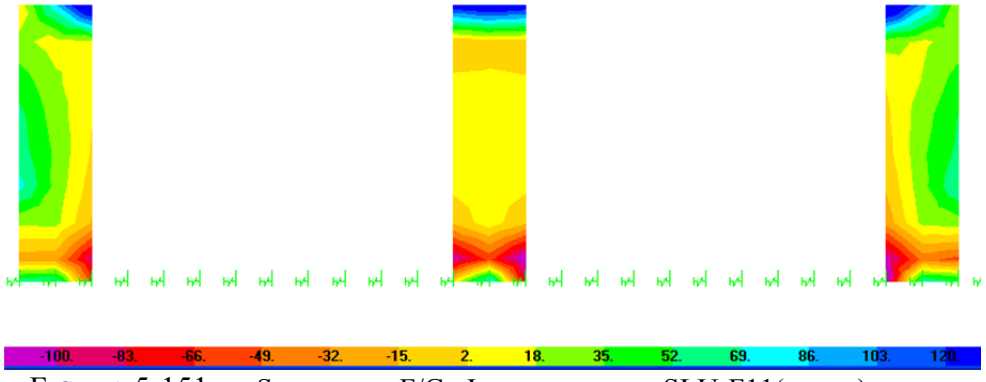


FIGURA 5-151 - SETTO FILO F/G - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

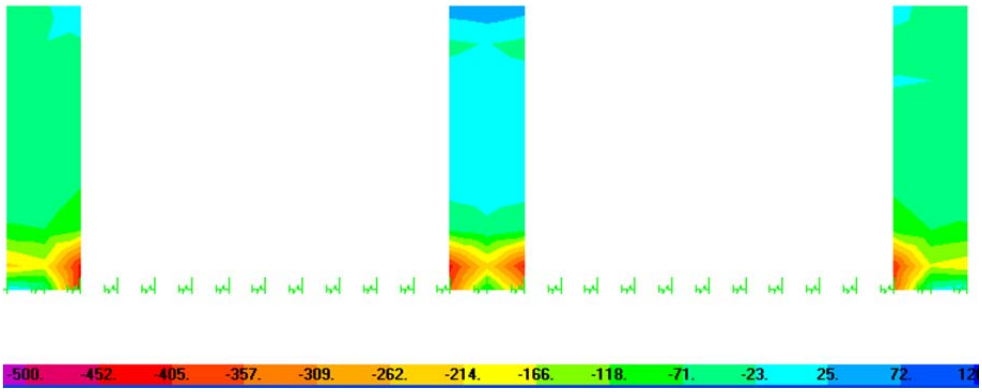


FIGURA 5-152 - SETTO FILO F/G - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setti fra F/G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ12/250mm), H1=0.444m, H2=0.056m in corrispondenza della parete A				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
M_{min}	-40kN	-10kNm	-89kNm	**8.9**
M_{max}	-40kN	+11kN	+89kNm	**8.1**
N_{max}	+60kN	-10kNm	-78kNm	**7.8**
N_{min}	-400kN	+11kNm	+122kNm	**11.1**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
N_{max}	+120kN	+11kNm	+87kNm	**7.90**

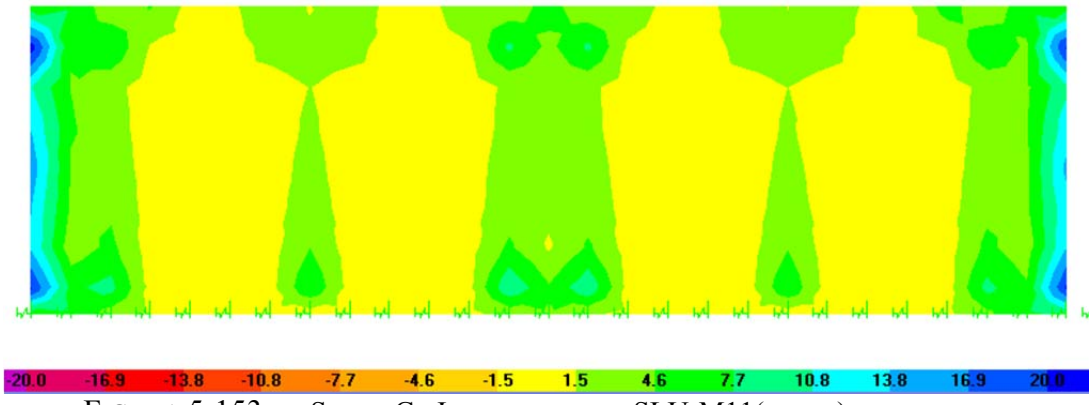


FIGURA 5-153 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLU-M11(SISMA)

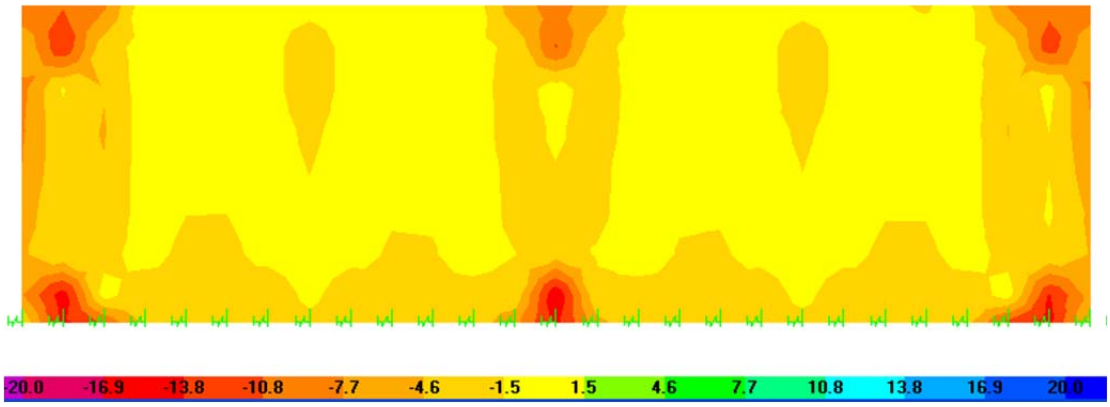


FIGURA 5-154 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLU-M11(SISMA)

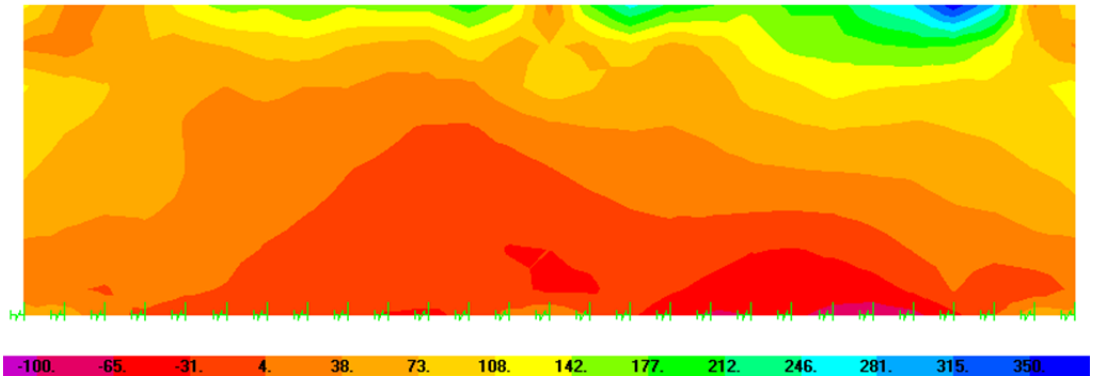


FIGURA 5-155 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLU-F11(SISMA)

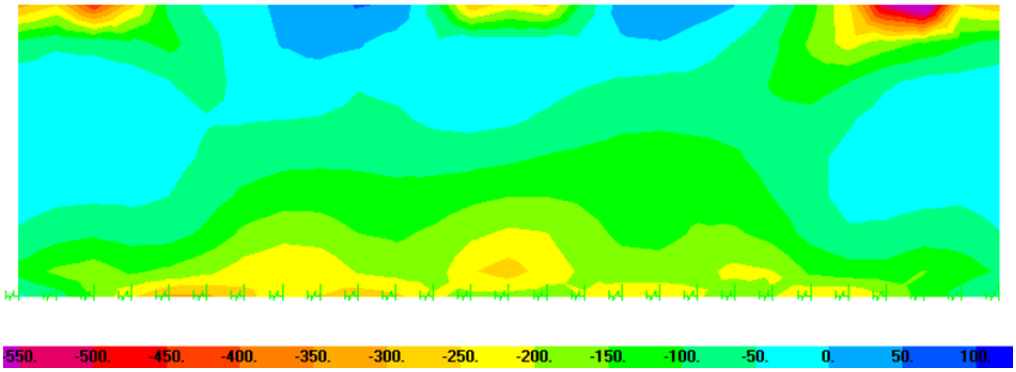


FIGURA 5-156 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLU-F11(SISMA)

Setto G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLU sisma				
Da 0 a +4.50				
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(ϕ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
M_{min}	+80kN	-15kNm	-96kNm	**6.4**
M_{max}	+80kN	+18kNm	+96kNm	**5.3**
N_{min}	-260kN	+18kNm	-169kNm	**9.4**

B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
M_{min}	+60kN	-8kNm	-48kNm	**6.00**
M_{max}	+60kN	+7kNm	+48kNm	**6.86**
N_{min}	-220kN	+7kNm	+74kNm	**10.6**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
N_{max}	+290kN	+7kNm	+39kNm	**5.57**

5.4.4.2 Verifica a taglio - fase sismica

Di seguito si riportano i diagrammi di taglio per le pareti e setti in fase sismica.

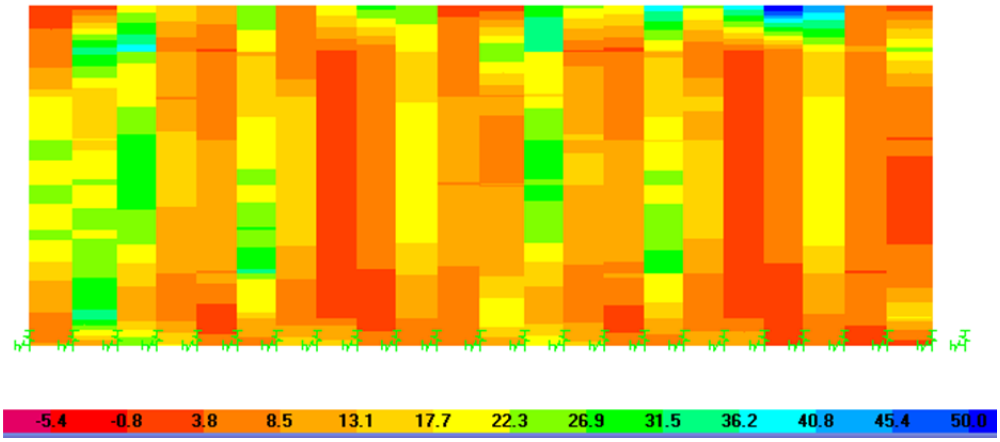


FIGURA 5-157 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-V13(SISMA)

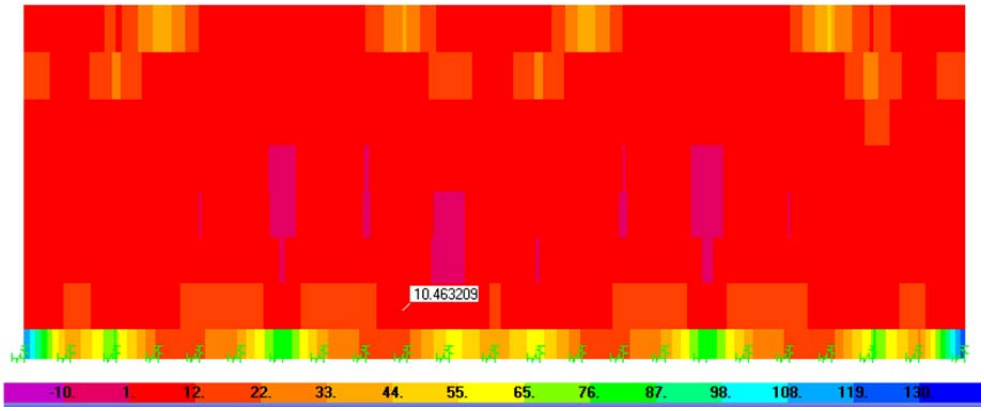


FIGURA 5-158 - PARETE A - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

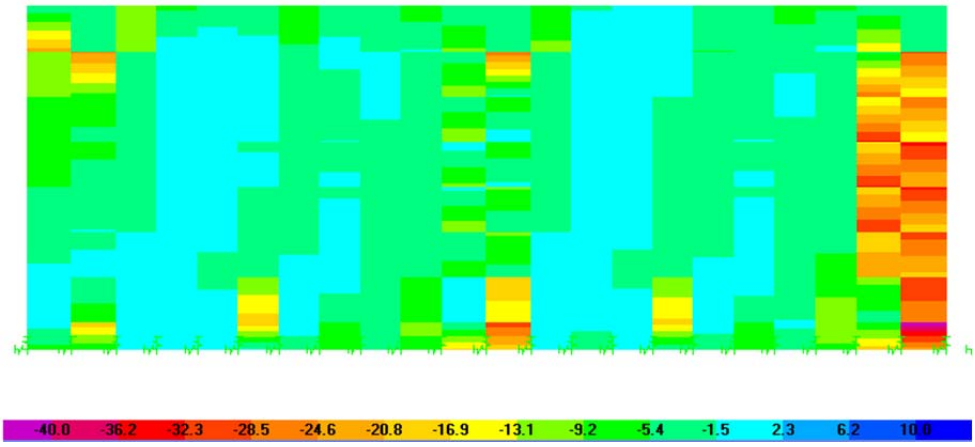


FIGURA 5-159 - PARETE B - INVILUPPO SLU-V13(SISMA)

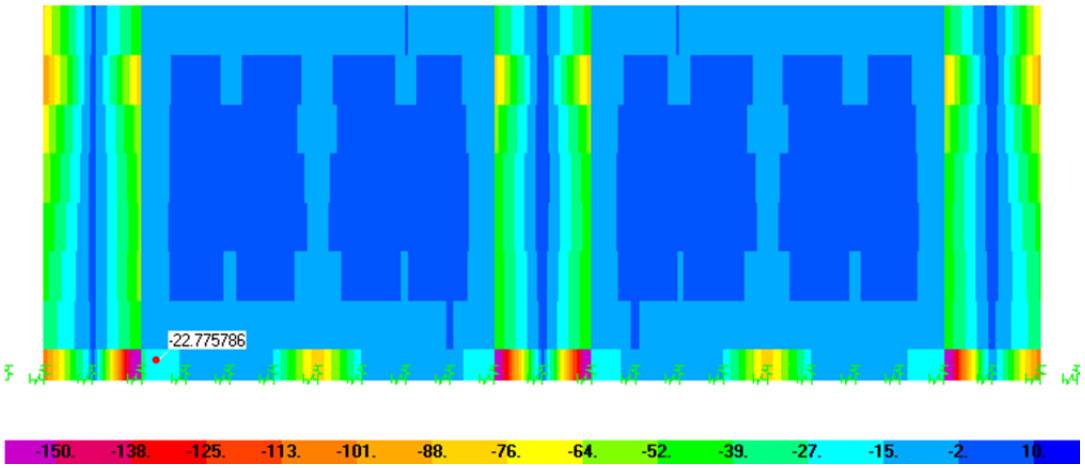


FIGURA 5-160 - PARETE B - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

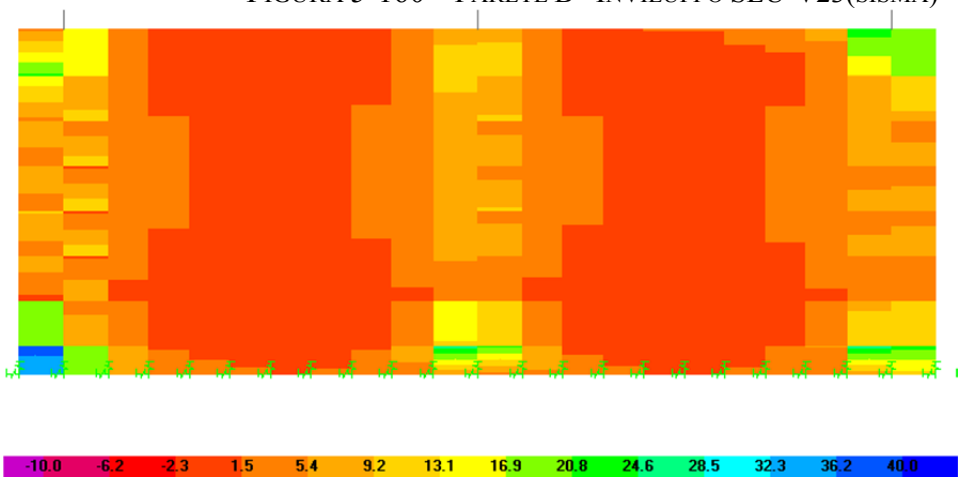


FIGURA 5-161 - PARETE C - INVILUPPO SLU-V13(SISMA)

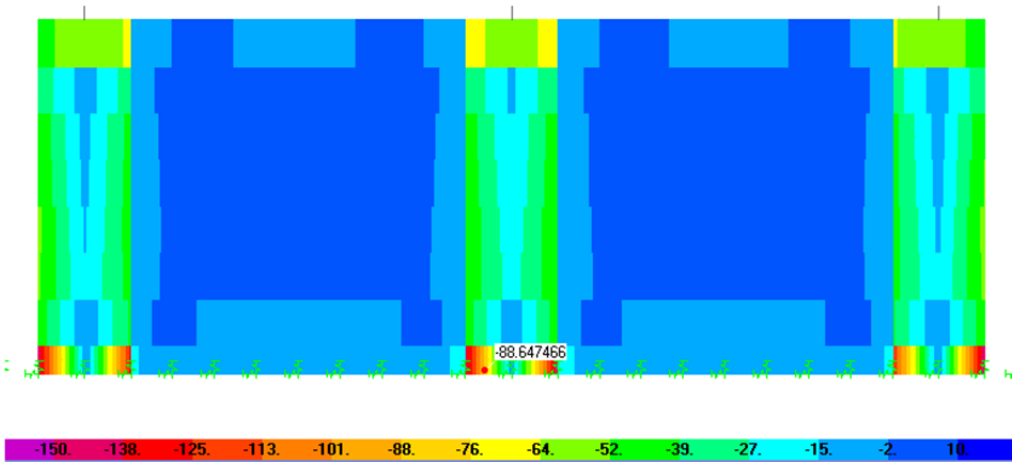


FIGURA 5-162 - PARETE C - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

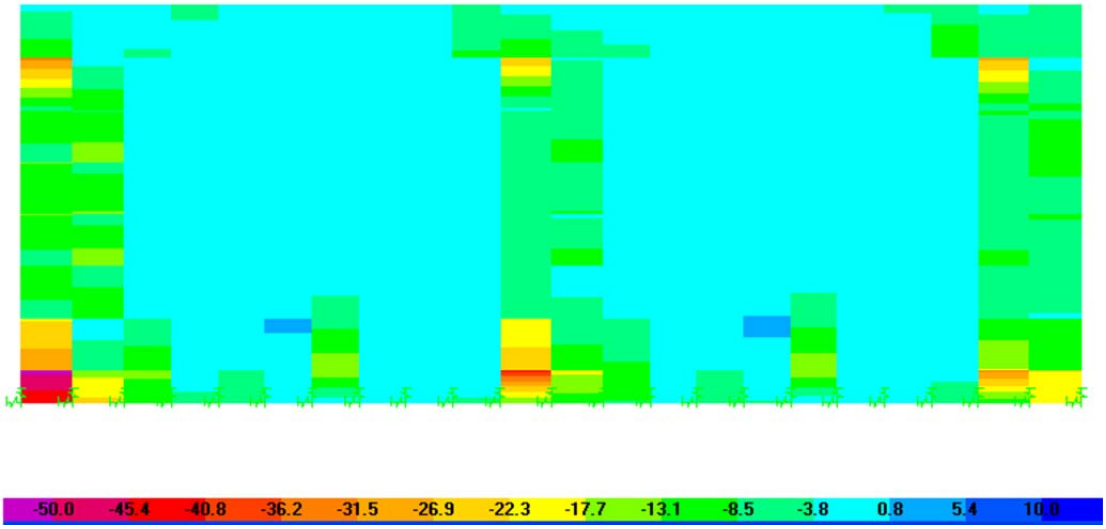


FIGURA 5-163 - PARETE D - INVILUPPOSLU-V13(SISMA)

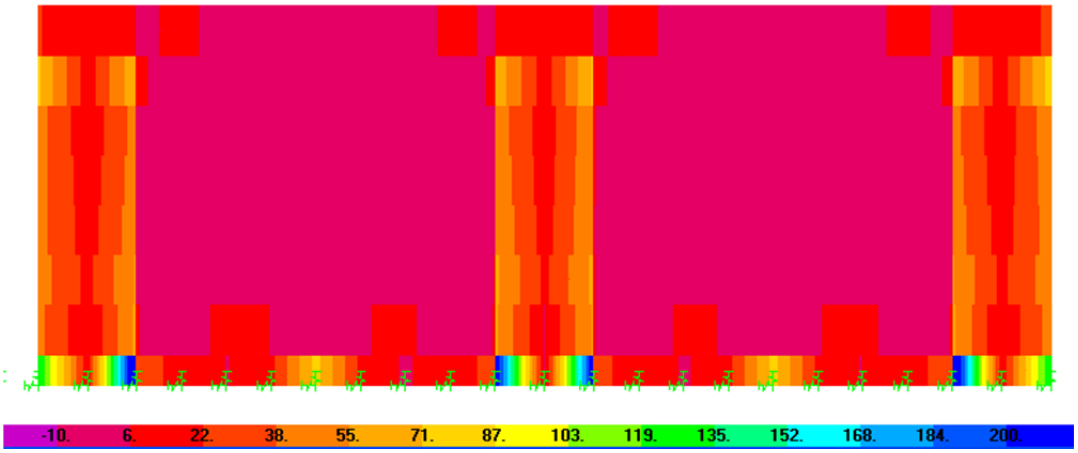


FIGURA 5-164 - PARETE D - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

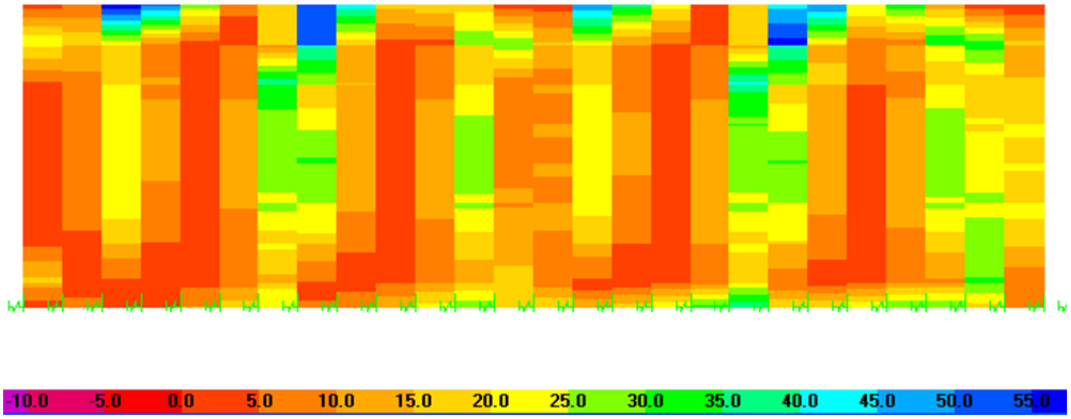


FIGURA 5-165 - PARETE E - INVILUPPO SLU-V13(SISMA)

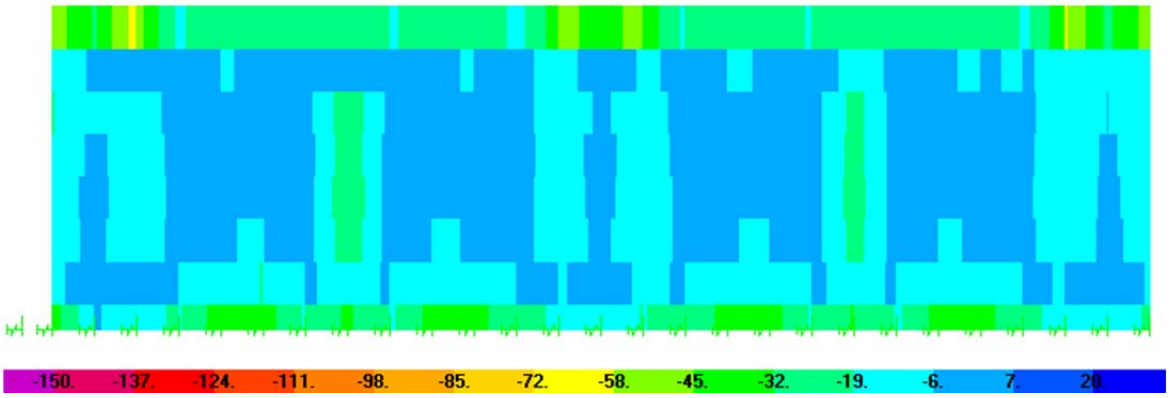


FIGURA 5-166 - PARETE E - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

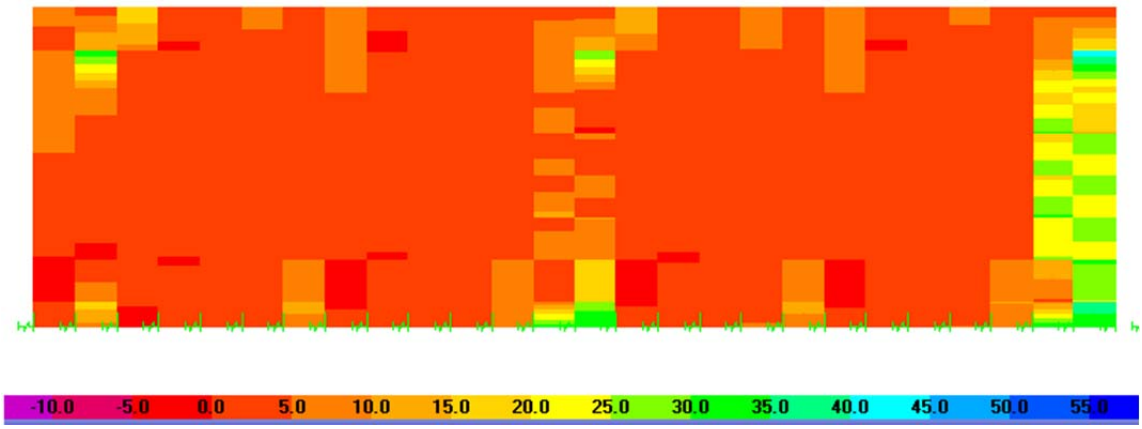


FIGURA 5-167 - PARETE F - INVILUPPO SLU-V13(SISMA)

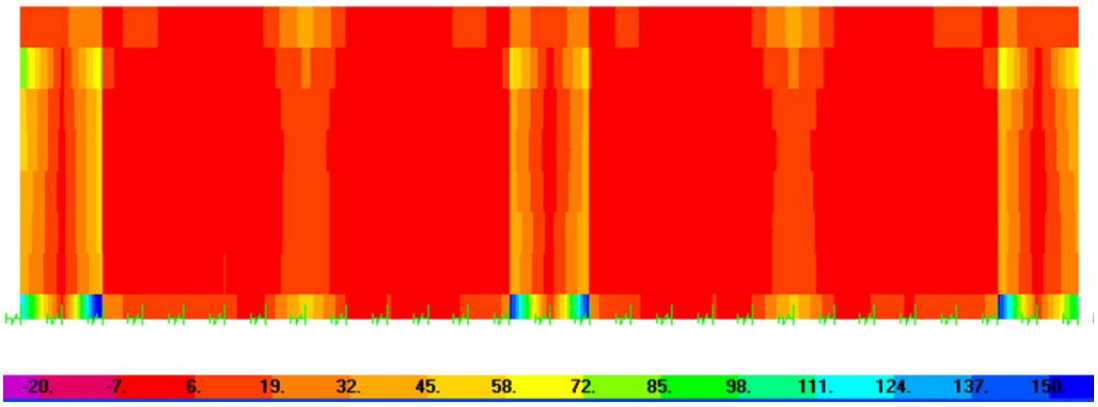


FIGURA 5-168 - PARETE F - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

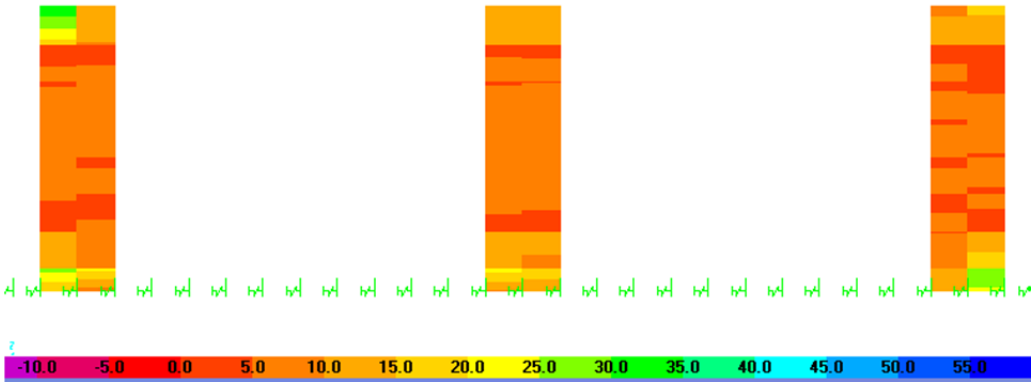


FIGURA 5-169 - PARETE F/G - INVILUPPO MAX SLU-V13(SISMA)

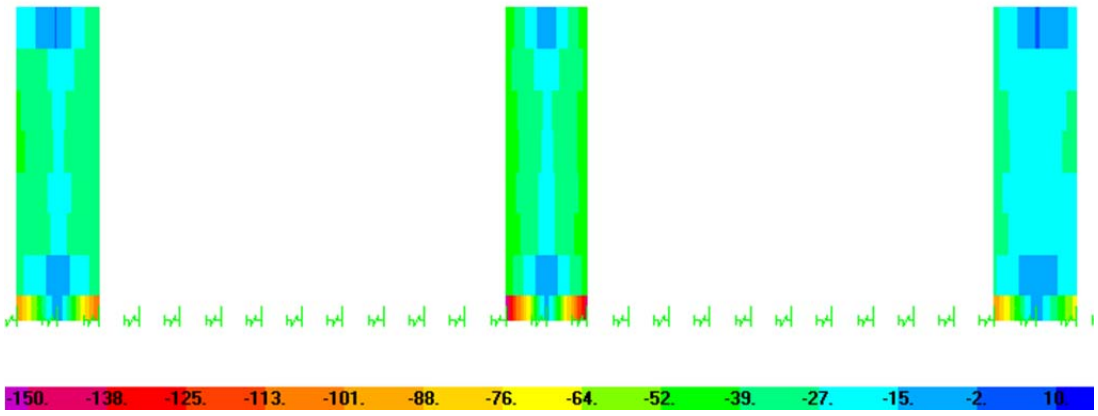


FIGURA 5-170 - PARETE F/G - INVILUPPO MAX SLU-V23(SISMA)

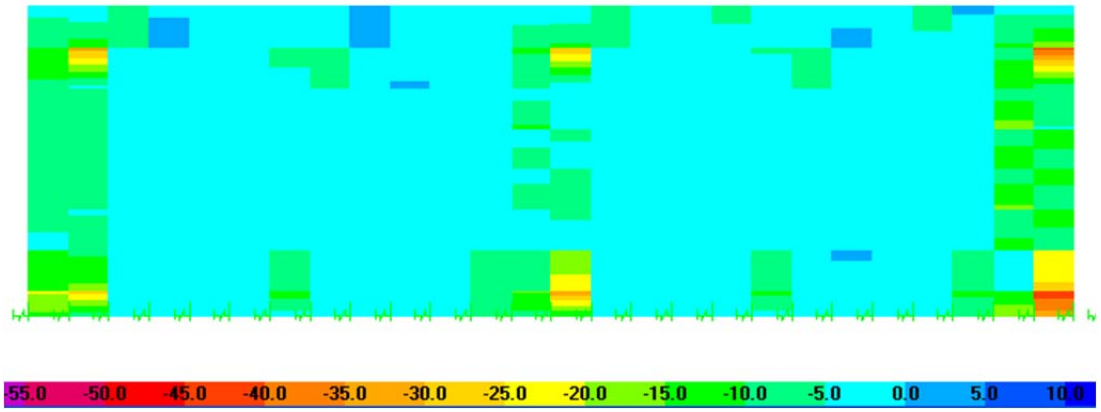


FIGURA 5-171 - PARETE G - INVILUPPO SLU-V13(SISMA)

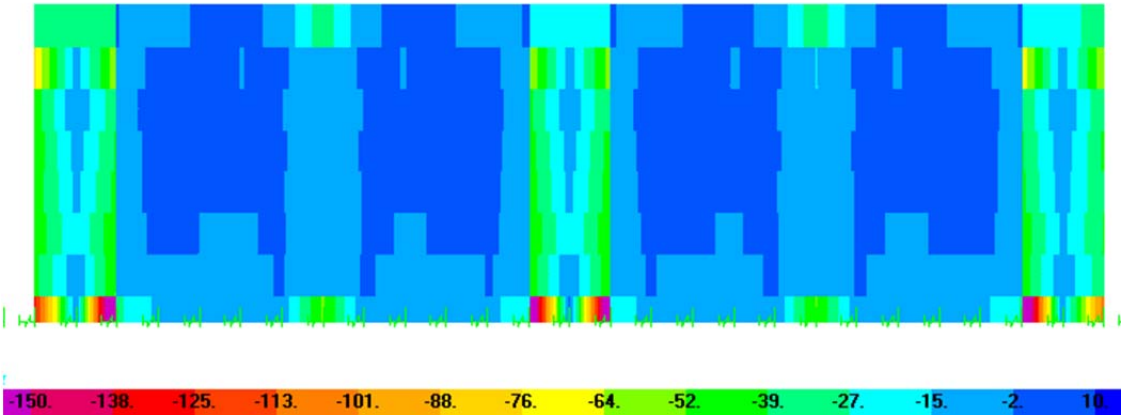


FIGURA 5-172 - PARETE G - INVILUPPO SLU-V23(SISMA)

Il taglio massimo è pari a 180kN/m valori al di sotto della resistenza a taglio del calcestruzzo non ordito a taglio sia per la parete dello spessore 50cm sia per i setti interno dello spessore di 25cm.

5.4.4.3 Verifica setti interni in fase sismica B7-B8(q-13)

Di seguito si esegue una verifica ulteriore per verificare l'adeguatezza dell'orditura dei setti interni in fase sismica.
I setti più sollecitati in fase sismica sono i setti C(per luce),setto D(per orditura) e i setti G (per sforzi).

Setto C:
Luce netta di 6.75m.

Spinta orizzontale in fase sismica:
con inerte:
0.15x[0.25x25(setto)+2x4.625x10.1(acqua)]=

0.15x99.7=14.95=15kN/m

Verifica orditura orizzontale:
M_{Sd}=15 x 6.75^2 / 12 = 54 kNm/m
B=1.0m H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250), H1=0.192m, H2=0.058m
M_{Rd}=+68kNm/m

Verifica orditura verticale (lastra 7.75/6.75=1.15 incastro quattro lati):
M_{Sd}=15 x 6.75^2 / 18.58 = 36.8 kNm/m
N_{Sd}=0.25x7.75x25=48.4kN/m(compression)
B=1.0m H=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200), H1=0.178m, H2=0.072m
M_{Rd}=55kNm/m

Verifica a taglio:
V_{Sd}=15 x 6.75 / 2 = 50.6 kNm/m

	Nsd	H	d1	A1	d2	A2	T	Crdc	k	fi1	fck	fcd	σ_c	k1	vmin	Vrd,c	Vrd,cmin	**VRD**
	[KN]	[mm]	[mm]	[mmq]	[mm]	[mmq]	(kN/m)									(kN)	(kN)	**(kN)**
Taglio setto	0	250	192	804	58	804	48	0.12	2.00	0.0042	35	19.8	0	0.15	0.59	113	112.45	**113**

Setto D:
Luce netta di 3.125m.

Spinta orizzontale in fase sismica:
con acqua:
0.15x[0.25x25(setto)+(4.625+2)x10.1(acqua)]=0.15x73.2=11kN/m

Verifica orditura orizzontale:
M_{Sd}=15 x 3.125^2 / 12 = 12.2 kNm/m
B=1.0m H=0.25m A1=A2=534mm^2(θ14/500+θ12/500), H1=0.193m, H2=0.057m
M_{Rd}=47.7kNm/m

Verifica orditura verticale (lastra 7.75/3.125=2.48 incastro quattro lati):
M_{Sd}=15 x 3.125^2 / 18.58 = 7.9 kNm/m
N_{Sd}=0.25x7.75x25=48.4kN/m(compression)
B=1.0m H=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200), H1=0.18m, H2=0.07m
M_{Rd}=55kNm/m

Verifica a taglio:
Già verificato per setto D

Setto G:

Luce netta di 4.625m.

Spinta orizzontale in fase sismica:
con acqua:
0.15x[0.25x25(setto)+(6.75+2)x10.1(acqua)]=
0.15x94.6=14.2kN/m

Verifica orditura orizzontale:
M_{Sd}= 14.2x4.625^2/12 = 25.3 kNm/m
B=1.0m H=0.25m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m
M_{Rd}=54kNm/m

Verifica orditura verticale (lastra 7.75/4.63=1.67 incastro quattro lati):
M_{Sd}=14.2 x 4.625^2 / 17.50 = 17.4 kNm/m
N_{Sd}=0.25x7.75x25=48.4kN/m(compression)
B=1.0m H=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200), H1=0.18m, H2=0.07m
M_{Rd}=55kNm/m

Verifica a taglio:
Già verificato per setto D

5.4.4.4 Monconi di ripresa – fase sismica

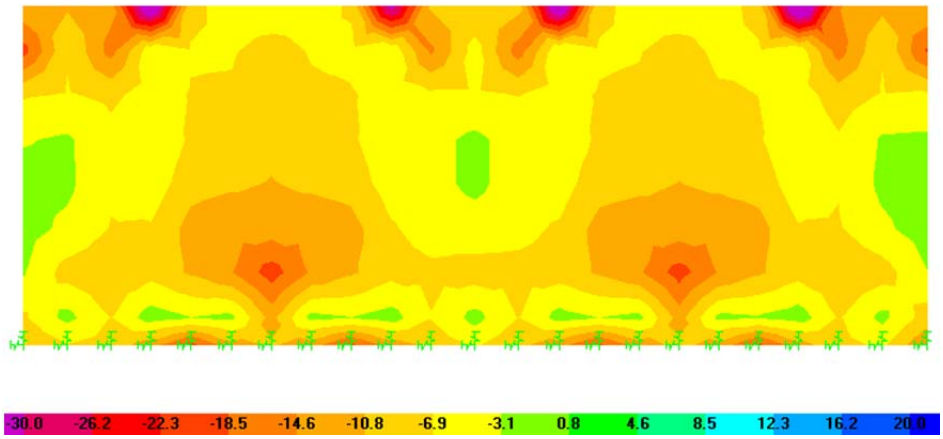


FIGURA 5-173 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

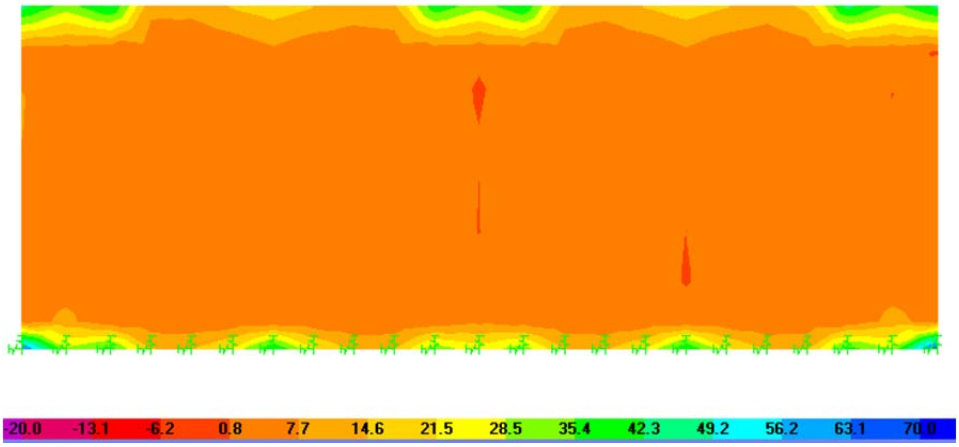


FIGURA 5-174 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

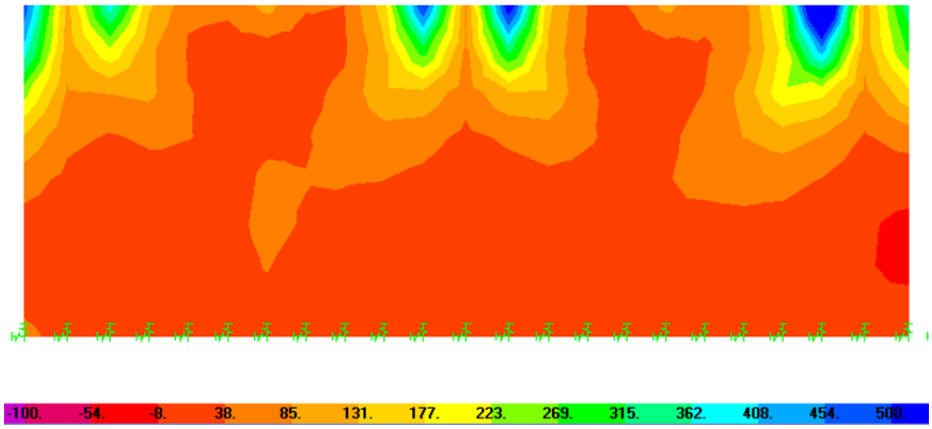


FIGURA 5-175 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

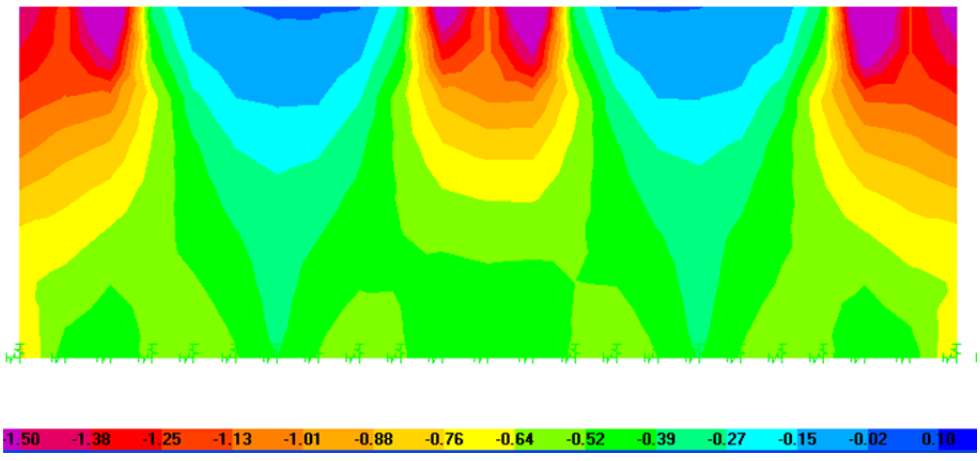


FIGURA 5-176 - PARETE A- INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

Parete A – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0mH=0.5m A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-630kN	-20kNm	-265kNm	**13.2**
M_{min}/N_{max}	+30kN	-20kNm	-127kNm	**6.35**
M_{max}/N_{max}	-50kN	+40kNm	+92kNm	**1.91**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-340kN	-40kNm	**-149kNm**	**3.73**
M_{min}/N_{max}	+40kN	-40kNm	**-63kNm**	**1.58**
M_{max}/N_{max}	+40kN	+20kNm	**+63kNm**	**3.15**

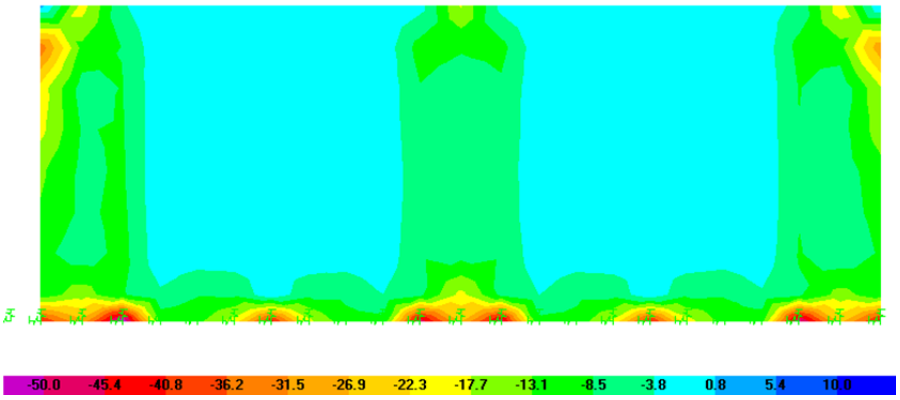


FIGURA 5-177 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

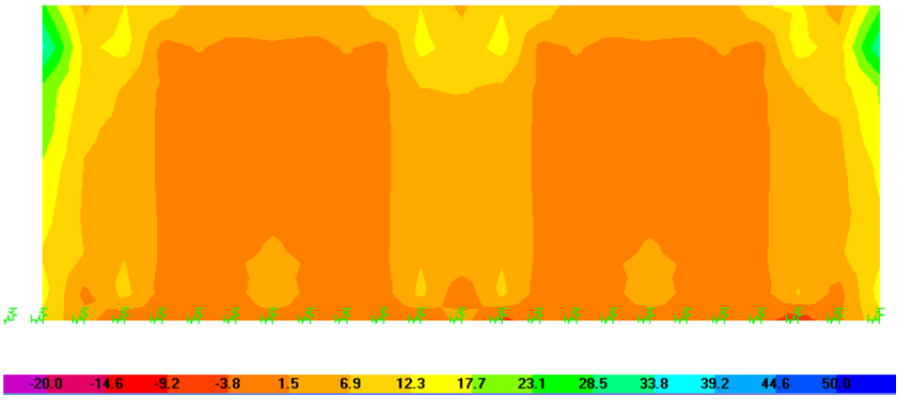


FIGURA 5-178 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

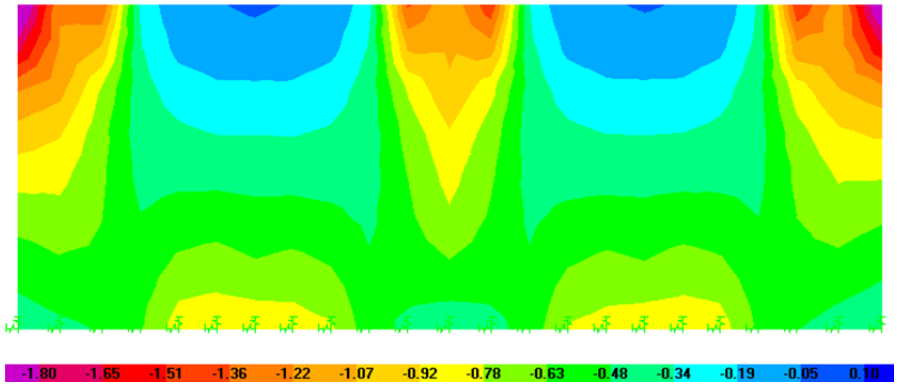


FIGURA 5-179 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

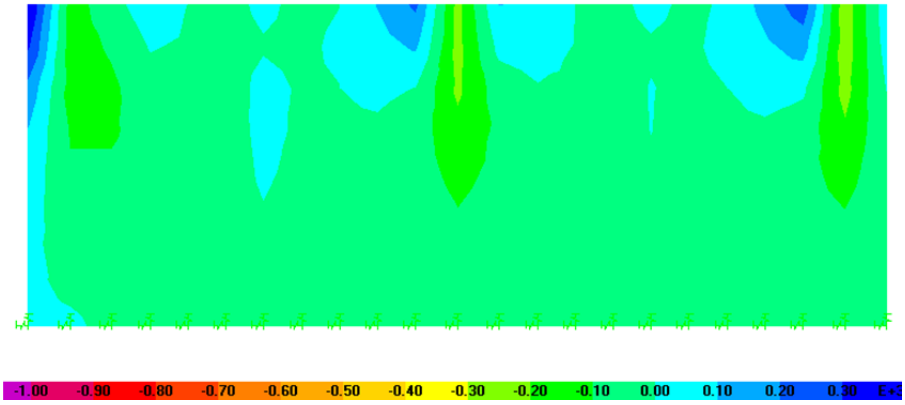


FIGURA 5-180 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setto B – ferri verticali - Verifiche agli SLU - sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
N_{min}	-900kN	-110kNm	-128kNm	**1.16**
M_{min}/N_{max}	-30kN	-40kNm	-68kNm	**1.70**
M_{max}/N_{max}	-30kN	+6kNm	-68kNm	**9.71**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	+13kN	+26kNm	-167kNm	**1.39**
Verticali correnti				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-1000kN	+14kNm	+126kNm	**9.0**
M_{min}/N_{max}	+140kN	-10kNm	-35kNm	**3.5**
M_{max}/N_{max}	+140kN	+2kNm	+35kNm	**2.5**

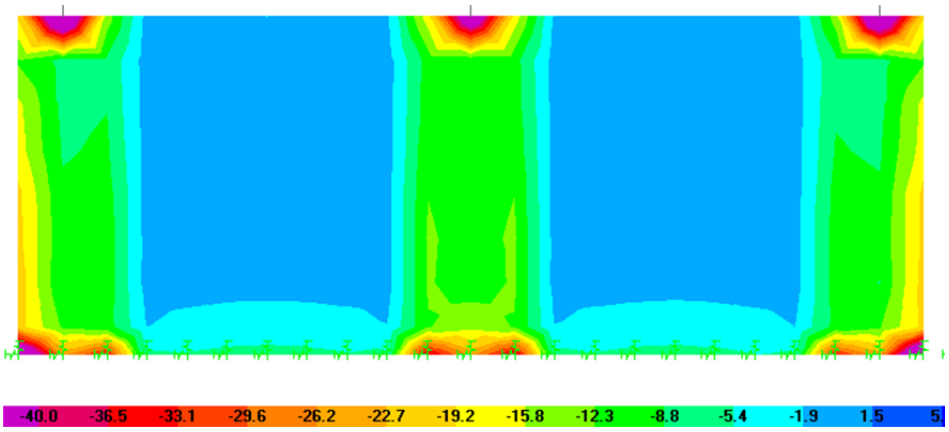


FIGURA 5-181 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

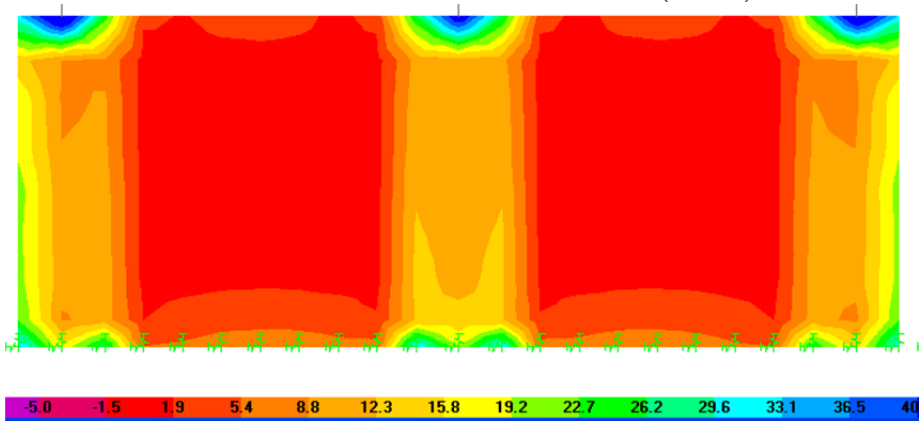


FIGURA 5-182 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

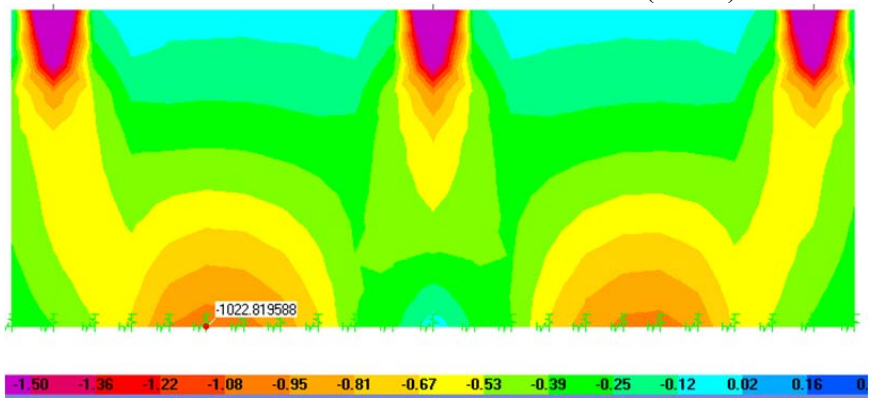


FIGURA 5-183 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

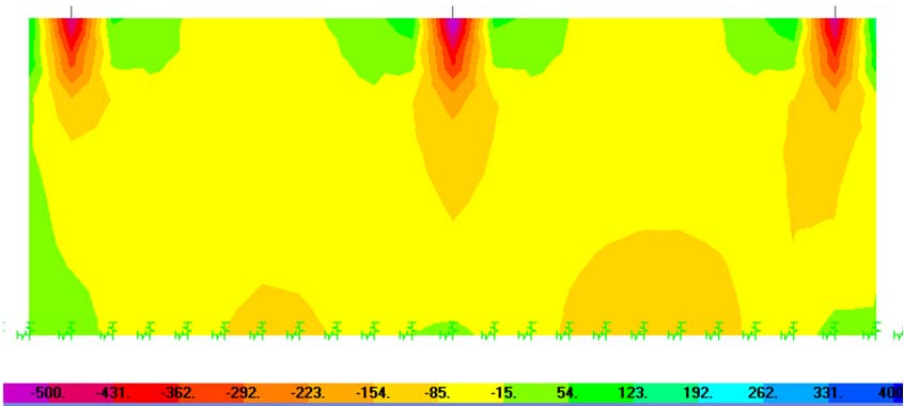


FIGURA 5-184 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setto C – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.18m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-1000kN	-6kNm	-126kNm	**21.0**
M_{min}/N_{max}	-40kN	-6kNm	-54kNm	**9.00**
M_{max}/N_{max}	-40kN	+5kNm	+54kNm	**10.8**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	+30kN	-35kNm	-134kNm	**3.83**
Verticali correnti				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-1300kN	+3kNm	+142kNm	**47.3**
M_{min}/N_{max}	+40kN	-3kNm	-46kNm	**15.3**
M_{max}/N_{max}	+40kN	+3kNm	+46kNm	**15.3**

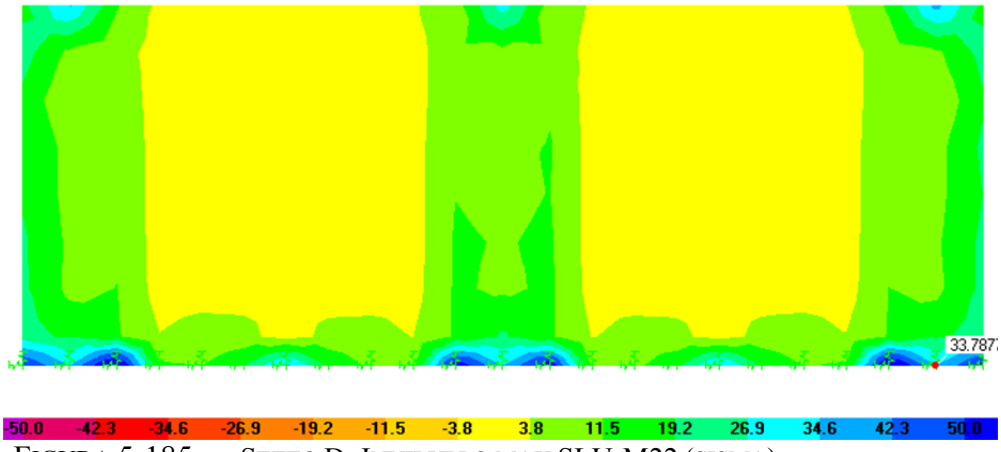


FIGURA 5-185 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

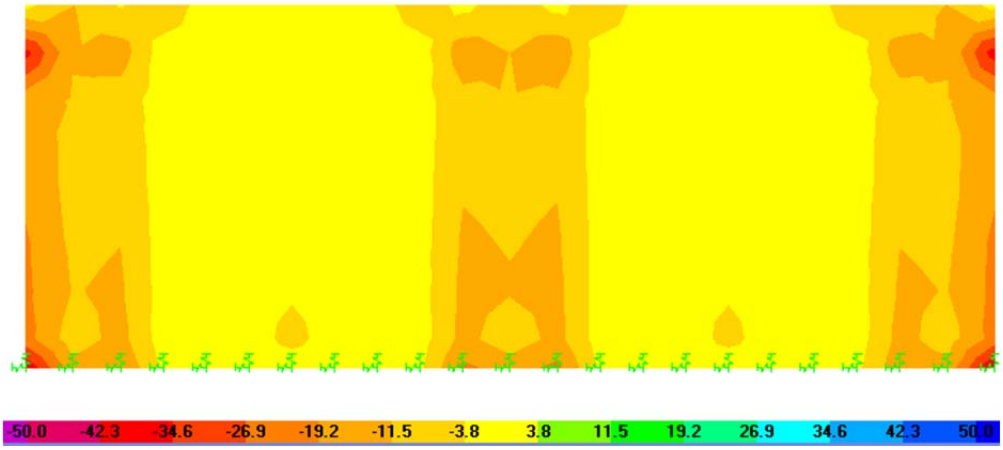


FIGURA 5-186 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

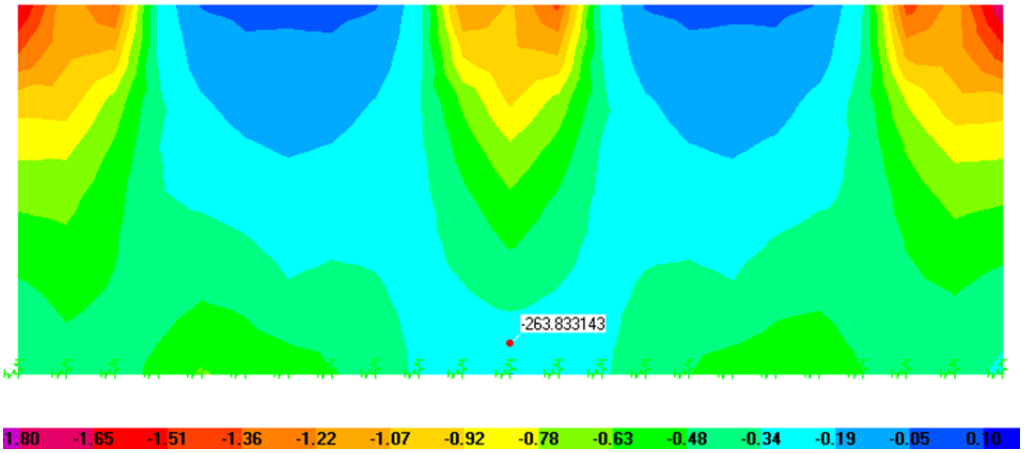


FIGURA 5-187 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

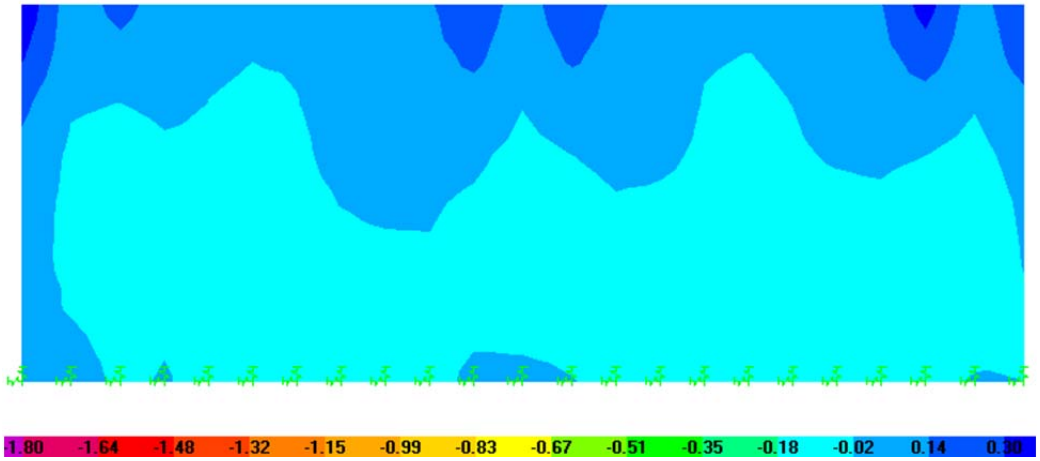


FIGURA 5-188 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setto D – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.18m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd} / M_{Sd}**
N_{min}	-560kN	+25kNm	+96kNm	**3.84**
M_{min}/N_{max}	-30kN	+13kNm	+53kNm	**4.08**
M_{max}/N_{max}	-30kN	+25kNm	+53kNm	**2.12**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	+10kN	+45kNm	+139kNm	**3.09**
Verticali correnti				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-150kN	+12kNm	+65kNm	**5.41**
M_{min}/N_{max}	+180kN	-8kNm	-31kNm	**3.88**
M_{max}/N_{max}	+180kN	+12kNm	+42kNm	**3.50**

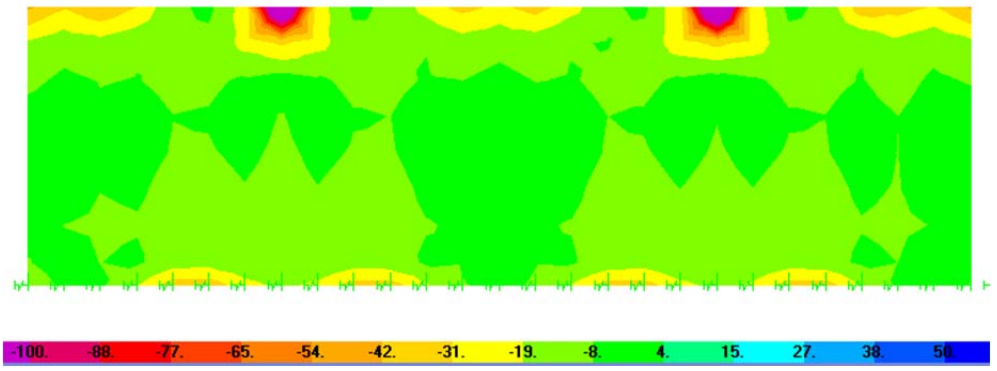


FIGURA 5-189 - PARETE E- INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

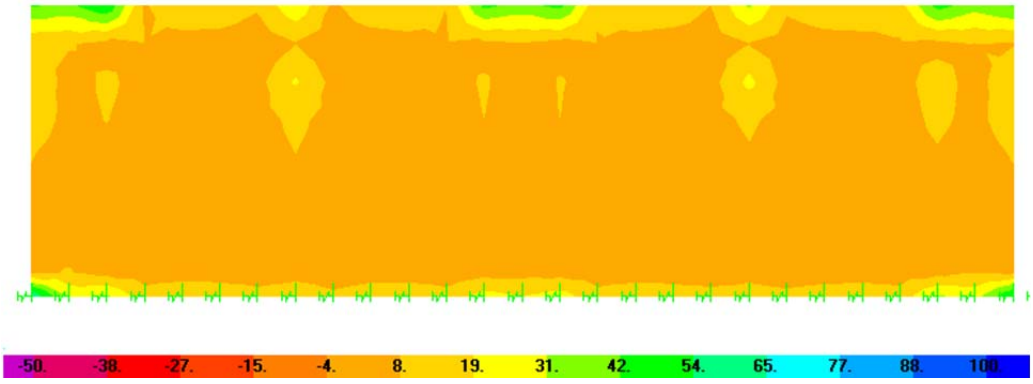


FIGURA 5-190 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

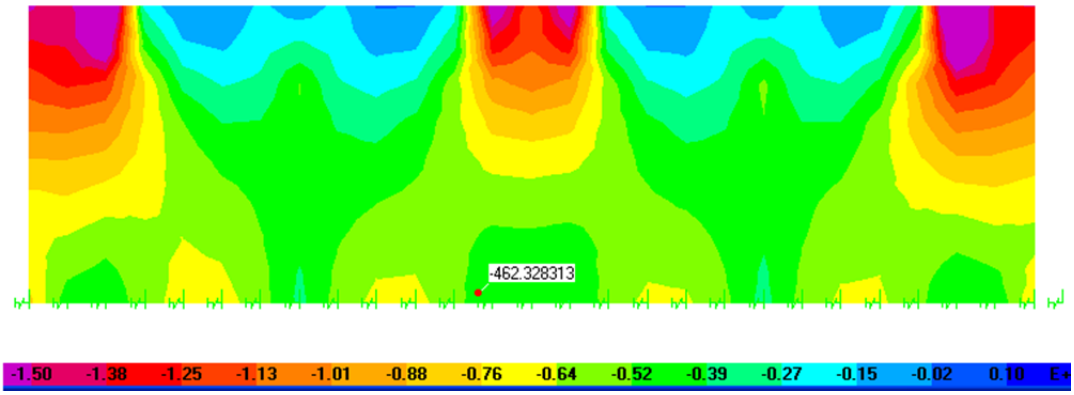


FIGURA 5-191 - PARETE E - INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

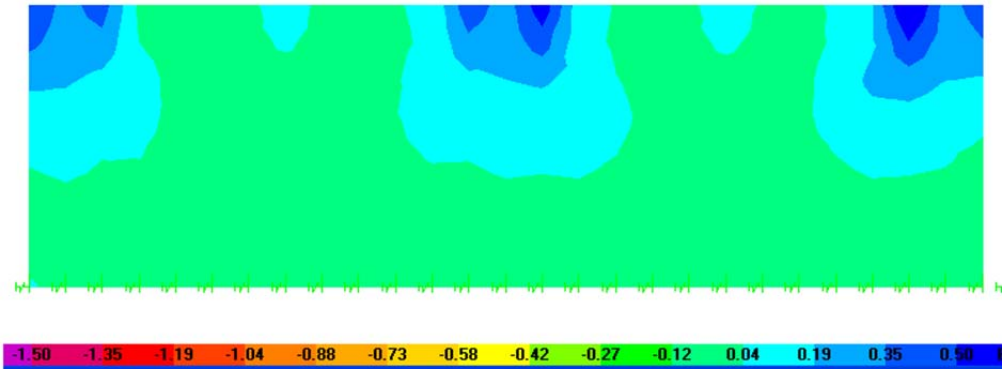


FIGURA 5-192 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Parete E – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0m,H=0.5m,A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-680kN	-33kNm	-275kNm	**8.33**
M_{min}/N_{max}	-40kN	-33kNm	-149kNm	**4.51**
M_{max}/N_{max}	-40kN	+30kNm	+149kNm	**4.97**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-86kN	+20kNm	**+92kNm**	**4.60**
M_{min}/N_{max}	+185kN	-19kNm	**-28kNm**	**1.47**
M_{max}/N_{max}	+185kN	+20kNm	**+28kNm**	**1.40**

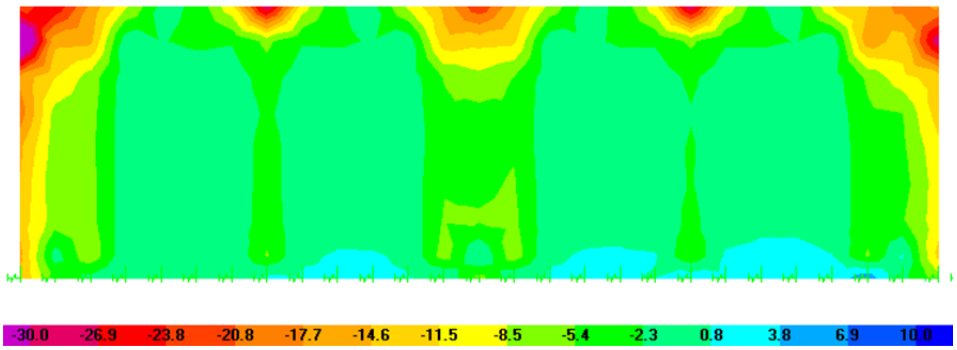


FIGURA 5-193 - SETTO F- INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

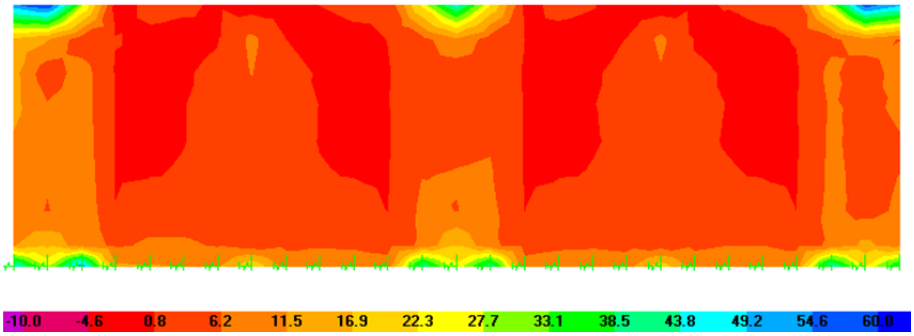


FIGURA 5-194 - SETTO F- INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

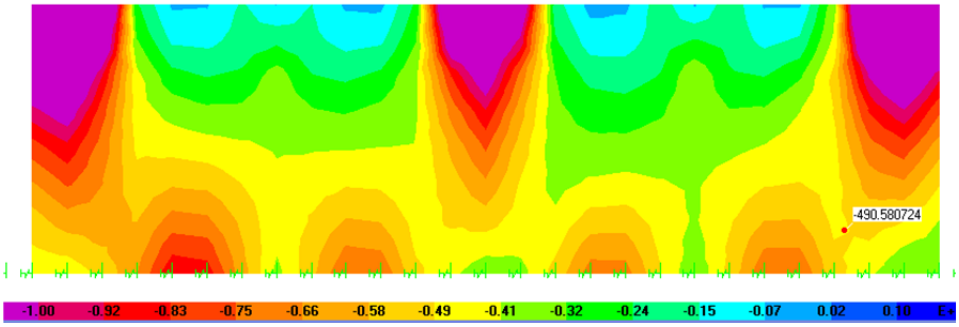


FIGURA 5-195 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

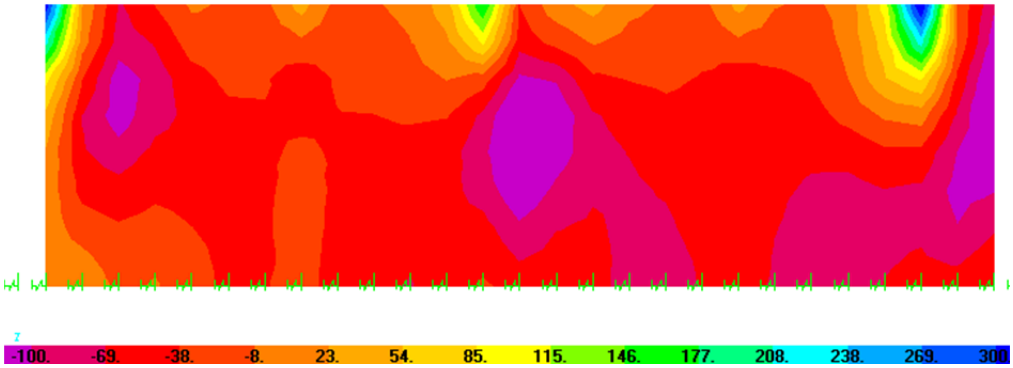


FIGURA 5-196 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setto F – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/M_{Sd}**
N_{min}	-800kN	+20kNm	+122kNm	**6.10**
M_{min}/N_{max}	-15kN	+2kNm	+67kNm	**33.5**
M_{max}/N_{max}	-15kN	+20kNm	+67kNm	**3.35**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0m,H=0.50m,A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	+13kN	+36kNm	+138kNm	**3.83**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-1000kN	+12kNm	+126kNm	**10.5**
M_{min}/N_{max}	+100kN	-12kNm	-39kNm	**3.25**
M_{max}/N_{max}	+100kN	+12kNm	+39kNm	**3.25**

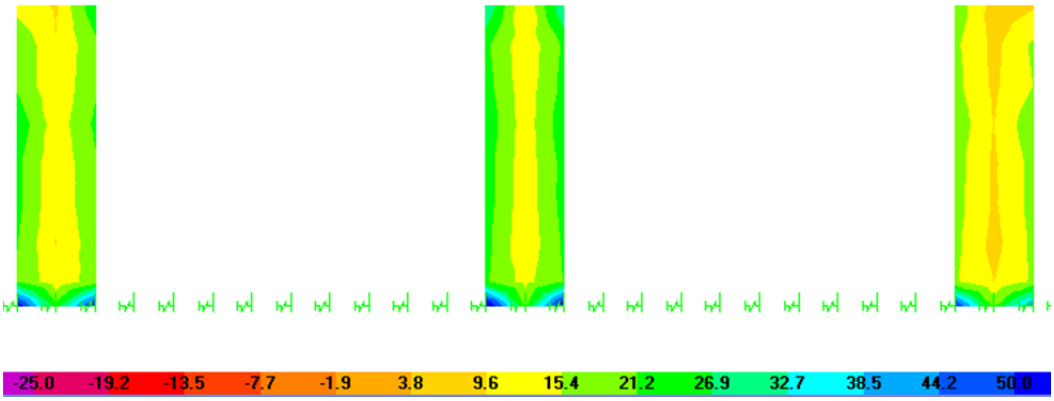


FIGURA 5-197 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

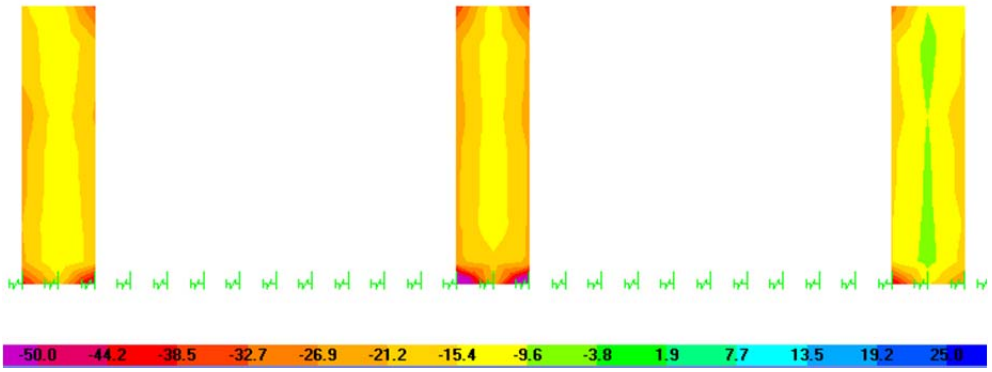


FIGURA 5-198 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

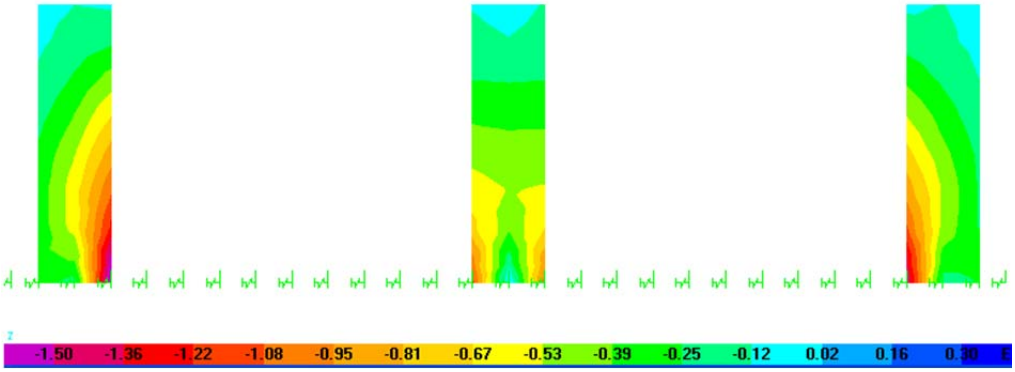


FIGURA 5-199 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

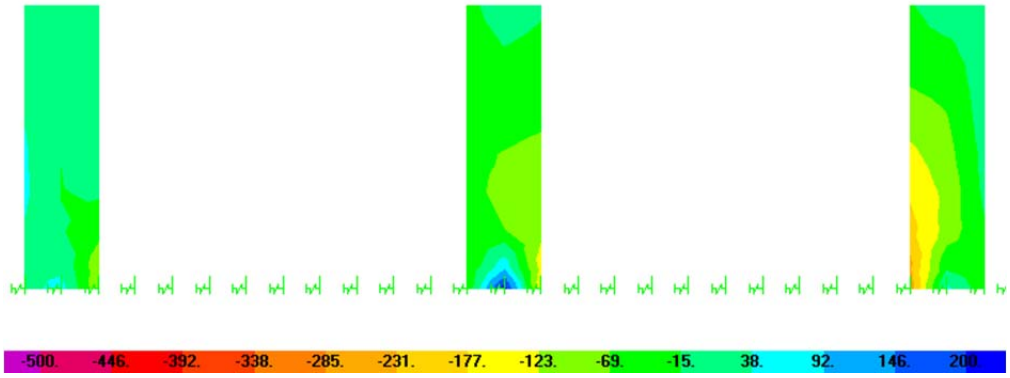


FIGURA 5-200 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setti fra F/G – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.430m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd}/ M_{Sd}**
N_{min}	-1300kN	-40kNm	-360kNm	**9.00**
M_{min}/N_{max}	+110kN	-40kNm	-80kNm	**2.00**
M_{max}/N_{max}	+110kN	+40kNm	+80kNm	**2.00**

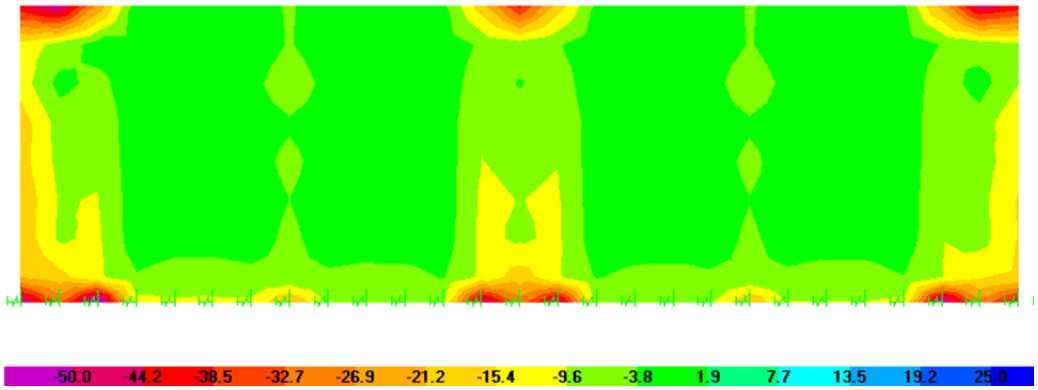


FIGURA 5-201 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLU-M22 (SISMA)

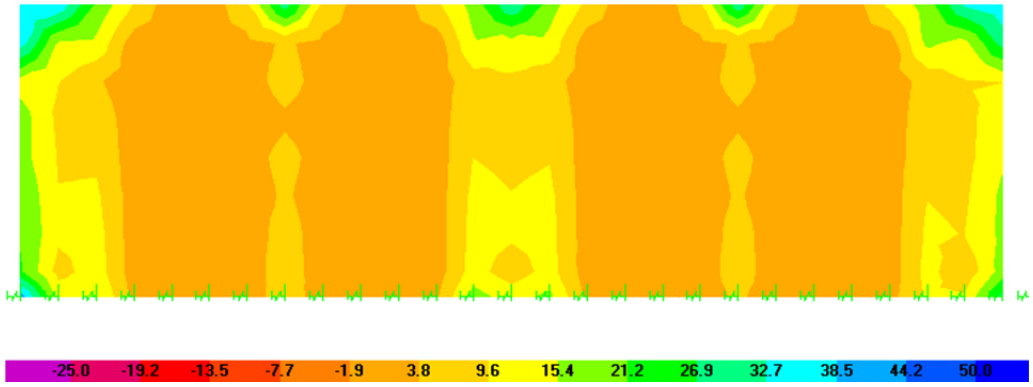


FIGURA 5-202 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLU-M22 (SISMA)

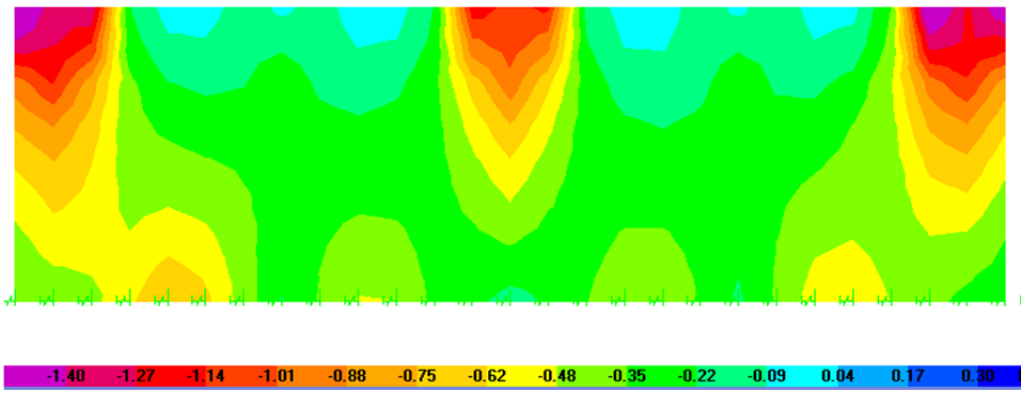


FIGURA 5-203 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLU-F22 (SISMA)

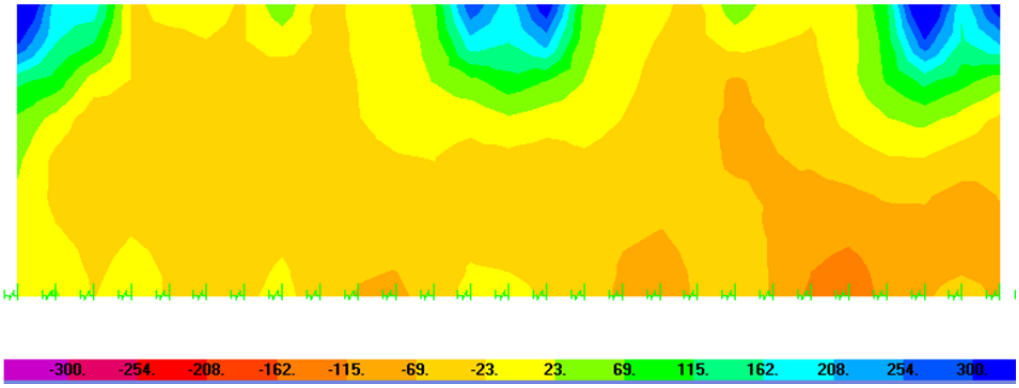


FIGURA 5-204 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLU-F22 (SISMA)

Setto G – ferri verticali - Verifiche agli SLU sisma				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	M_{Rd}	**M_{Rd} / M_{Rd}**
N_{min}	-700kN	-16kNm	-116kNm	**7.25**
N_{max}/M_{min}	-90kN	-16kNm	-74kNm	**4.63**
N_{max}/M_{max}	-30kN	-30kNm	-68kNm	**2.27**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{max}/M_{min}	+10kN	-45kNm	-139kNm	**3.09**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-700kN	-25kNm	-106kNm	**4.24**
N_{max}/M_{min}	+160kN	-25kNm	-33kNm	**1.32**
N_{max}/M_{max}	+160kN	+10kNm	+33kNm	**3.30**

[redacted]Verifiche ferri orizzontali agli SLE (combinazioni frequenti)

Di seguito si riportano le verifiche del cemento armato del fusto del cassone per i stati limiti d'esercizio combinazioni frequenti.

Per la verifica del orditura orizzontale del fusto si considerano le combinazioni di carico d'esercizio riportati in precedenza.

Di seguito si riportano gli inviluppi degli momenti degli pareti e setti.

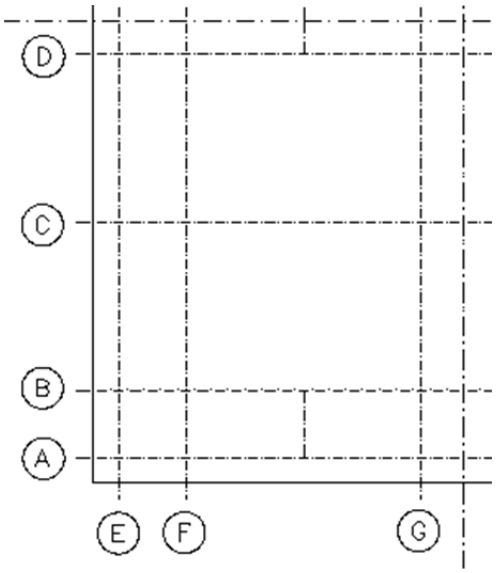


FIGURA 5-205 - PIANTA CHIAVE PARETI E SETTI

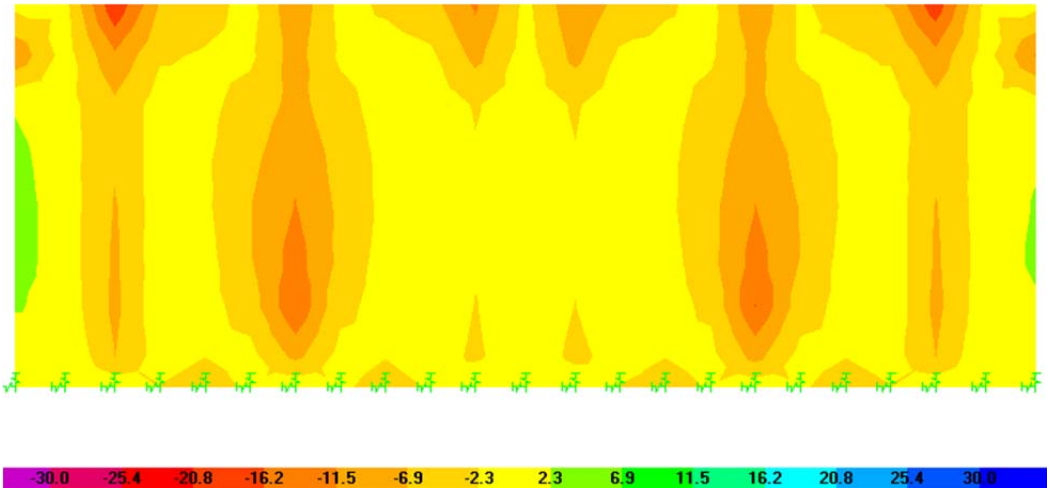


FIGURA 5-206 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M11

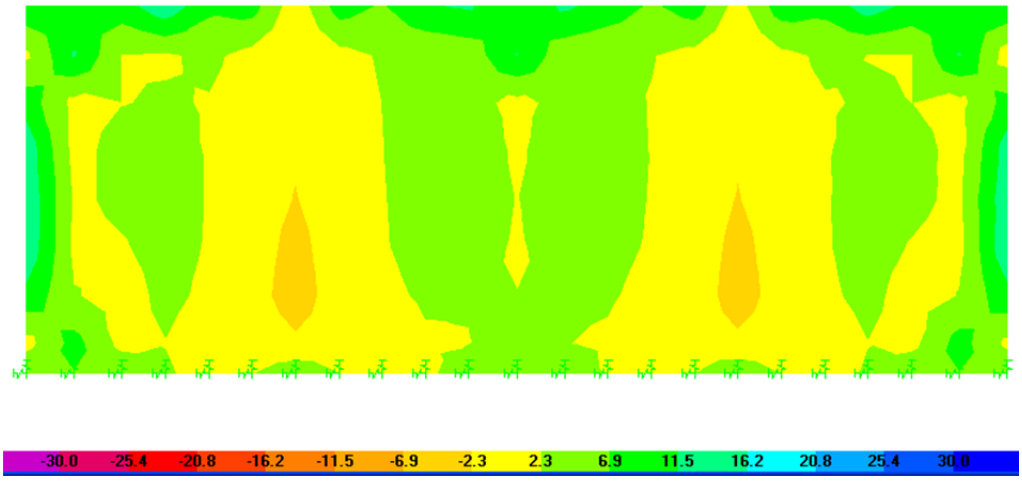


FIGURA 5-207 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M11

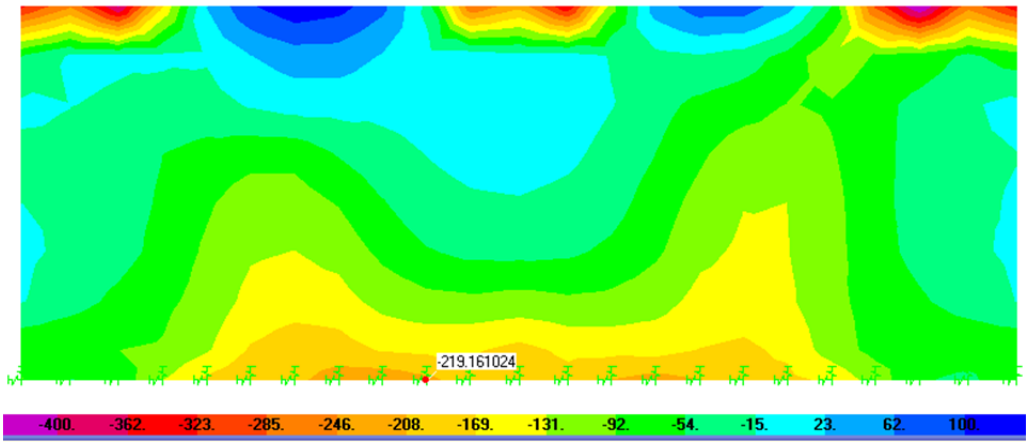


FIGURA 5-208 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-F11

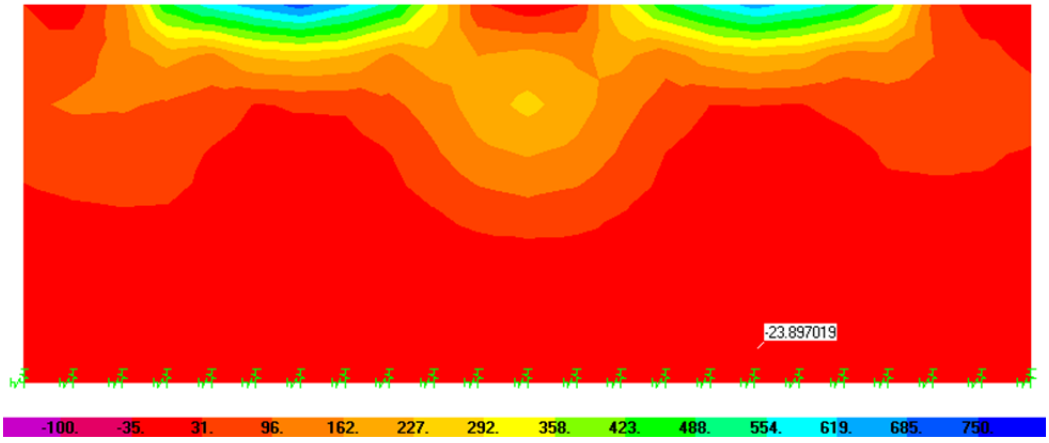


FIGURA 5-209 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-F11

Parete A – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
Da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+120kN(tens)	-16kNm	**-**	**162**	**0.148**
M_{max}	+120kN	+16kNm	**-**	**162**	**0.148**
N_{min}	-240kN	+10kNm	**0.7**	**-**	**-**
Da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1829mm^2(θ22/250+ θ14/500), H1=0.439m, H2=0.061m					
N_{max}	+500kN(tens.)	-10kNm	**-**	**148**	**0.177**

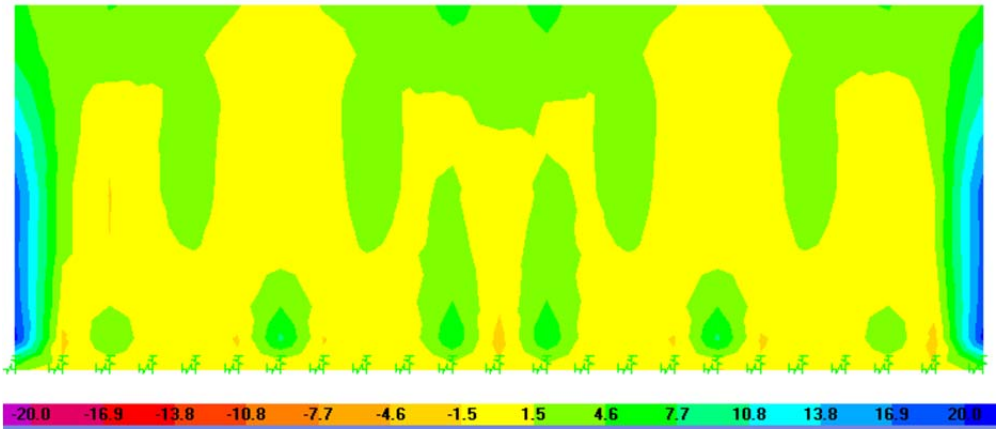


FIGURA 5-210 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M11

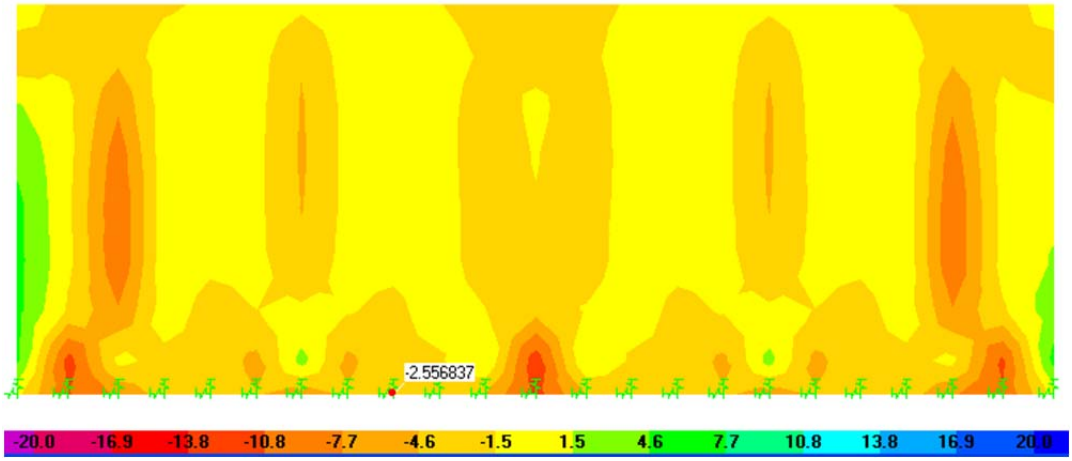


FIGURA 5-211 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M11

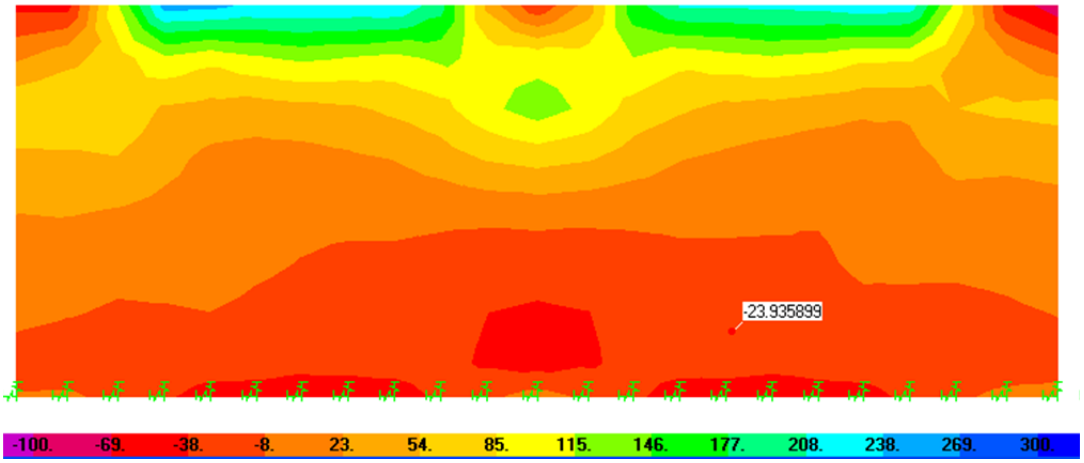


FIGURA 5-212 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-F11

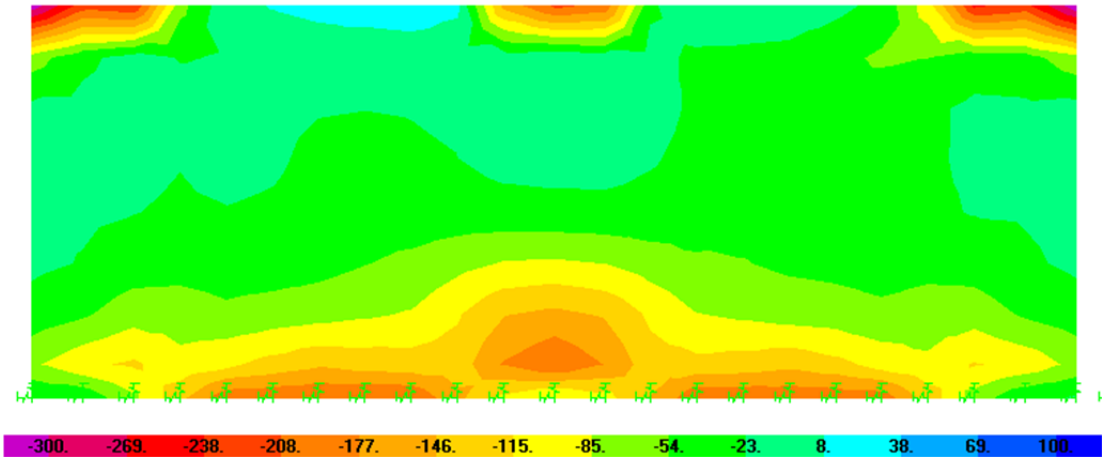


FIGURA 5-213 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Setto B – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+40kN(tens)	-10kNm	**2.1**	**97**	**0.076**
M_{max}	+40kN	+2kNm	**0.3**	**42**	**0.034**
N_{min}	-200kN(comp.)	-14kNm	**2.2**	**4**	**0.002**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m					
M_{min}	+50kN	+20kNm	**1.0**	**118**	**0.108**
da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m					

N_{max}	+70kN	-10kNm	-	**59**	**0.043**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m					
N_{max}	+190kN	+10kNm	**1.3**	**160**	**0.106**

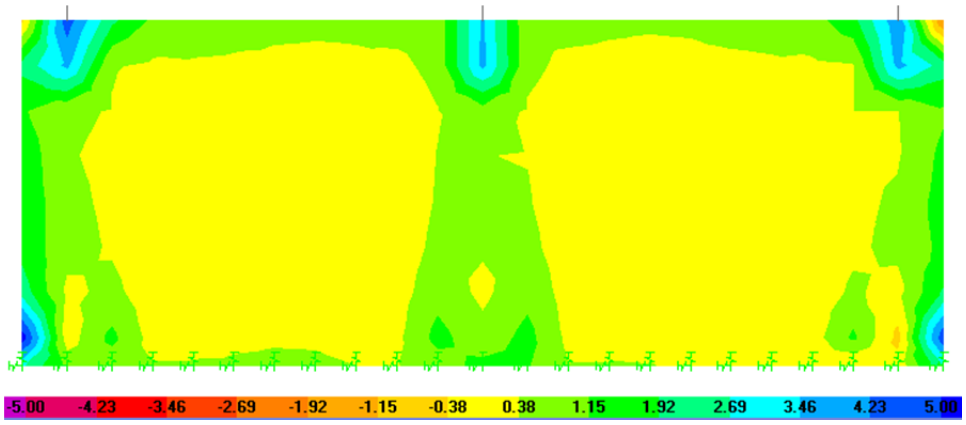


FIGURA 5-214 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M11

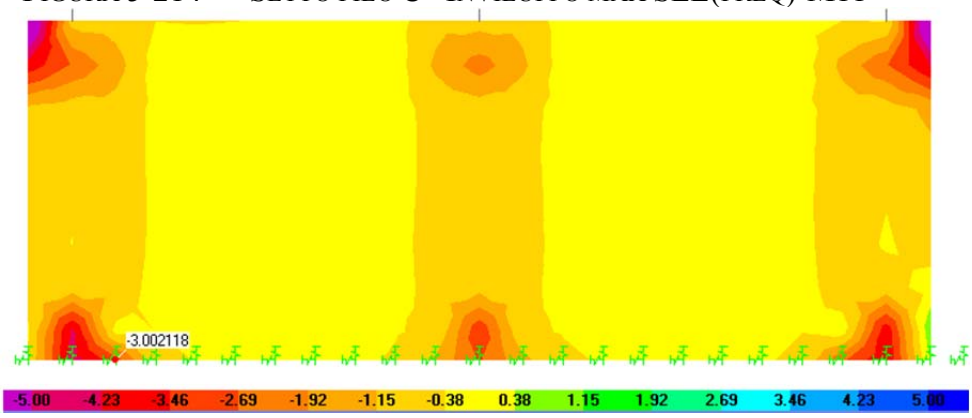


FIGURA 5-215 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M11

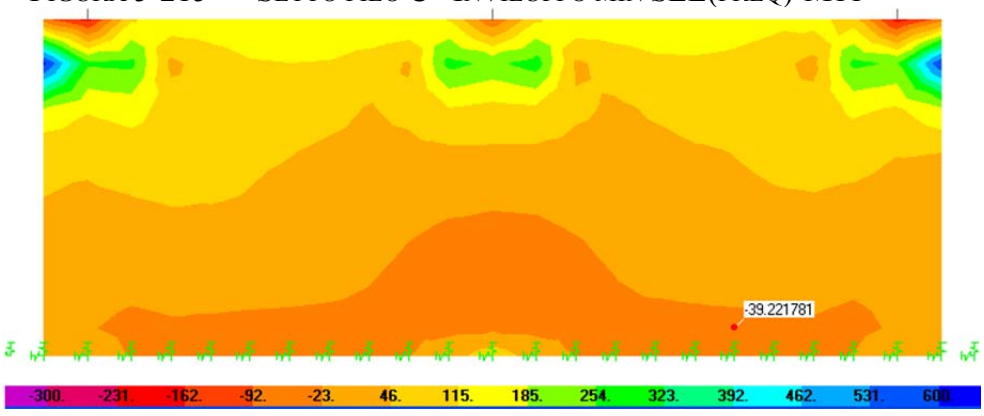


FIGURA 5-216 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F11

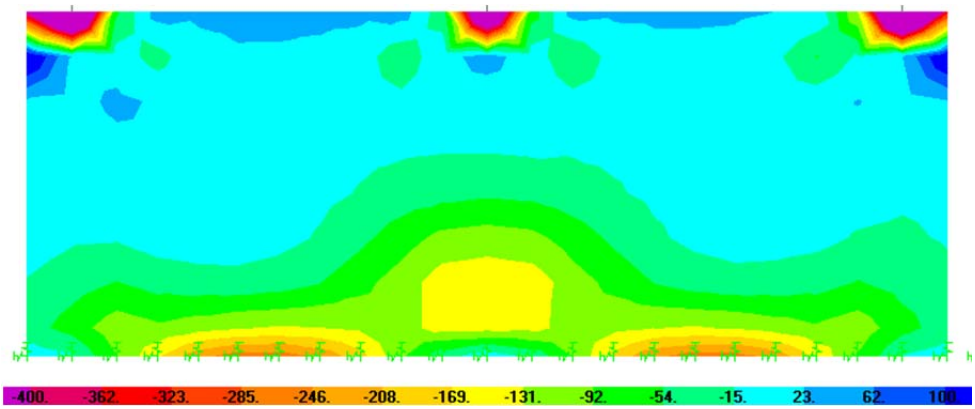


FIGURA 5-217 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Setto C – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+80kN(tens.)	-3kNm	**0.1**	**76**	**0.064**
M_{max}	+80kN	+3kNm	**0.1**	**76**	**0.064**
N_{max}	+80kN	+2kNm	**-**	**67**	**0.074**
N_{min}	-230kN(comp.)	-3kNm	**1.1**	**-**	**-**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m					
M_{min}	+80kN	-5kNm	**-**	**84**	**0.083**
da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1564mm^2(θ20/250+ θ14/500), H1=0.440m, H2=0.06m,solo in corrispondenza di parete E					
N_{max}	+400kN	-5kNm	**-**	**134**	**0.165**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1270mm^2(θ20/250), H1=0.19m, H2=0.06m					
N_{max}	+270kN	+4kNm	**-**	**104**	**0.161**

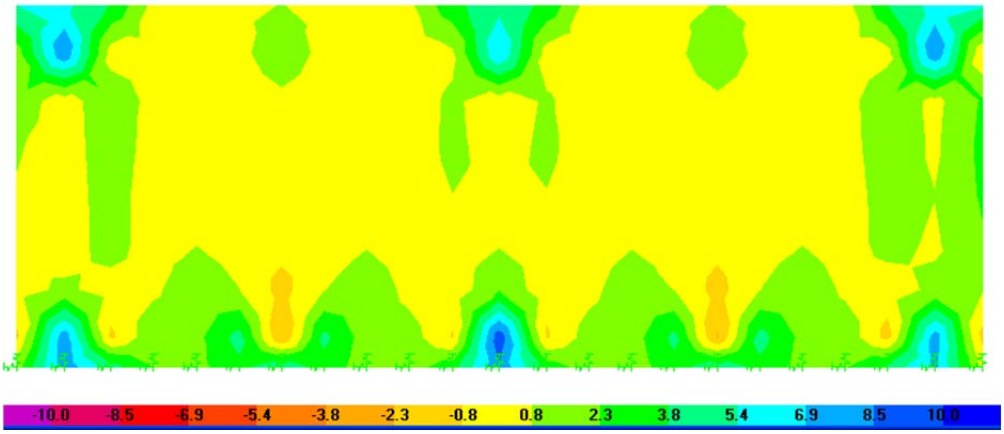


FIGURA 5-218 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-M11

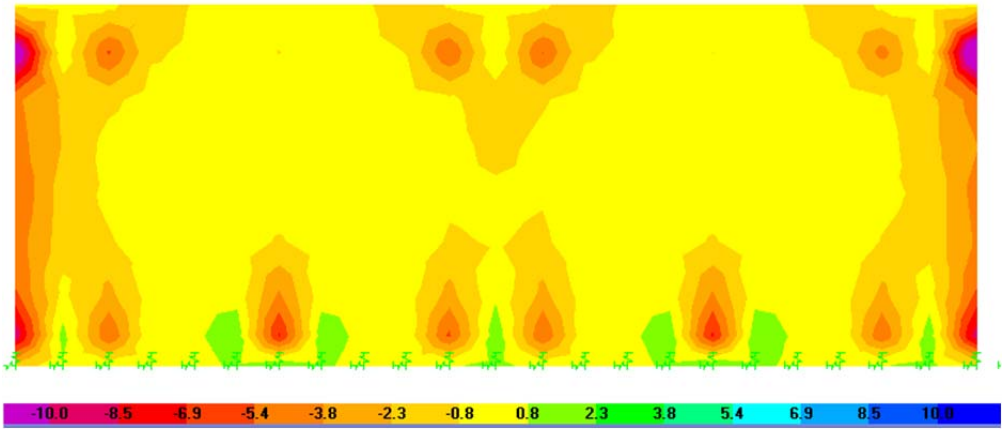


FIGURA 5-219 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M11

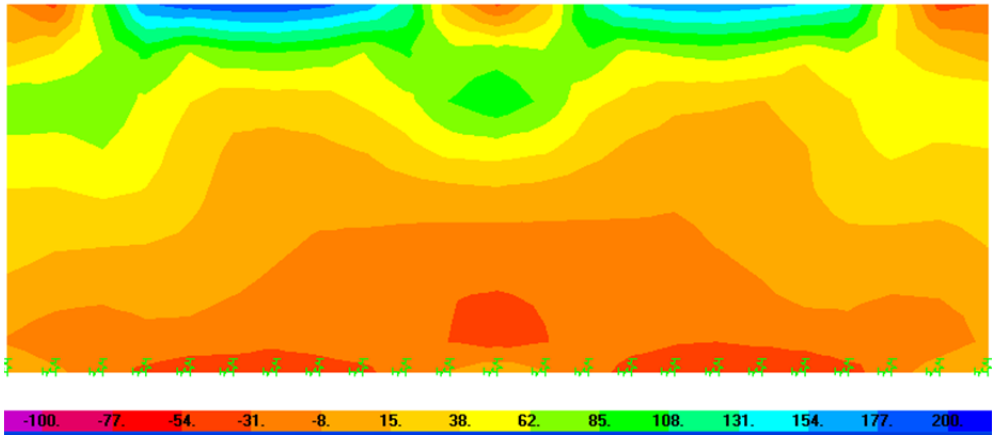


FIGURA 5-220 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLE(FREQ.)-F11

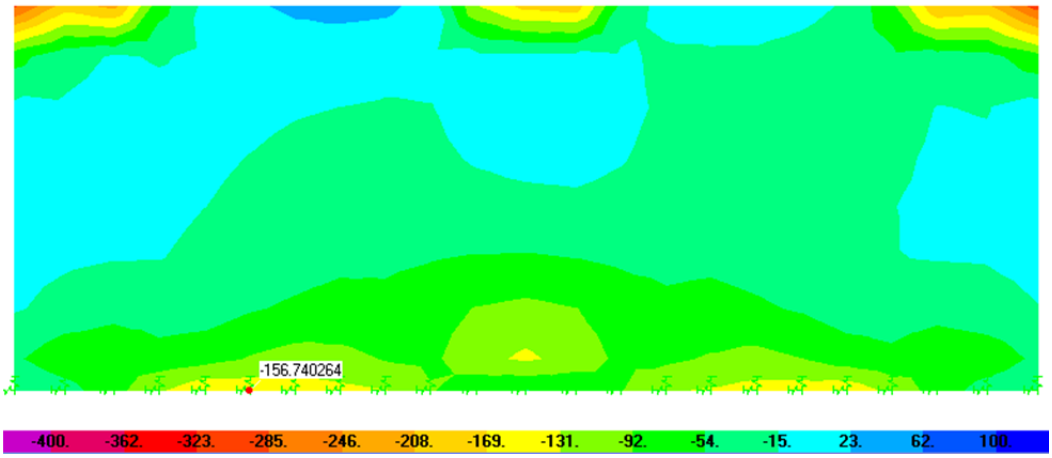


FIGURA 5-221 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-F11

Setto D – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=534mm^2(θ12/500mm+ θ14/500mm), H1=0.193m, H2=0.057m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+60kN(tens.)	-7kNm	**1.7**	**134**	**0.111**
M_{max}	+60kN	+10kNm	**2.4**	**164**	**0.134**
N_{max}	+60kN	+10kNm	**2.49**	**164**	**0.134**
N_{min}	-150kN	-7kNm	**1.2**	**-**	**-**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=710mm^2(θ16/500mm+ θ14/500mm), H1=0.442m, H2=0.058m in corrispondenza di parete E					
M_{min}	+60kN	-10kNm	**0.2**	**77**	**0.081**
M_{max}	+60kN	+10kNm	**0.2**	**77**	**0.081**
da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m solo in corrispondenza di parete E					
N_{max}	+50kN	-12kNm	**0.4**	**54**	**0.055**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m					
N_{max}	+150kN	-6kNm	**0.4**	**115**	**0.098**

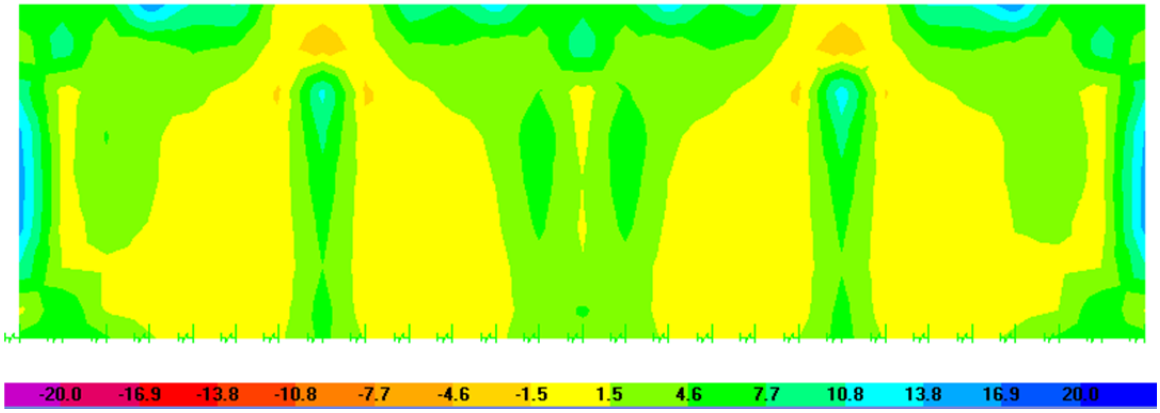


FIGURA 5-222 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M11

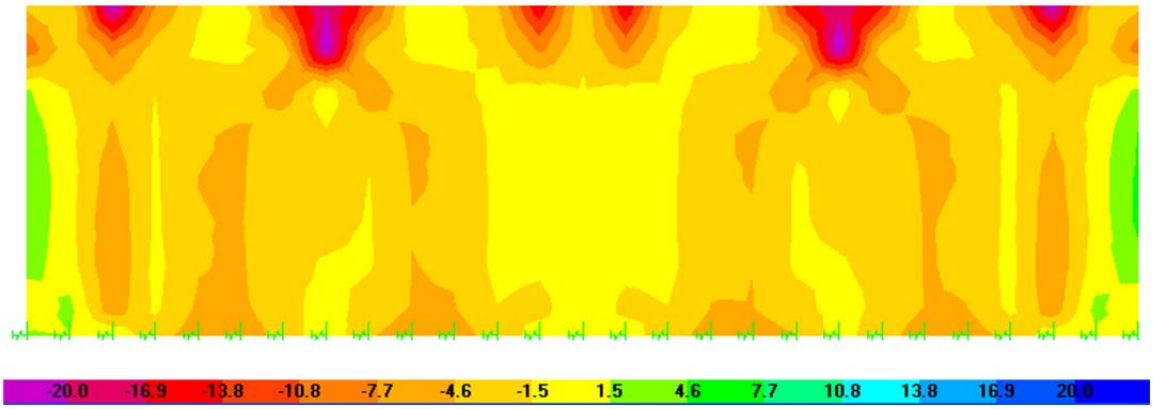


FIGURA 5-223 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M11

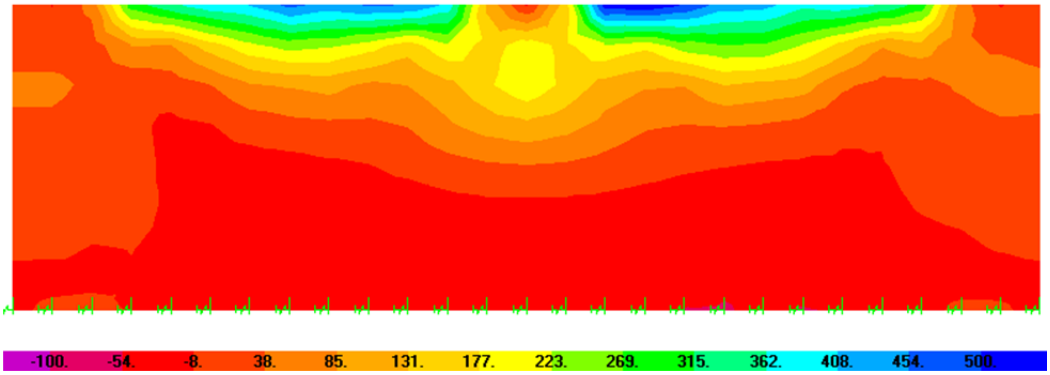


FIGURA 5-224 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F11

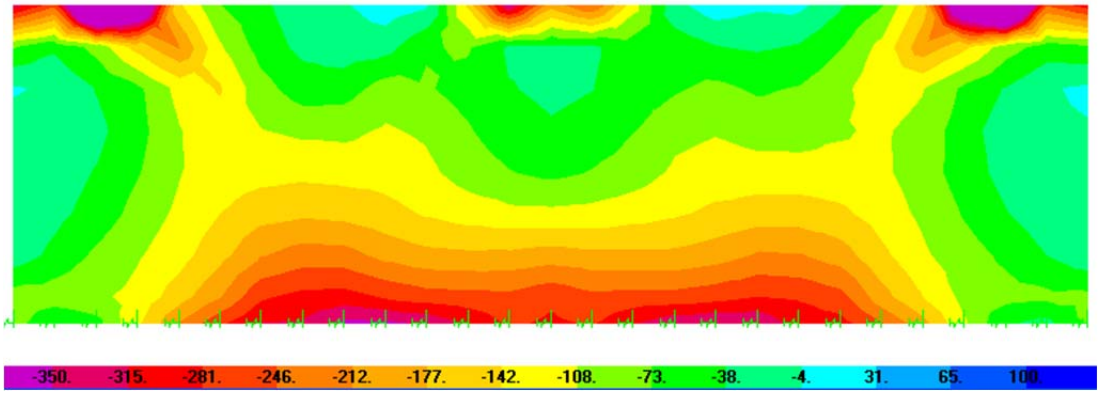


FIGURA 5-225 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Parete E – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
Da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.442m, H2=0.058m					
Combinazione	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+90kN	-10kNm	**-**	**87**	**0.085**
M_{max}	+90kN	+13kNm	**-**	**96**	**0.094**
N_{max}	+90kN	+13kNm	**-**	**96**	**0.094**
N_{min}	-315kN	-8kNm	**0.8**	**-**	**-**
Da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1884mm^2(θ20/250+ θ20/500mm), H1=0.440m, H2=0.06m					
N_{max}	+400kN	-20kNm	**-**	**132**	**0.124**

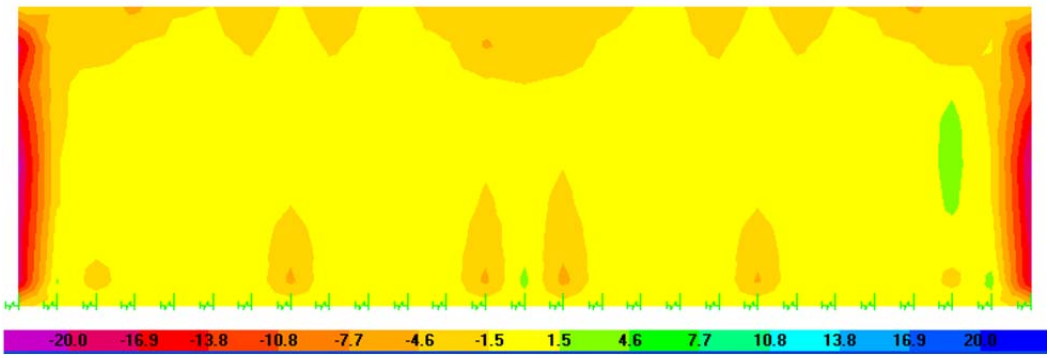


FIGURA 5-226 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M11

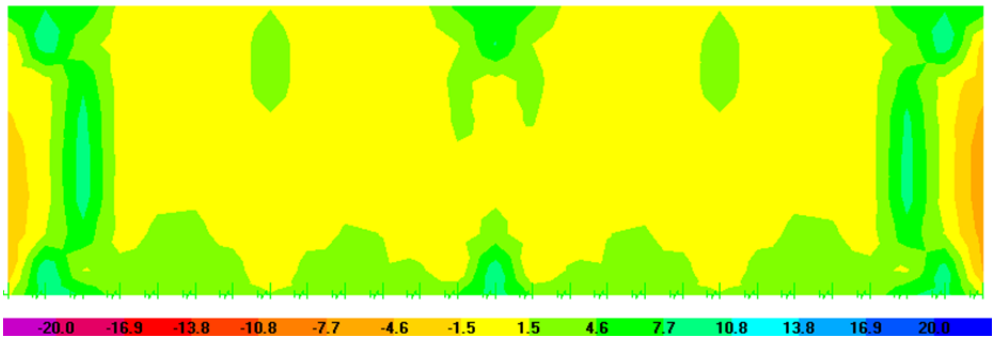


FIGURA 5-227 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M11

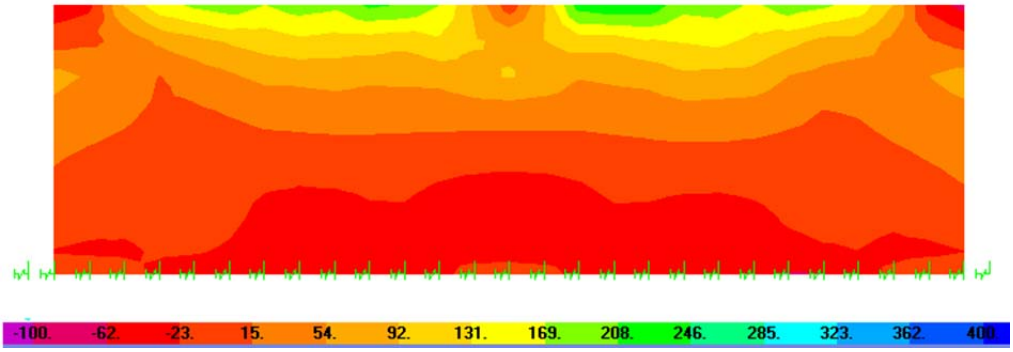


FIGURA 5-228 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F11

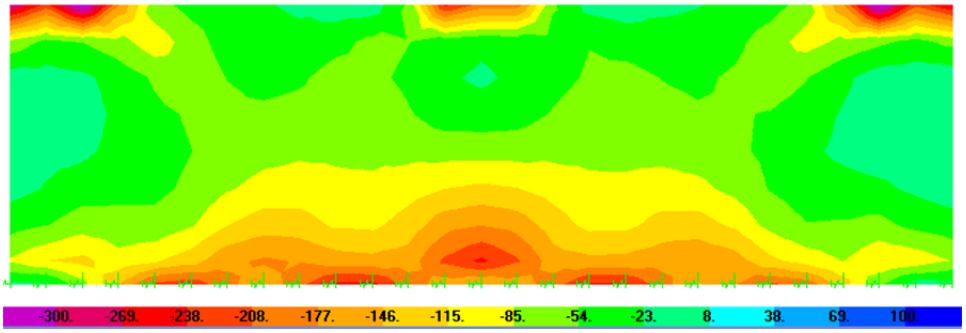


FIGURA 5-229 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Setto F – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
Da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m in corrispondenza della parete A					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+40kN	-20kNm	**1.1**	**110**	**0.172**
M_{max}	-177kN	+10kNm	**0.6**	**-**	**-**
N_{min}	-400kN	-20kNm	**1.2**	**-**	**-**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m					
M_{min}	+40kN	-4kNm	**0.9**	**72**	**0.074**
M_{max}	+40kN	+8kNm	**1.8**	**107**	**0.108**

N_{min}	-220kN	+10kNm	**1.7**	**-**	**-**
Da +4.50					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m					
N_{max}	+200kN	-4kNm	**-**	**126**	**0.154**

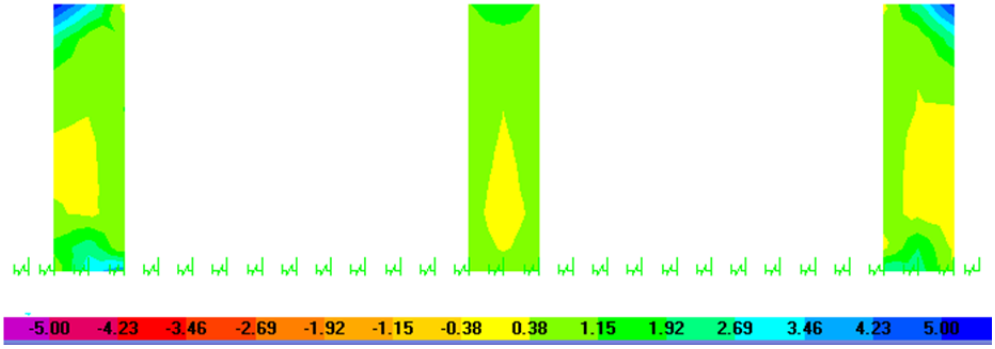


FIGURA 5-230 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M11

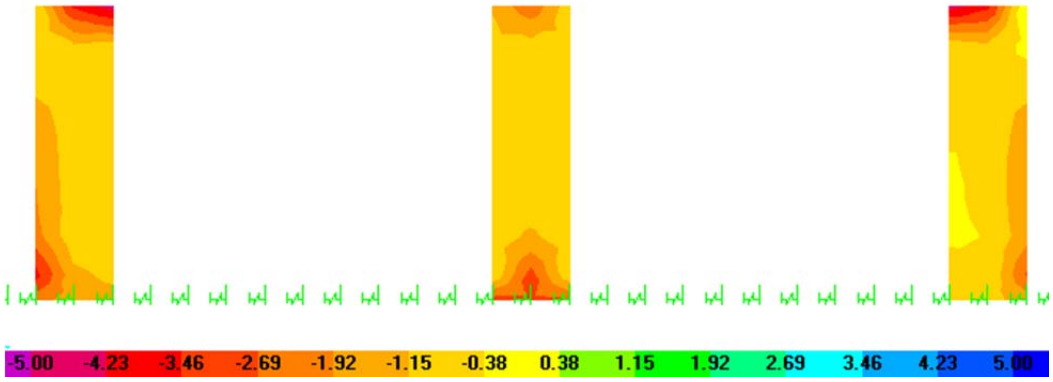


FIGURA 5-231 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M11

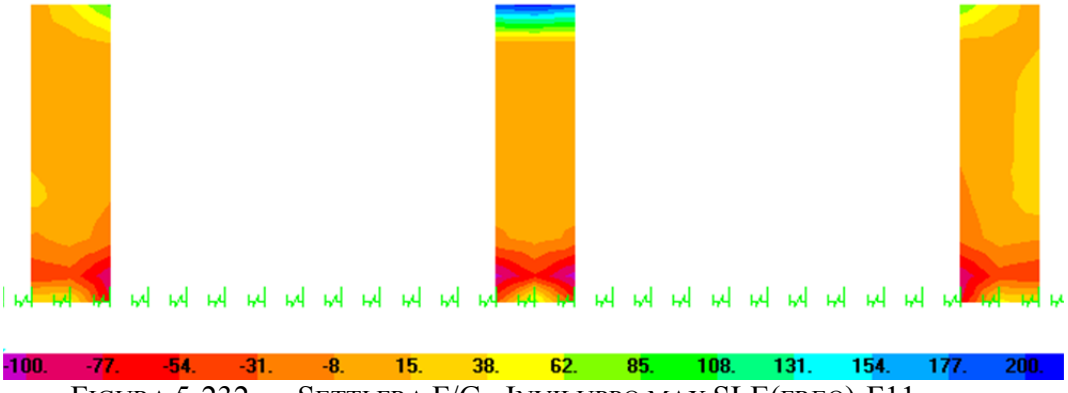


FIGURA 5-232 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F11

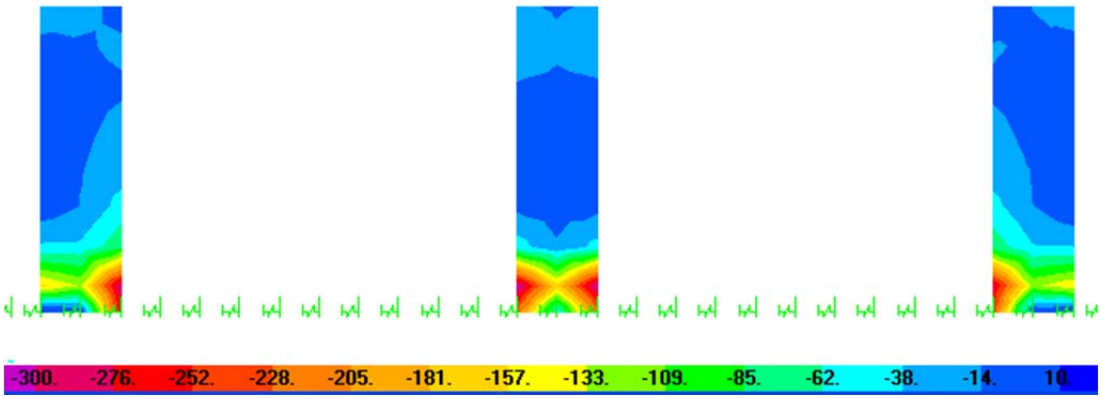


FIGURA 5-233 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Setti fra F/G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
Da 0 a +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ12/250mm), H1=0.444m, H2=0.056m in corrispondenza della parete A					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+20kN	-3kNm	**-**	**33**	**0.033**
M_{max}	+20kN	+3kNm	**-**	**33**	**0.033**
N_{max}	+20kN	-3kNm	**-**	**33**	**0.033**
N_{min}	-300kN	-3kNm	**0.7**	**-**	**-**
Da +4.50					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m					
N_{max}	+120kN	-4kNm	**-**	**112**	**0.125**

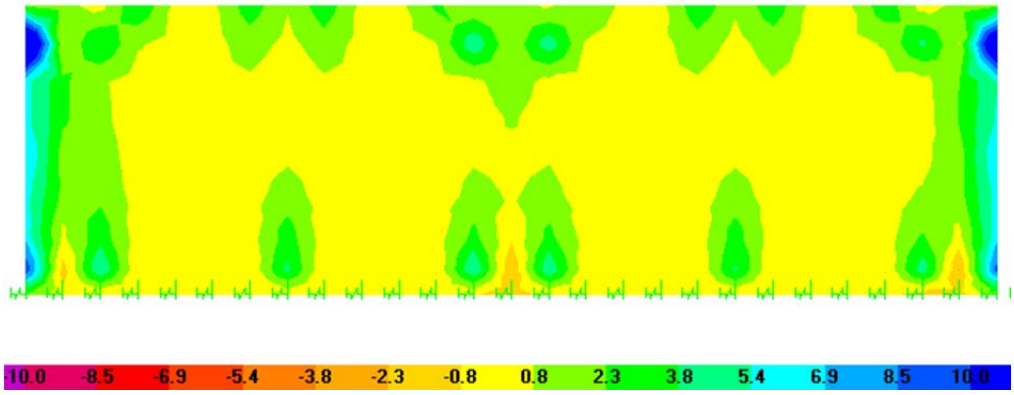


FIGURA 5-234 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M11

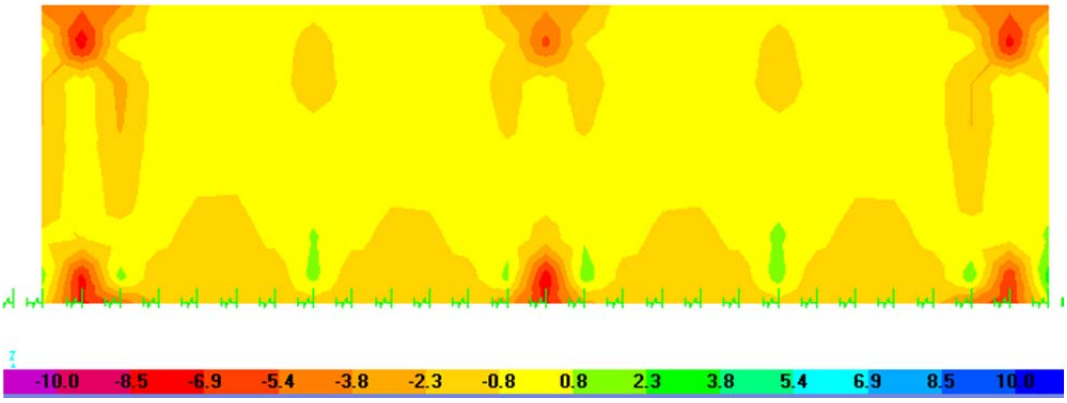


FIGURA 5-235 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M11

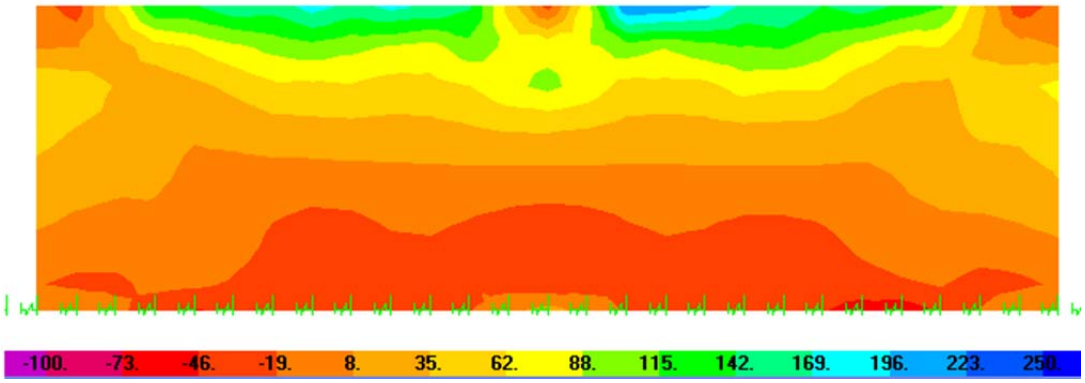


FIGURA 5-236 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F11

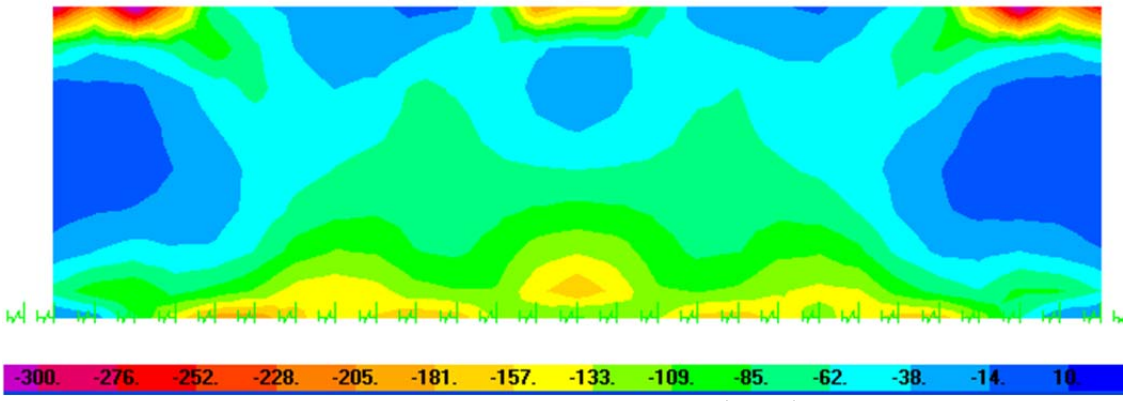


FIGURA 5-237 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F11

Setto G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni frequenti)					
Da 0 a +4.50					
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
M_{min}	+35kN	-7kNm	**0.2**	**56**	**0.051**
M_{max}	+35kN	+5kNm	**-**	**48**	**0.044**

N_{min}	-300kN	-7kNm	**0.7**	**-**	**-**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m					
M_{min}	+35kN	+5kNm	**1.1**	**76**	**0.056**
M_{max}	+35kN	+8kNm	**1.8**	**103**	**0.074**
N_{min}	-170kN	+8kNm	**1.4**	**-**	**-**
Da +4.50					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m					
N_{max}	+150kN	+12kNm	**2.2**	**187**	**0.150**

[redacted]Monconi di ripresa e ferri verticali fusto agli SLE (combinazioni freq.)

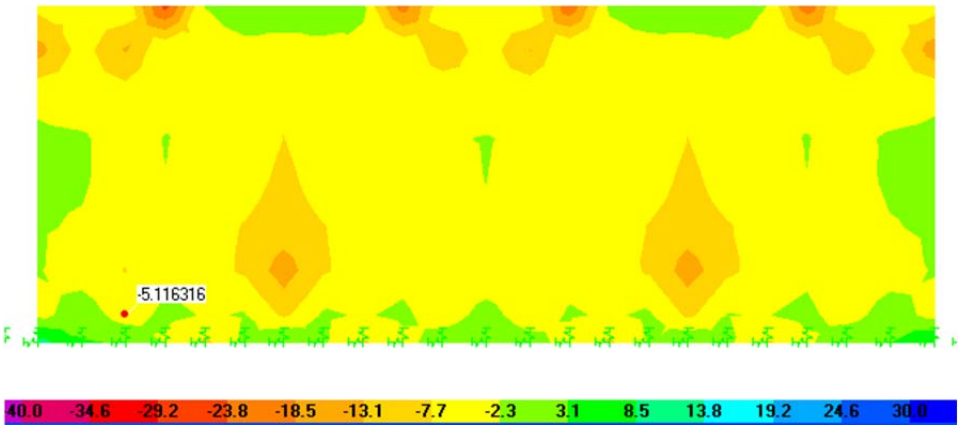


FIGURA 5-238 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

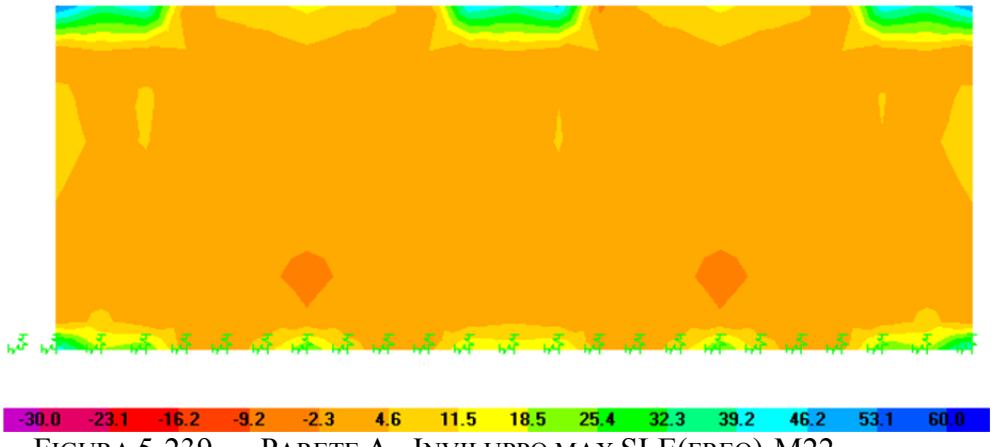


FIGURA 5-239 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

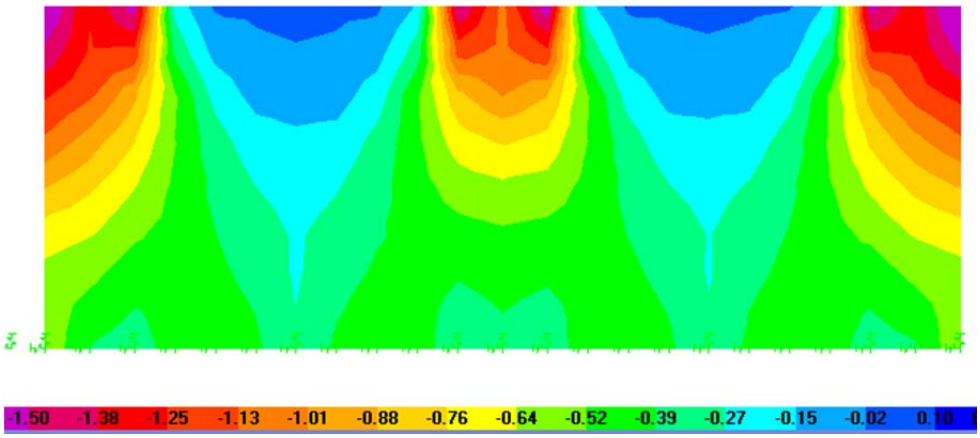


FIGURA 5-240 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

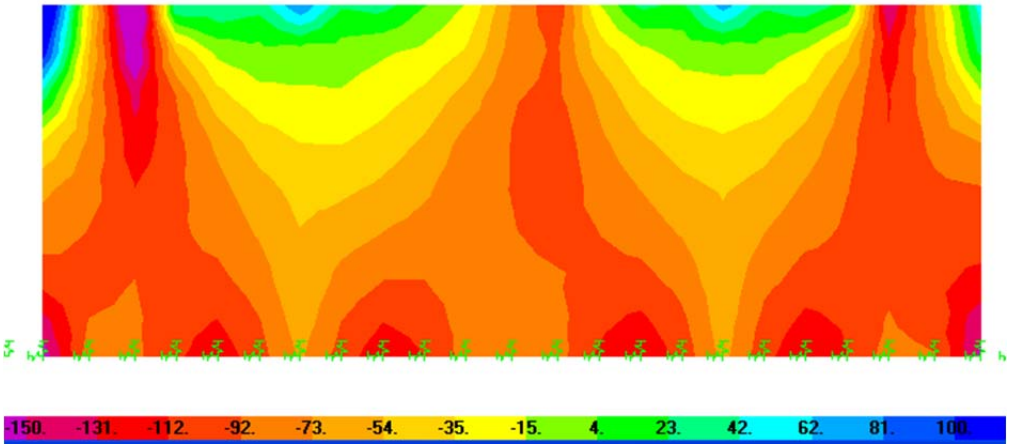


FIGURA 5-241 - PARETE A- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Parete A – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m					
B=1.0mH=0.5m A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-600kN	+28kNm	**1.8**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-65kN	+6kNm	**0.3**	**-**	**-**
M_{max}/N_{max}	-65kN	+28kNm	**1.5**	**49**	**0.051**
Verticali correnti (esclusi pilastri)					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
N_{min}	-500kN	+30kNm	**1.7**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	+40kN	-20kNm	**1.5**	**180**	**0.188**
M_{max}/N_{max}	+40kN	+20kNm	**1.5**	**180**	**0.188**

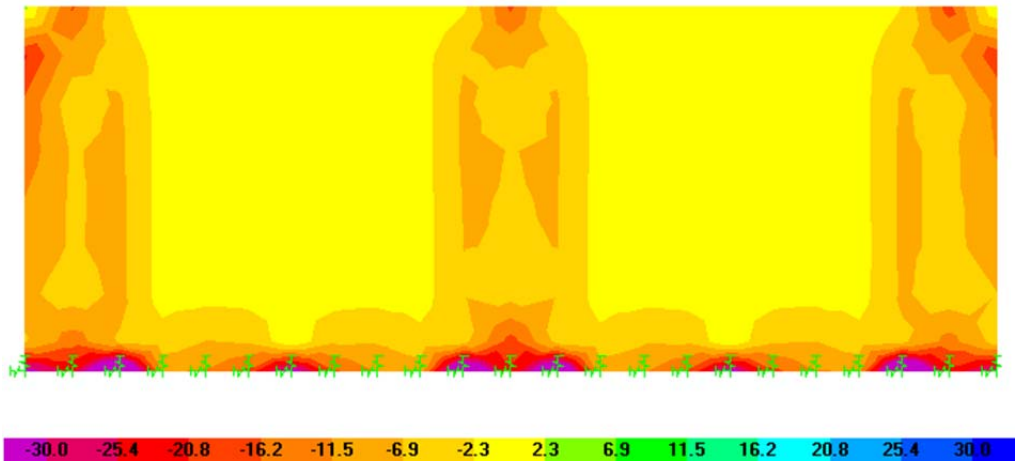


FIGURA 5-242 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

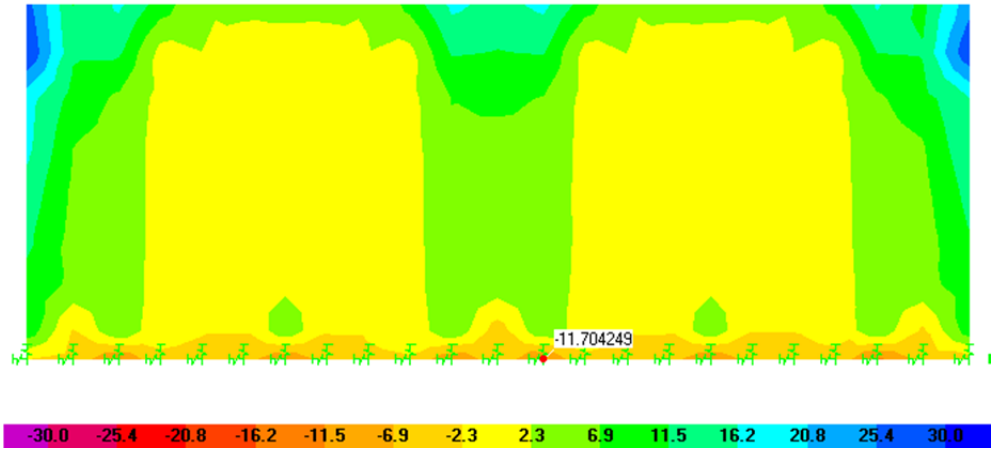


FIGURA 5-243 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

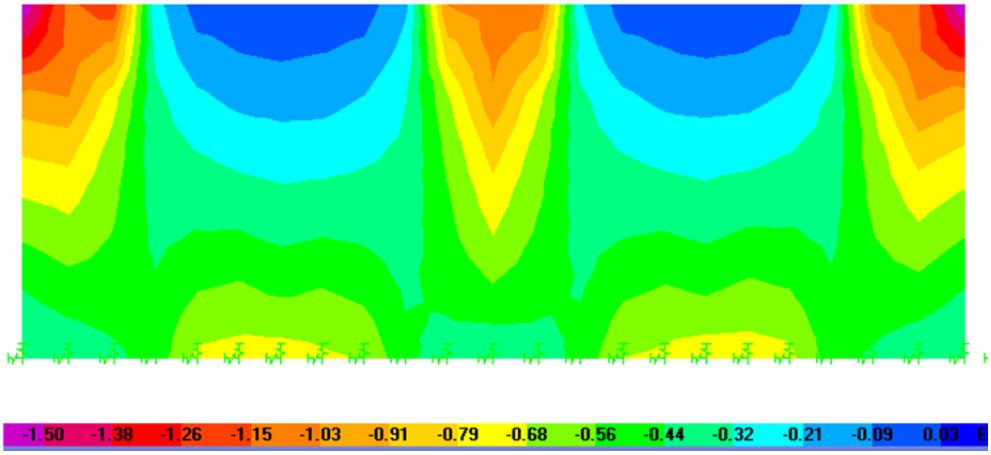


FIGURA 5-244 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

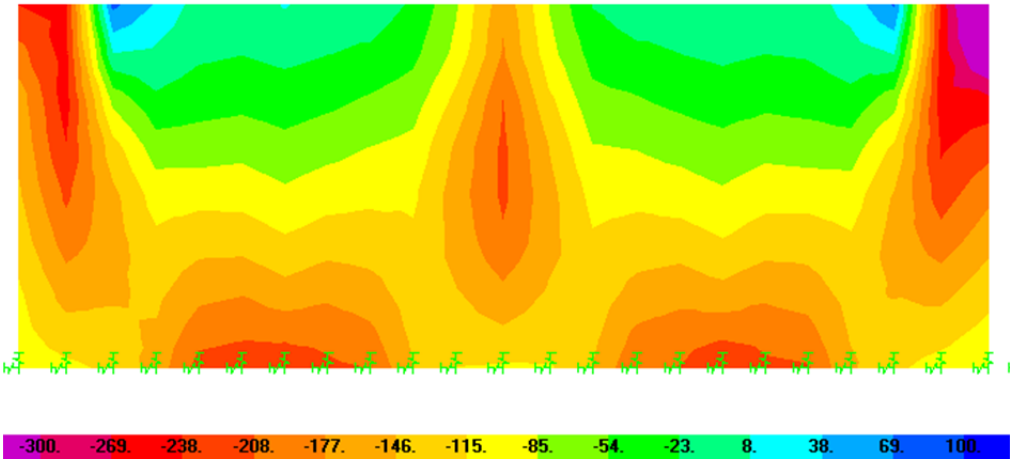


FIGURA 5-245 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setto B – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm					
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-700kN	-30kNm	**5.5**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-140kN	-30kNm	**6.5**	**133**	**0.108**
M_{max}/N_{max}	-140kN	-1kNm	**0.6**	**-**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm					
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
M_{min}/N_{max}	-106kN	-50kNm	**2.7**	**93**	**0.098**
Verticali correnti (escluso pilastri)					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.070m					
N_{min}	-600kN	+4kNm	**2.6**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-3kN	-4kNm	**1.1**	**38**	**0.031**
M_{max}/N_{max}	-3kN	+4kNm	**1.1**	**38**	**0.031**

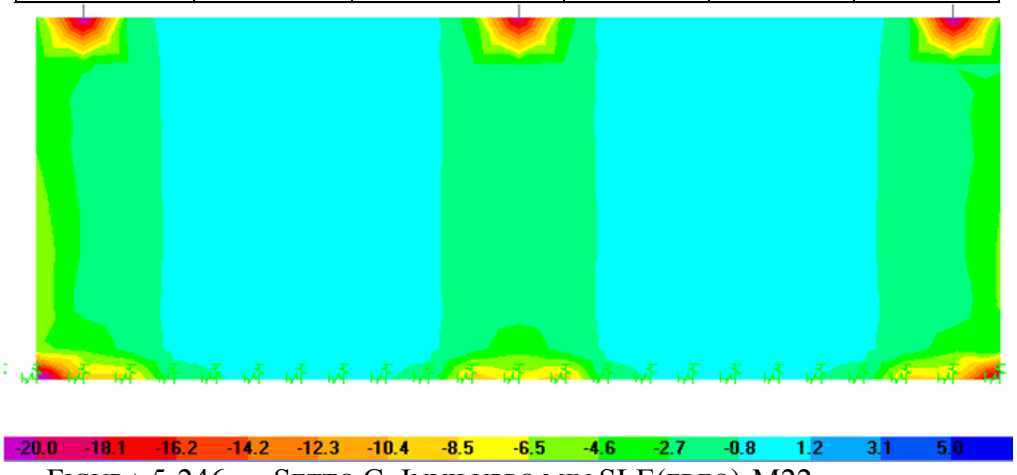


FIGURA 5-246 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

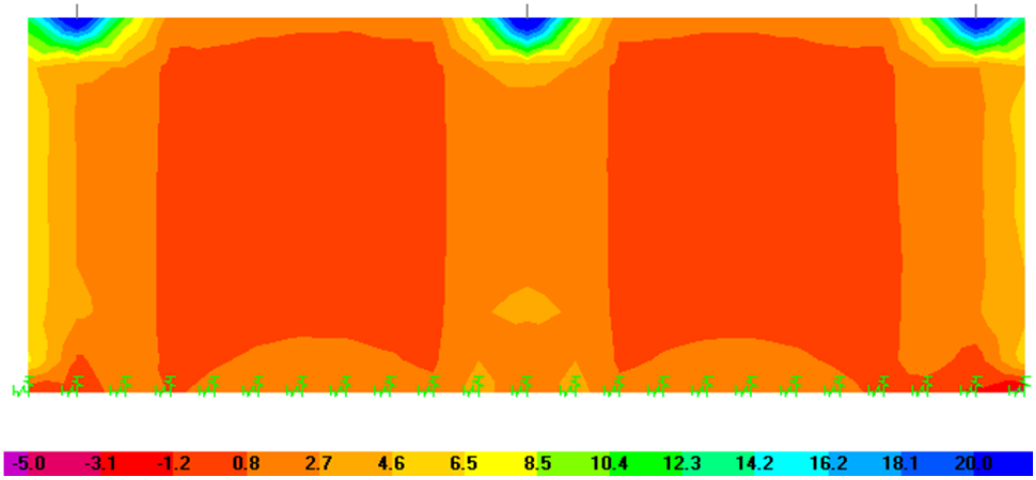


FIGURA 5-247 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

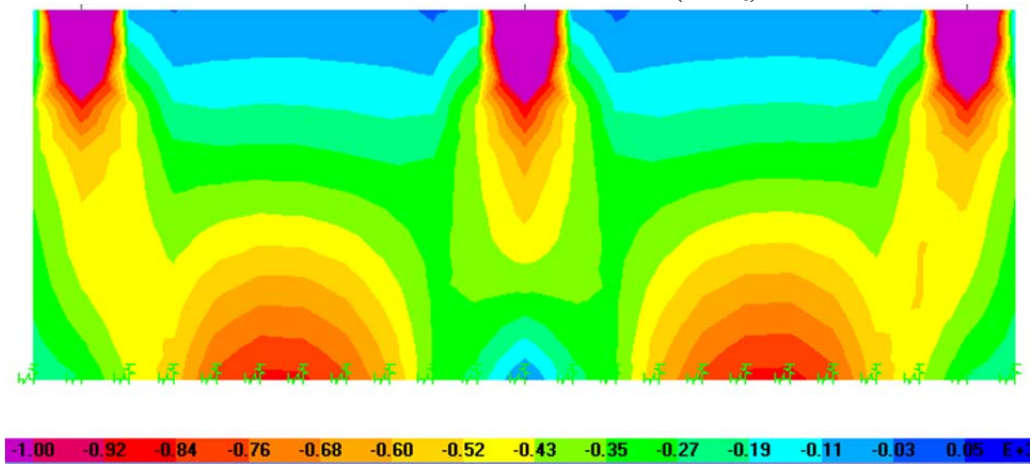


FIGURA 5-248 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

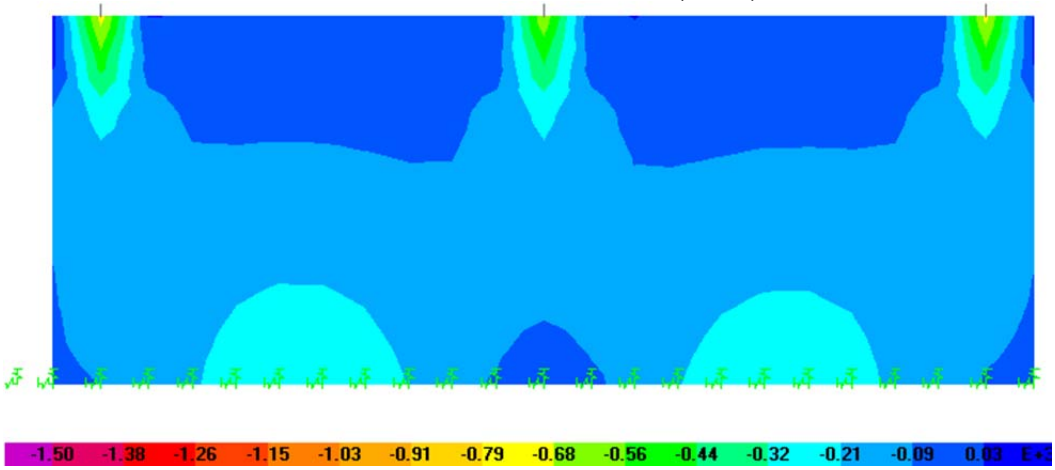


FIGURA 5-249 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setto C – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm					
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.178m, H2=0.072m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-500kN	-8kNm	**2.6**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-160kN	-8kNm	**1.4**	**-**	**-**
M_{max}/N_{max}	-160kN	+2kNm	**0.8**	**-**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm					
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
M_{min}/N_{max}	-80kN	-15kNm	**0.6**	**6**	**0.006**
Verticali correnti (esclusi pilastri)					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m					
N_{min}	-750kN	+2kNm	**3.0**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-30kN	-1kNm	**0.2**	**-**	**-**
M_{max}/N_{max}	-30kN	+2kNm	**0.3**	**-**	**-**

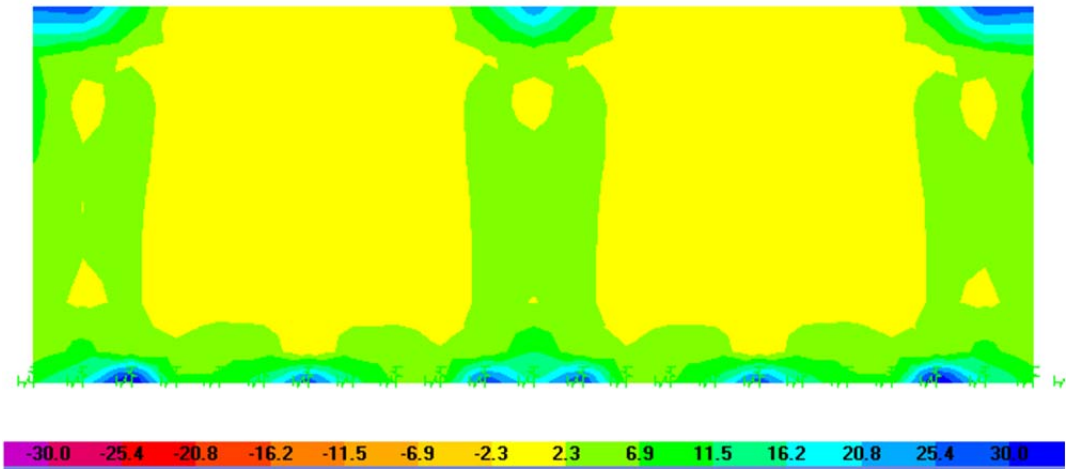


FIGURA 5-250 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

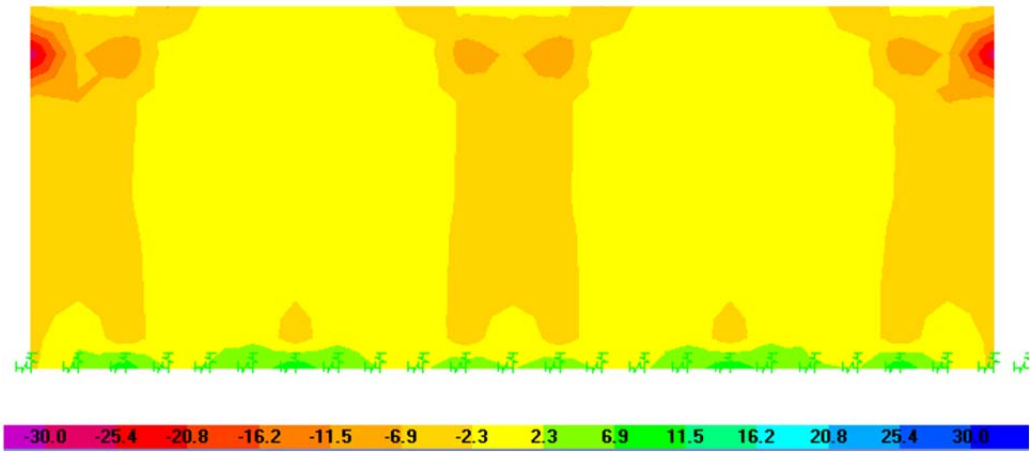


FIGURA 5-251 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

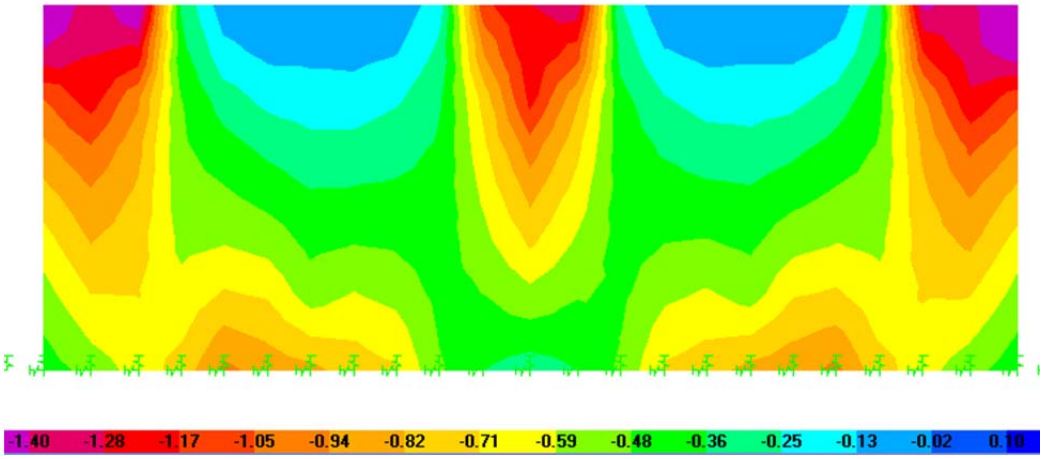


FIGURA 5-252 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

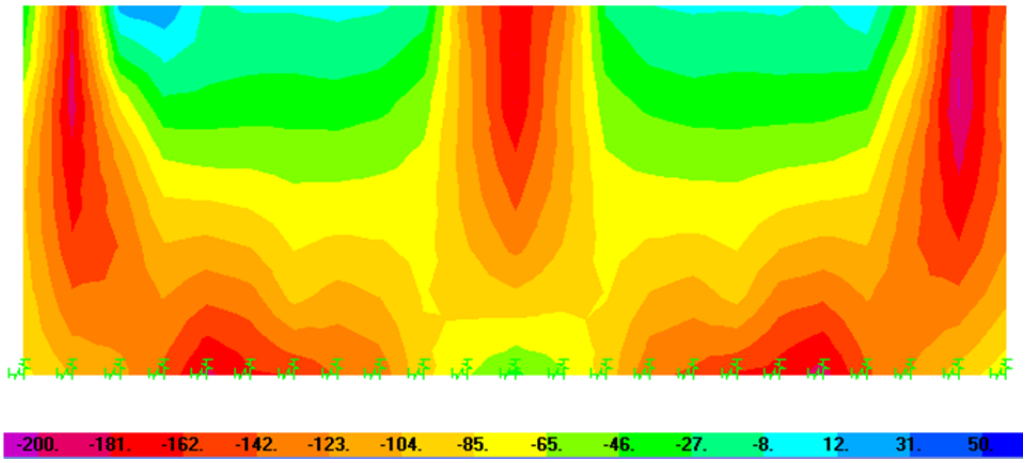


FIGURA 5-253 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setto D – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm					
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.18m, H2=0.07m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-500kN	+30kNm	**4.9**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-80kN	+9kNm	**1.8**	**21**	**0.016**
M_{max}/N_{max}	-80kN	+30kNm	**7.5**	**227**	**0.185**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm					
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
M_{max}/N_{max}	-60kN	+30kNm	**1.6**	**58**	**0.061**
Verticali correnti					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m					
N_{min}	-40kN	+3kNm	**0.5**	**1.0**	**0.001**
M_{min}/N_{max}	+25kN	-3kNm	**0.9**	**55**	**0.047**
M_{max}/N_{max}	-40kN	+3kNm	**0.5**	**1.0**	**0.001**

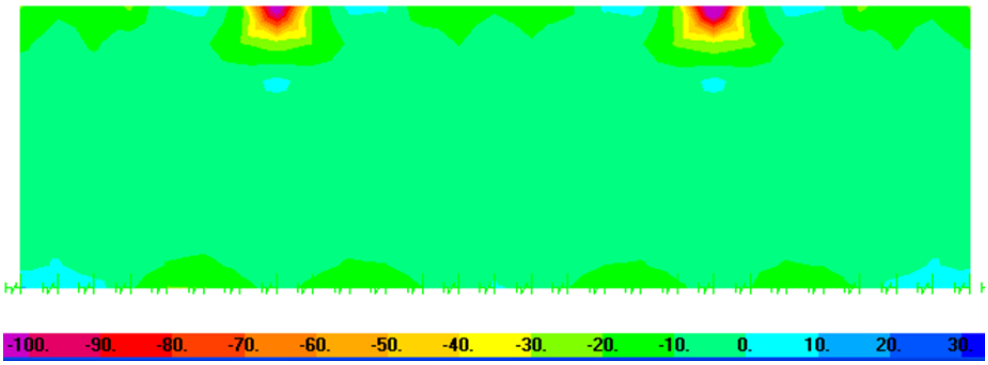


FIGURA 5-254 - PARETE E- INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

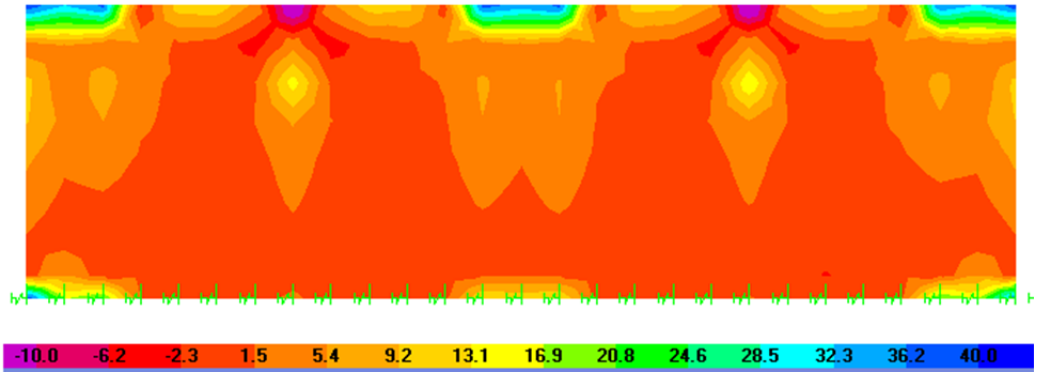


FIGURA 5-255 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

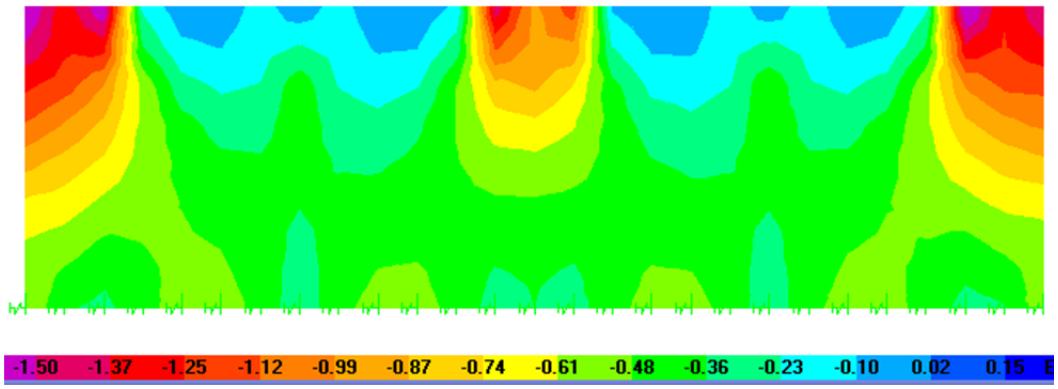


FIGURA 5-256 - PARETE E - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

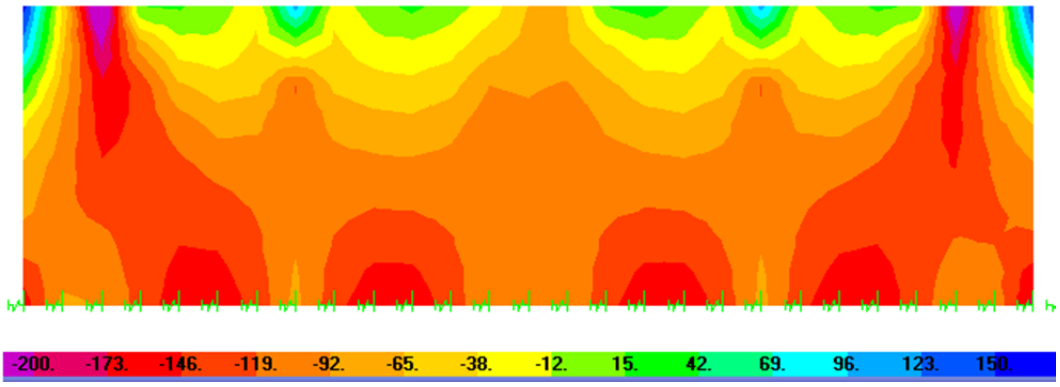


FIGURA 5-257 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Parete E – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m					
B=1.0m,H=0.5m,A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-350kN	+30kNm	**1.4**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-95kN	-20kNm	**1.0**	**17**	**0.017**
M_{max}/N_{max}	-95kN	+30kNm	**1.5**	**38**	**0.040**
Verticali correnti (escluso pilastri)					
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
N_{min}	-63kN	+15kNm	**0.8**	**19**	**0.020**
M_{min}/N_{max}	-5kN	-10kNm	**0.8**	**56**	**0.058**
M_{max}/N_{max}	-5kN	+15kNm	**1.1**	**87**	**0.091**

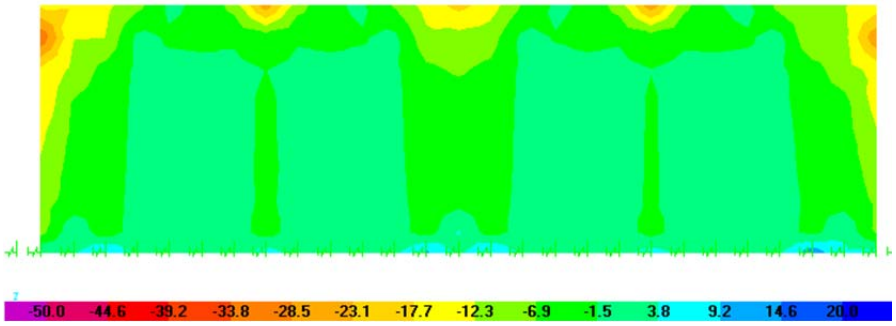


FIGURA 5-258 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(FREQ.)-M22

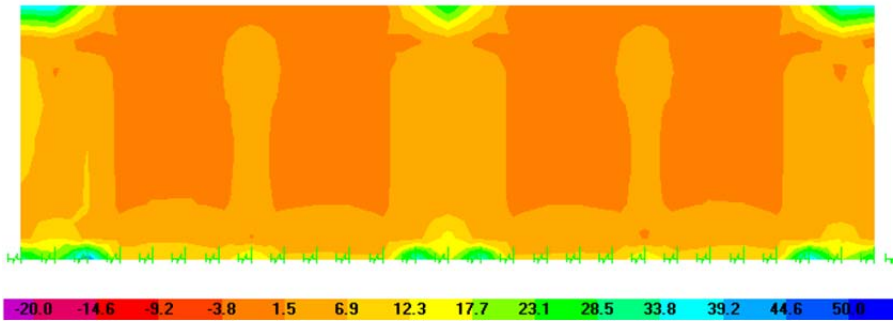


FIGURA 5-259 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

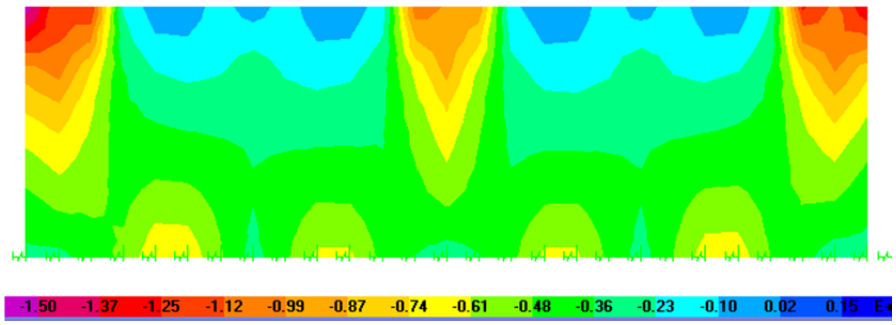


FIGURA 5-260 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

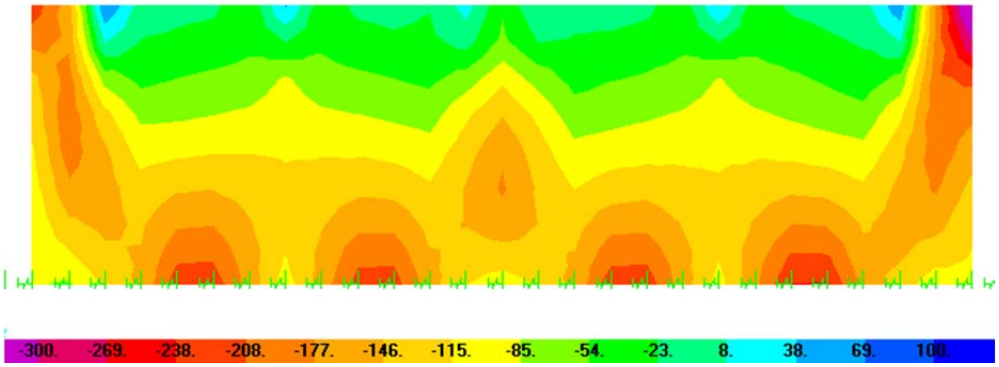


FIGURA 5-261 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setto F – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm					
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-650kN	+20kNm	**4.2**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-200kN	+9kNm	**1.6**	**-**	**-**
M_{max}/N_{max}	-200kN	+30kNm	**6.1**	**96**	**0.076**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm					
B=1.0m,H=0.50m,A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
M_{max}/N_{max}	-90kN	+30kNm	**1.5**	**41**	**0.043**
Verticali correnti (escluso pilastri)					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m					

N_{min}	-140kN	+5kNm	**1.0**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-20kN	-5kNm	**1.2**	**32**	**0.026**
M_{max}/N_{max}	-20kN	+5kNm	**1.2**	**32**	**0.026**

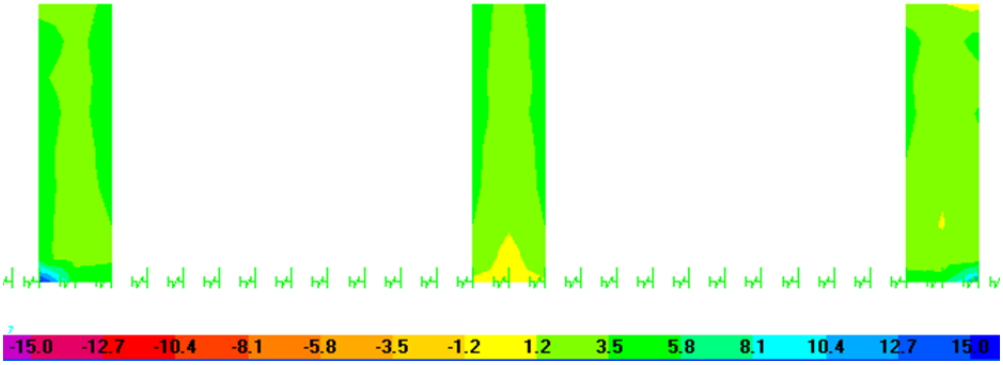


FIGURA 5-262 - SETTI F/G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

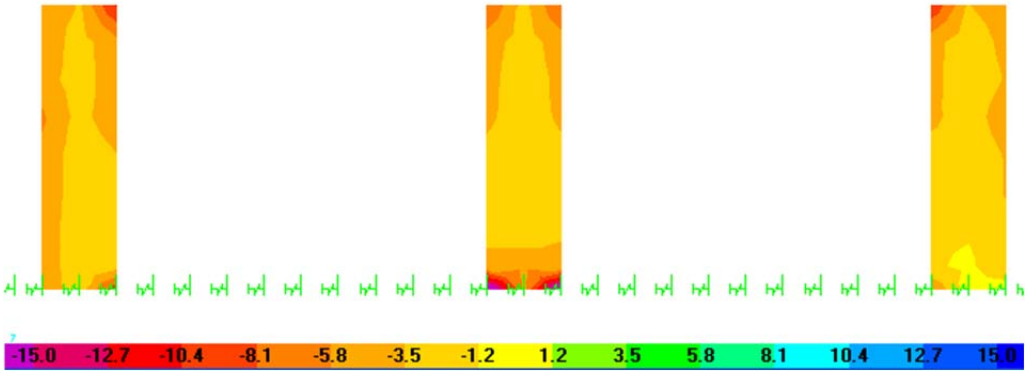


FIGURA 5-263 - SETTI F/G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

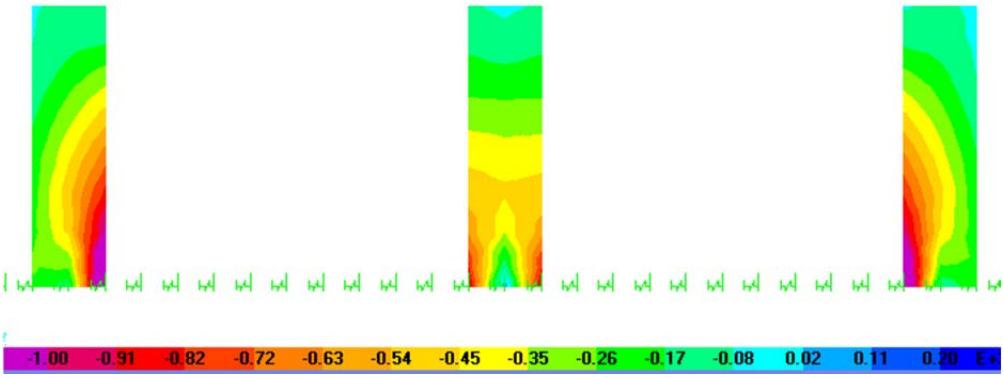


FIGURA 5-264 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

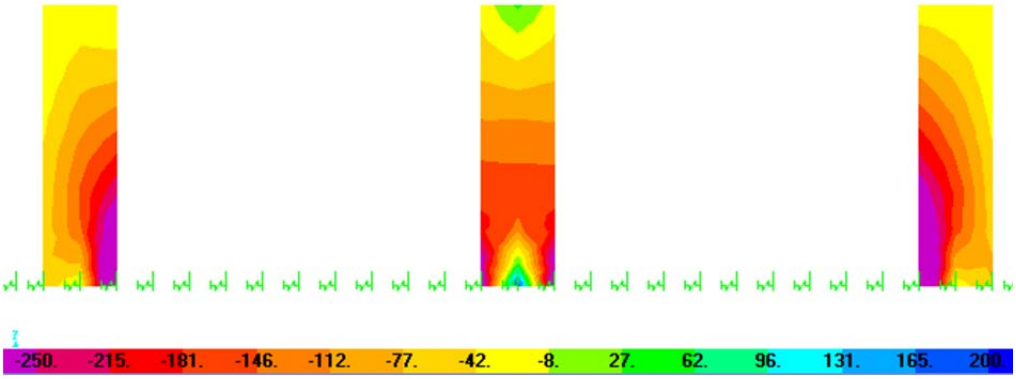


FIGURA 5-265 - SETTI F/G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setti fra F/G – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazione frequente)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 50cm					
B=1.0mH=0.50m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.430m, H2=0.07m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-700kN	-15kNm	**1.7**	**-**	**-**
M_{min}/N_{max}	-50kN	-15kNm	**0.8**	**23**	**0.023**
M_{max}/N_{max}	-50kN	+10kNm	**0.5**	**6**	**0.006**

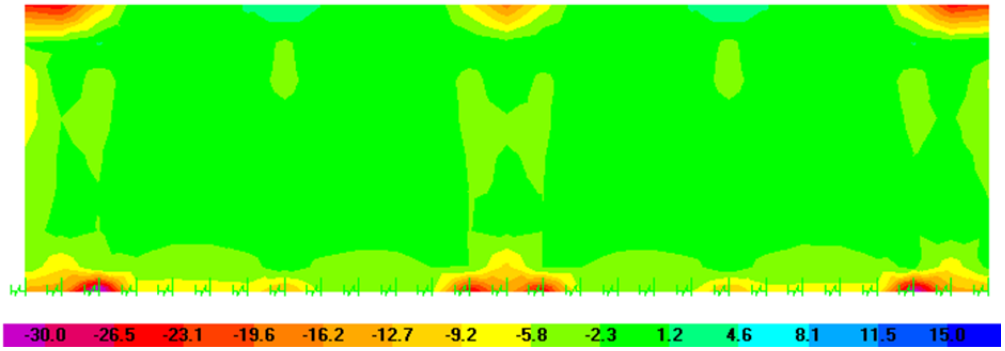


FIGURA 5-266 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-M22

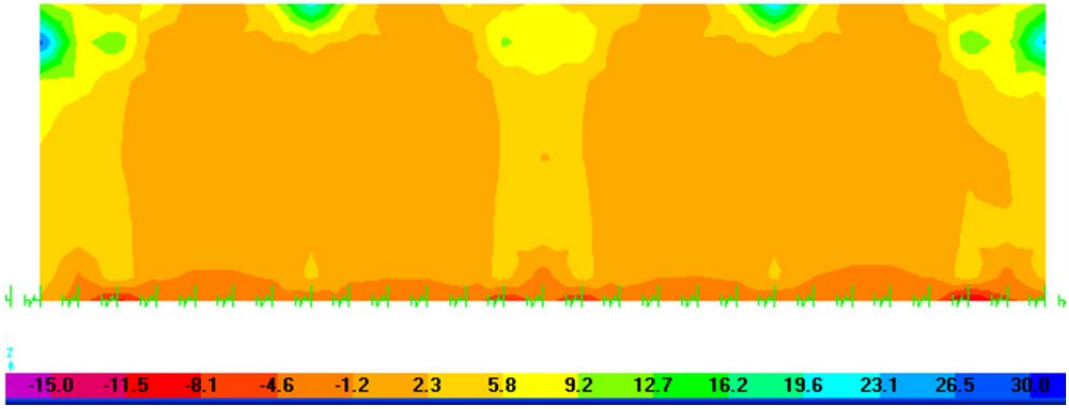


FIGURA 5-267 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-M22

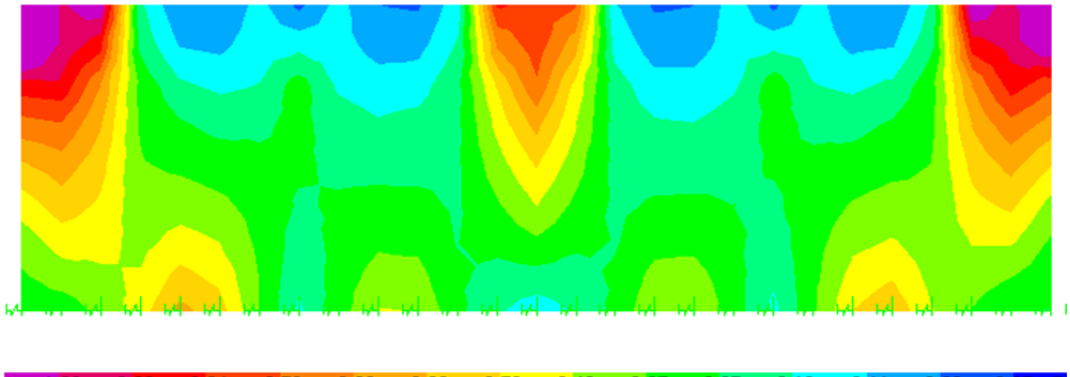


FIGURA 5-268 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLE(FREQ)-F22

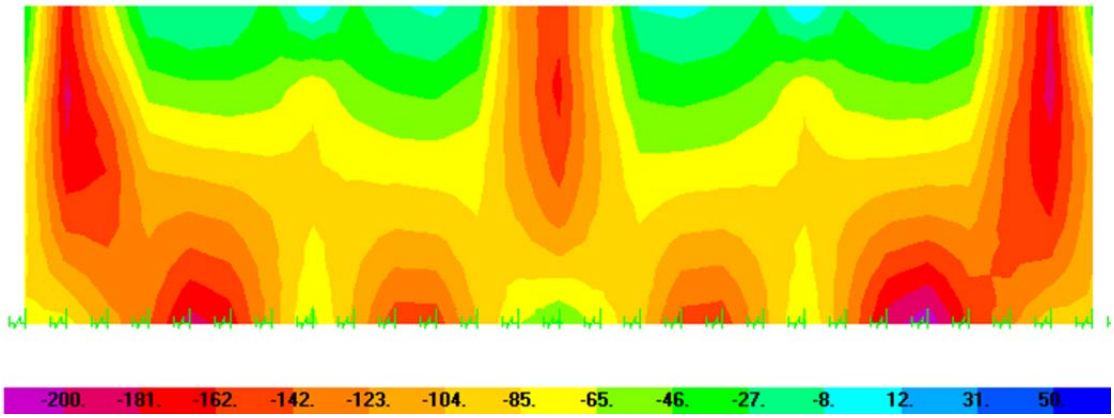


FIGURA 5-269 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLE(FREQ)-F22

Setto G – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazioni frequenti)					
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm					
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m					
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**	**w[mm]**
N_{min}	-600kN	-30kNm	**5.0**	**-**	**-**
N_{max}/M_{min}	-90kN	-30kNm	**6.8**	**167**	**0.137**
N_{max}/M_{max}	-90kN	-5kNm	**0.8**	**-**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm					
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m					
N_{max}/M_{max}	-60kN	-30kNm	**1.6**	**58**	**0.061**
Verticali correnti (escluso pilastri)					
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m					
N_{min}	-70kN	+10kNm	**2.2**	**37**	**0.029**
N_{max}/M_{min}	-20kN	-4kNm	**0.9**	**22**	**0.017**
N_{max}/M_{max}	-20kN	+10kNm	**2.6**	**82**	**0.067**

[redacted] Verifiche ferri orizzontali agli SLE (combinazioni rare)

Di seguito si riportano le verifiche del cemento armato del fusto del cassone per glii stati limite d'esercizio combinazioni rare.

Per la verifica dell'orditura orizzontale del fusto si considerano le combinazioni di carico d'esercizio riportate in precedenza.

Di seguito si riportano gli inviluppi dei momenti delle pareti e dei setti.

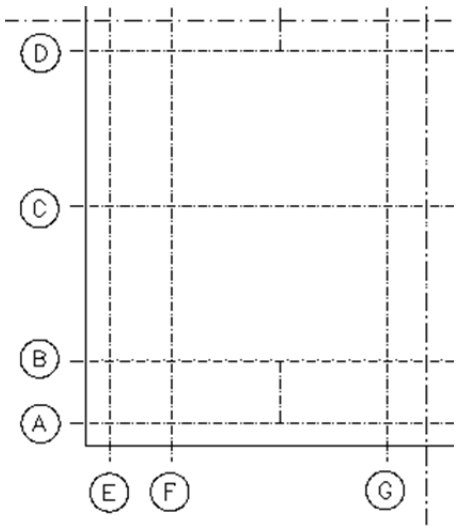


FIGURA 5-270 - PIANTA CHIAVE PARETI E SETTI

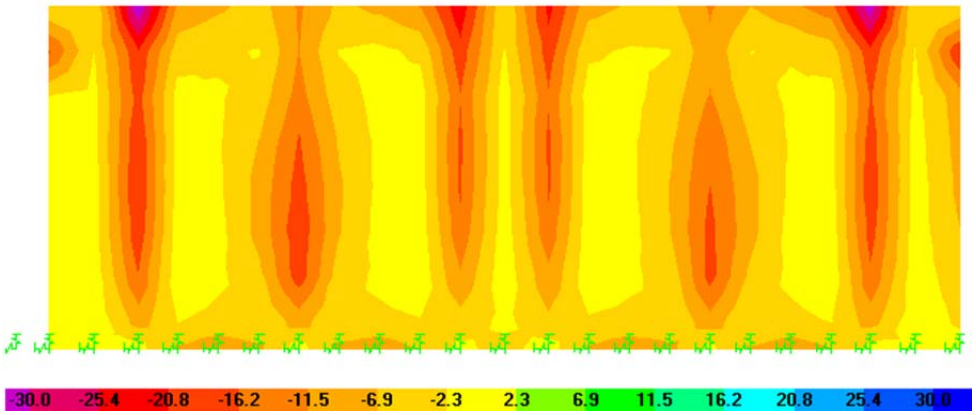


FIGURA 5-271 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLE(RARE.)-M11

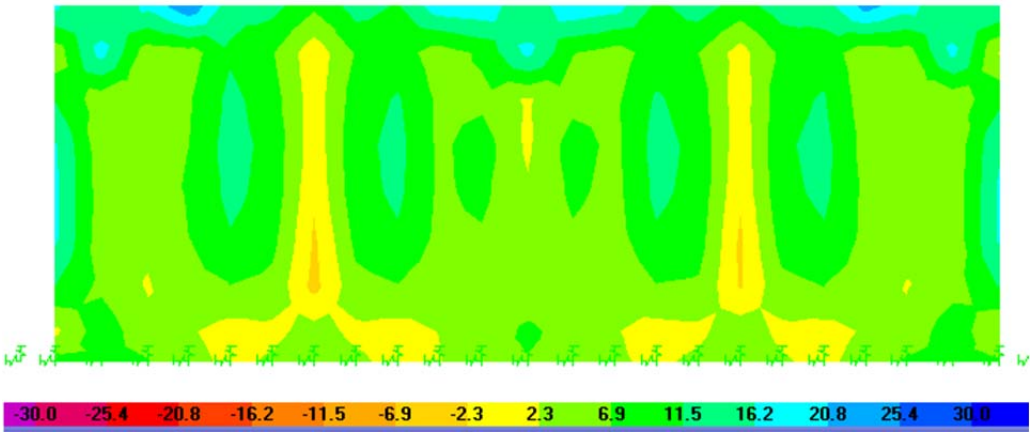


FIGURA 5-272 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

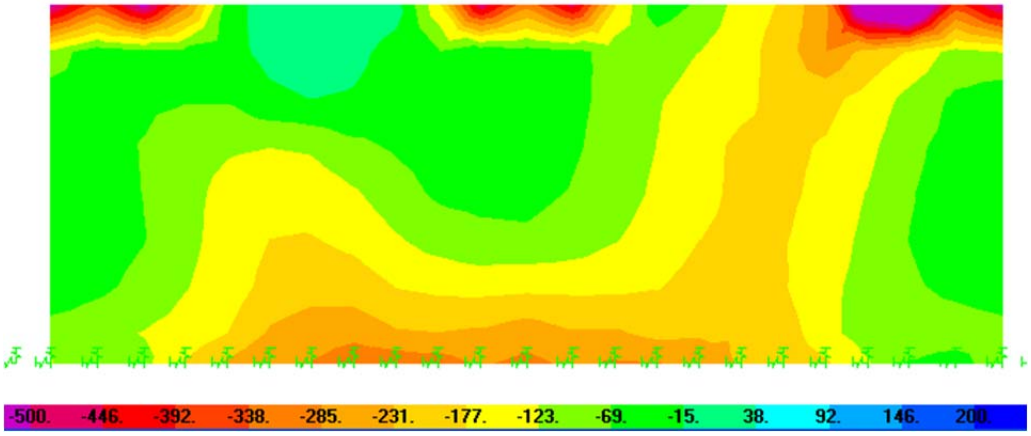


FIGURA 5-273 - PARETE FILO A - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

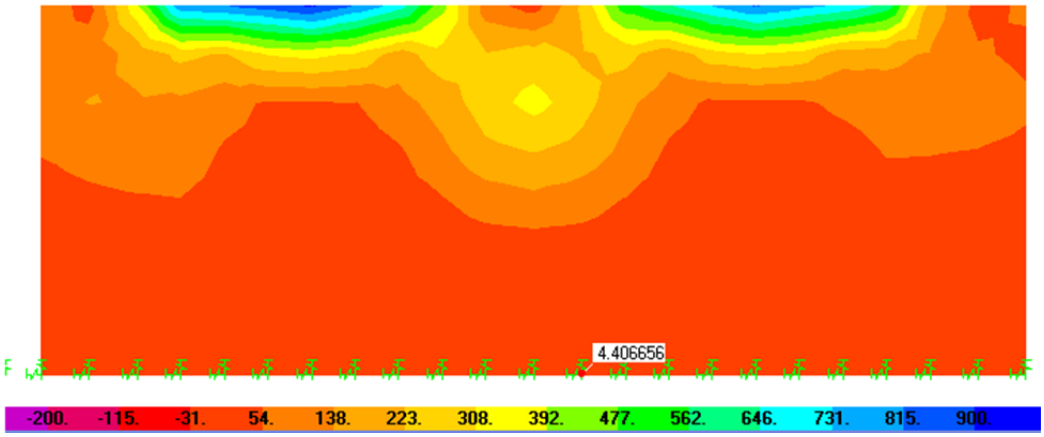


FIGURA 5-274 - PARETE FILO A - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

Parete A – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+200kN(tens)	-20kNm	**-**	**242**
M_{max}	+200kN	+17kNm	**-**	**229**
N_{min}	-300kN	-9kNm	**1.4**	**-**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1829mm^2(θ22/250+ θ14/500mm), H1=0.439m, H2=0.061m				
N_{max}	+800kN(tens.)	-34kNm	**-**	**263**

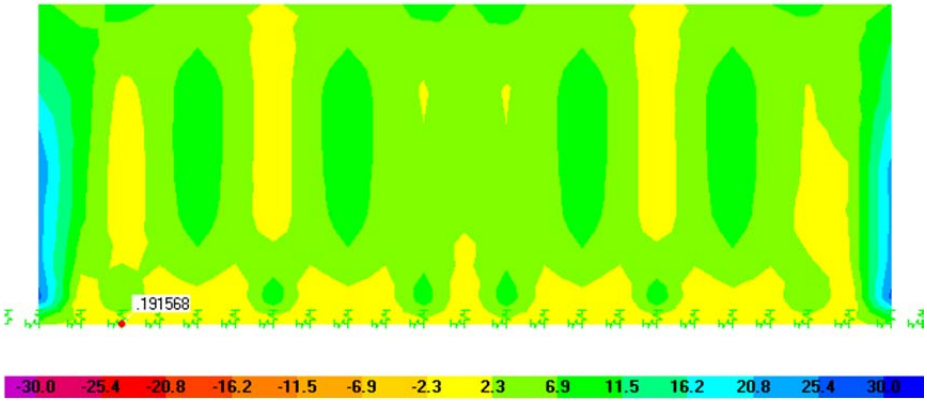


FIGURA 5-275 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

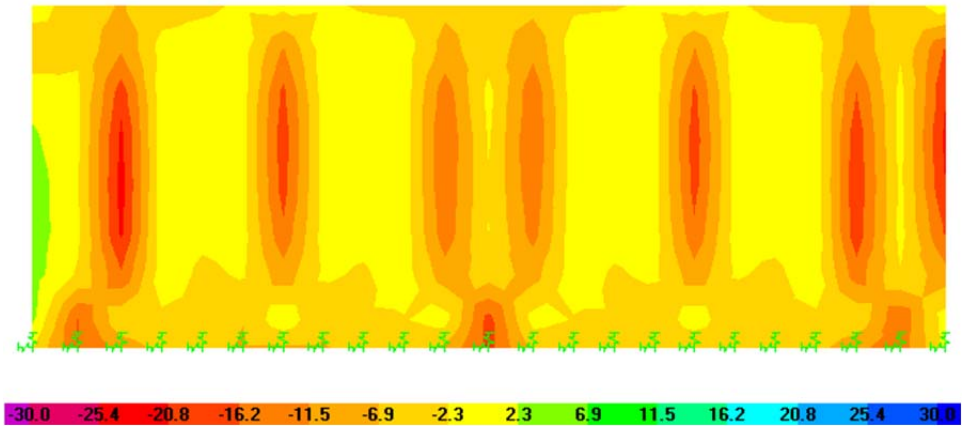


FIGURA 5-276 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

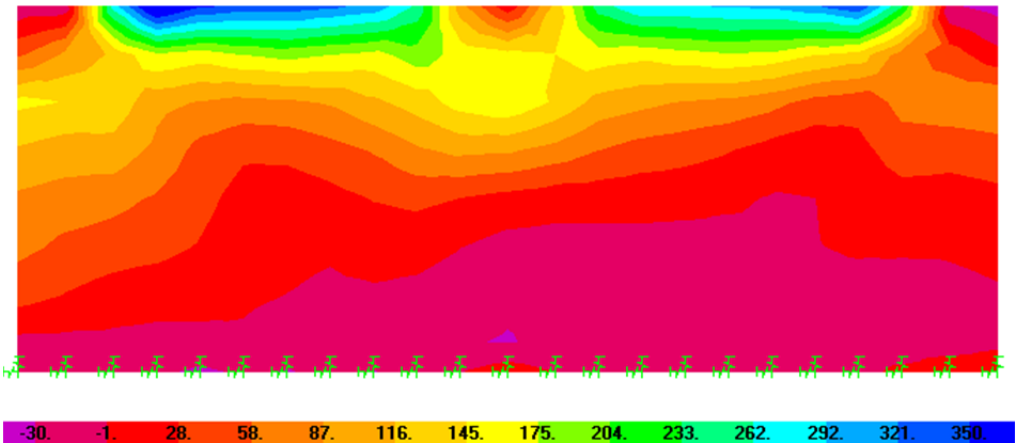


FIGURA 5-277 - SETTO FILO B - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

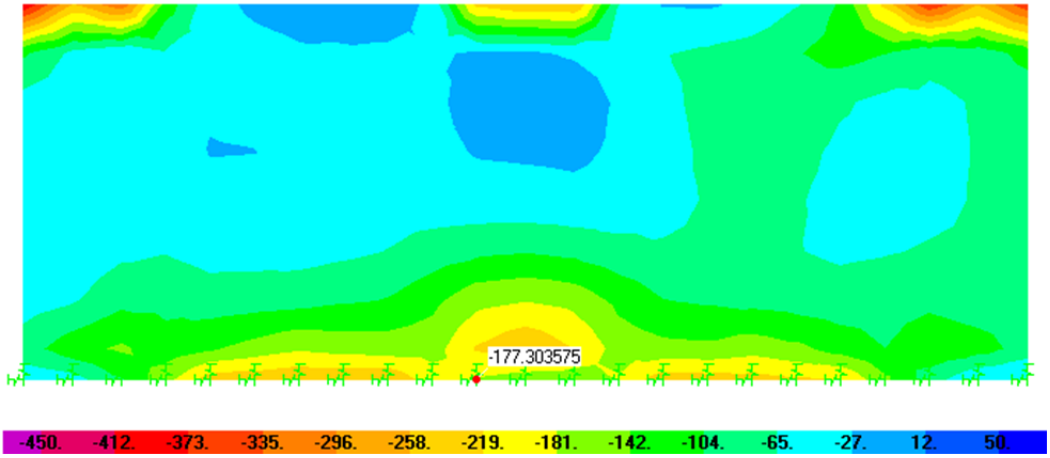


FIGURA 5-278 - SETTO FILO B - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

Setto B – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+105kN(tens)	-23kNm	**4.7**	**233**
M_{max}	+105kN	+25kNm	**5.1**	**247**
N_{min}	-260kN(comp.)	+25kNm	**4.1**	**31**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{max}	+110kN	+25kNm	**1.0**	**188**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m				
N_{max}	+360kN	-23kNm	**-**	**232**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m,				

H2=0.059m				
N_{max}	+360kN	-7kNm	-	**225**

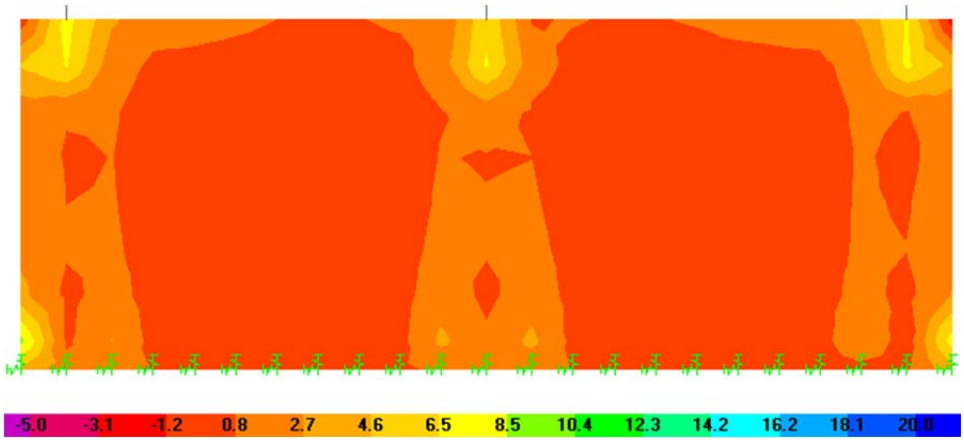


FIGURA 5-279 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

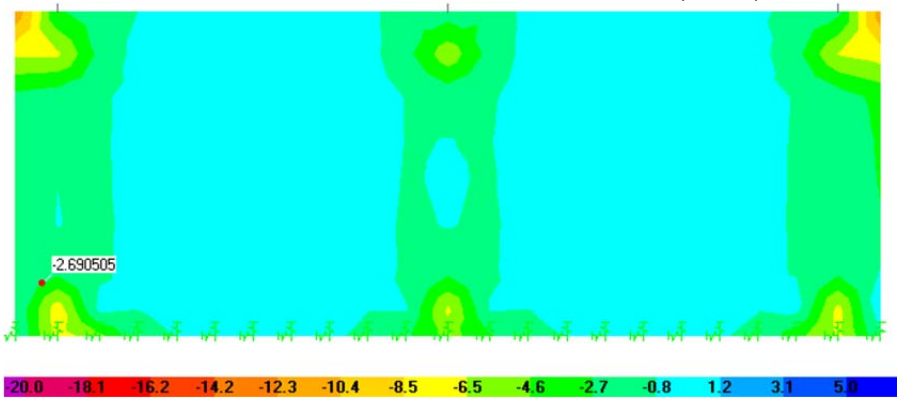


FIGURA 5-280 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

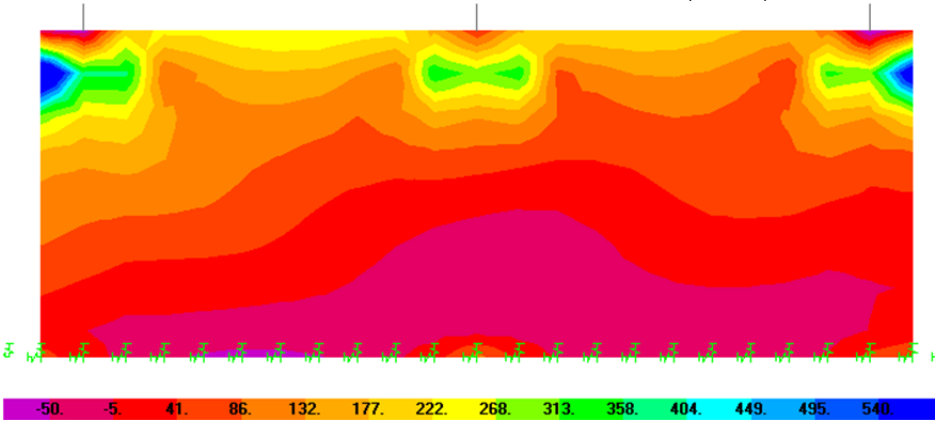


FIGURA 5-281 - SETTO FILO C - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

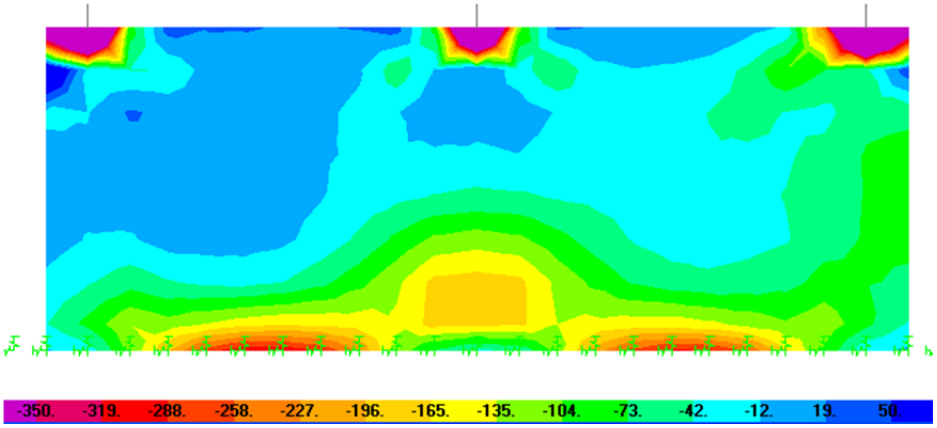


FIGURA 5-282 - SETTO FILO C - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

Setto C – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+70kN(tens.)	-5kNm	**0.9**	**83**
M_{max}	+70kN	+9kNm	**1.8**	**111**
N_{max}	+70kN	+9kNm	**1.8**	**111**
N_{min}	-250kN(comp.)	-5kNm	**1.4**	**-**
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
M_{min}	+140kN	-8kNm	**-**	**144**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1564mm^2(θ20/250+ θ14/500mm), H1=0.440m, H2=0.06m,solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+540kN	-10kNm	**-**	**186**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1257mm^2(θ20/250mm), H1=0.19m, H2=0.06m				
N_{max}	+350kN	-2kNm	**-**	**119**

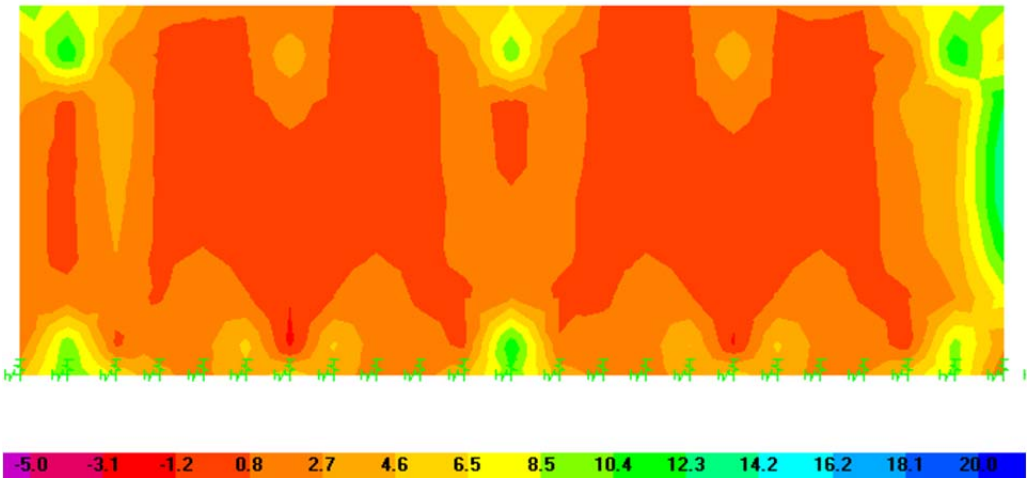


FIGURA 5-283 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

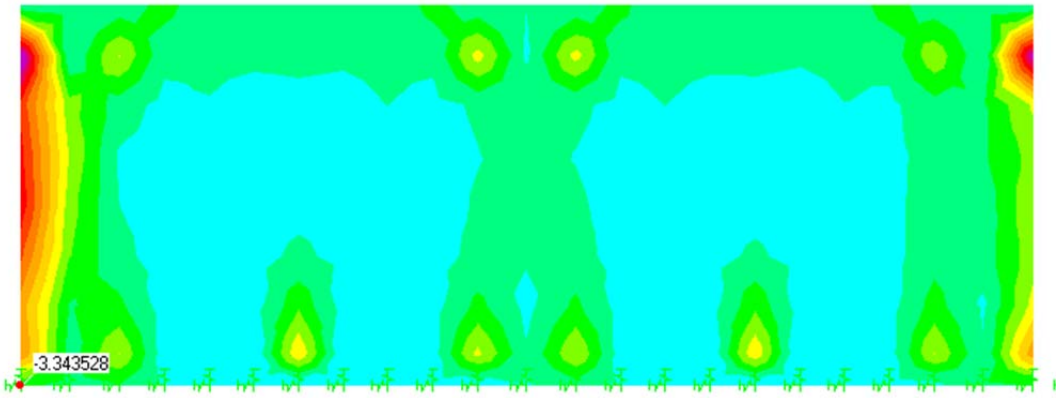


FIGURA 5-284 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

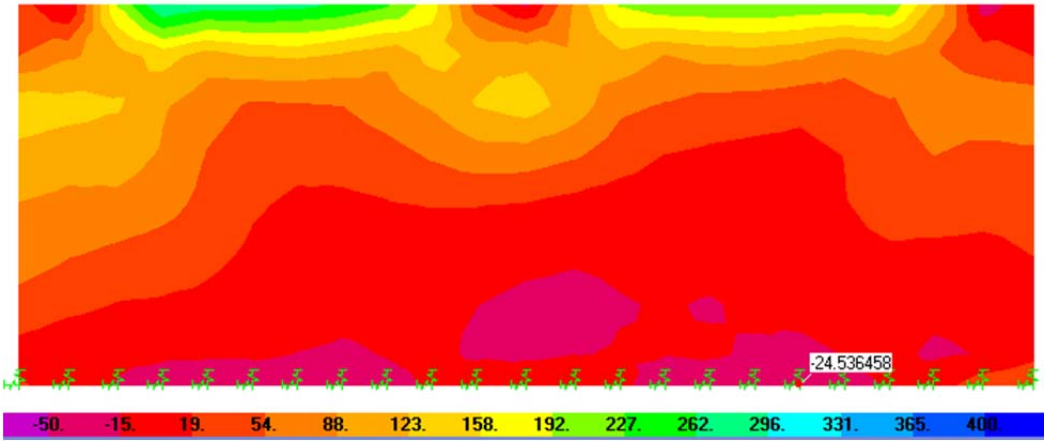


FIGURA 5-285 - SETTO FILO D - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

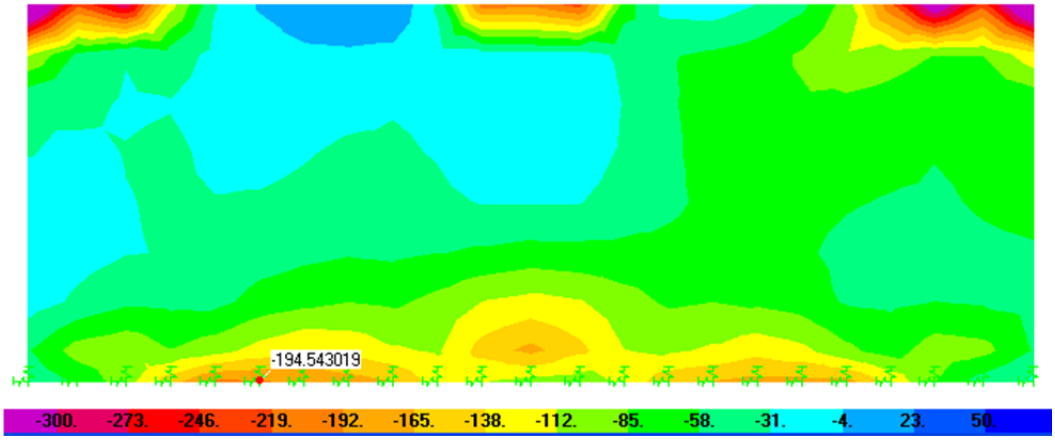


FIGURA 5-286 - SETTO FILO D - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

Setto D – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=534mm^2(θ12/500mm+ θ14/500mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+105kN(tens.)	-7kNm	**1.4**	**181**
M_{max}	+105kN	+4kNm	**0.1**	**150**
N_{max}	+105kN	+13kNm	**3.1**	**242**
N_{min}	-200kN(comp.)	-7kNm	**1.4**	**-**
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=710mm^2(θ16/500mm+ θ14/500mm), H1=0.442m, H2=0.058m in corrispondenza di parete E				
M_{min}	+105kN	-11kNm	**-**	**112**
M_{max}	+105kN	+13kNm	**-**	**119**
da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.441m, H2=0.059m solo in corrispondenza di parete E				
N_{max}	+200kN	-22kNm	**-**	**152**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+300kN	-6kNm	**-**	**189**

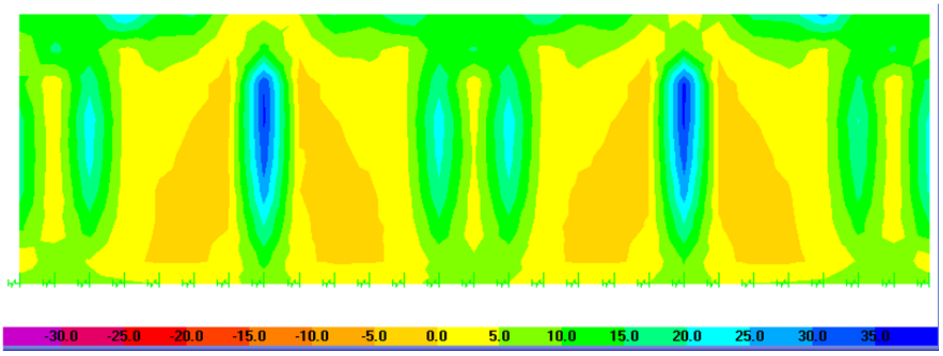


FIGURA 5-287 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-M11

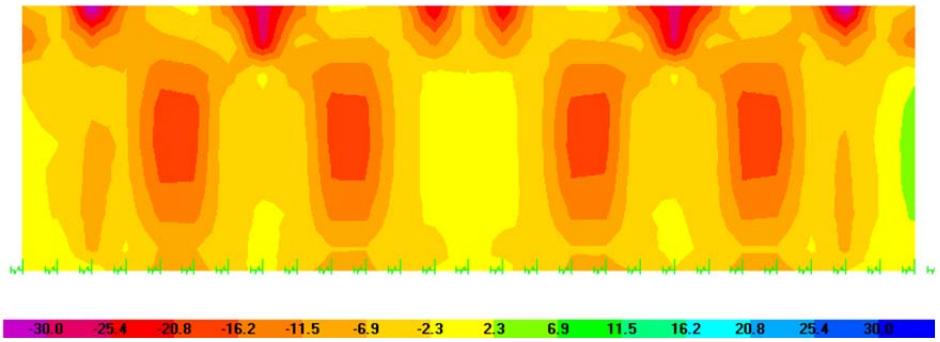


FIGURA 5-288 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-M11

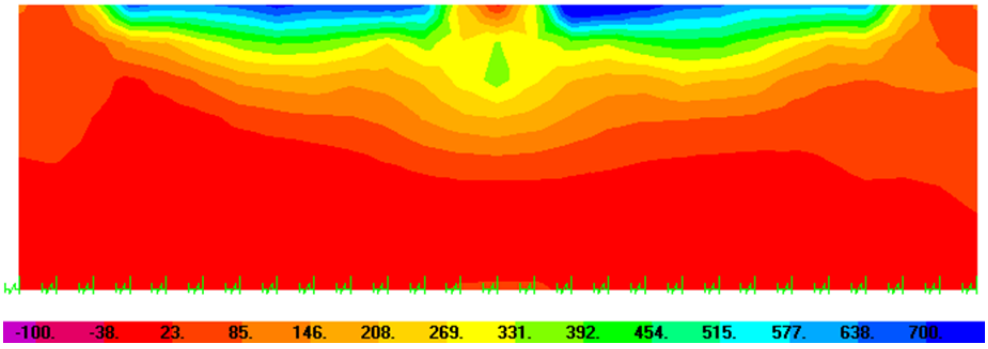


FIGURA 5-289 - PARETE FILO E - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-F11

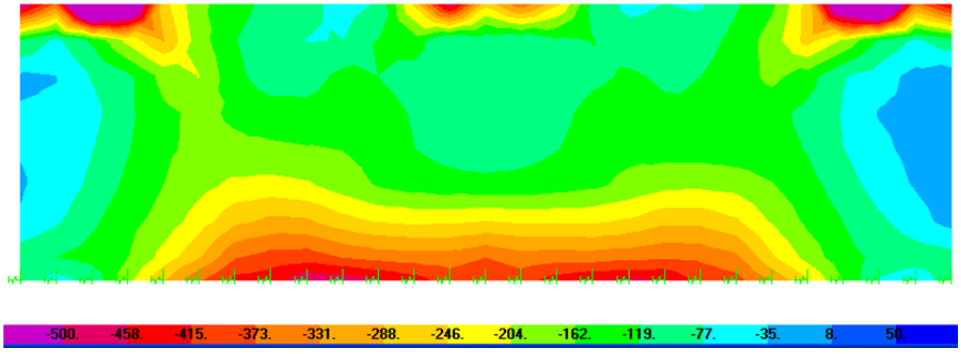


FIGURA 5-290 - PARETE FILO E - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-F11

Parete E – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.442m, H2=0.058m				
Combinazione	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+160kN(tens)	-18kNm	**-**	**155**
M_{max}	+160kN	+34kNm	**1.1**	**203**
N_{max}	+160kN	-18kNm	**-**	**155**
N_{min}	-450kN	-18kNm	**1.3**	**-**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=1884mm^2(θ20/250+ θ20/500mm), H1=0.440m, H2=0.06m				
N_{max}	+700	-25kNm	**-**	**217**

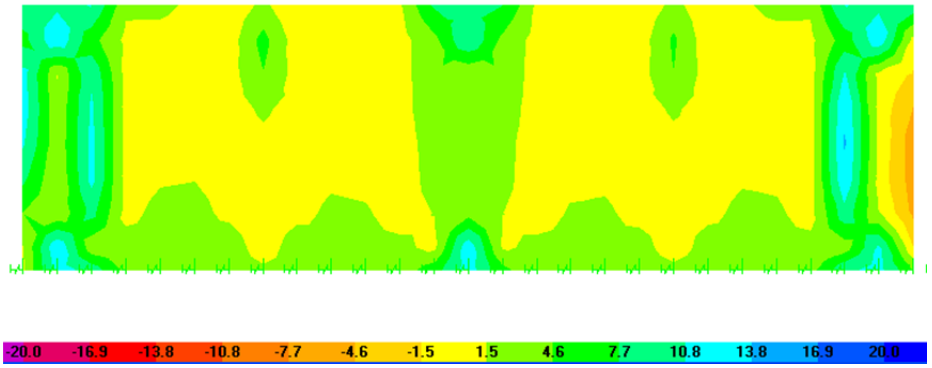


FIGURA 5-291 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

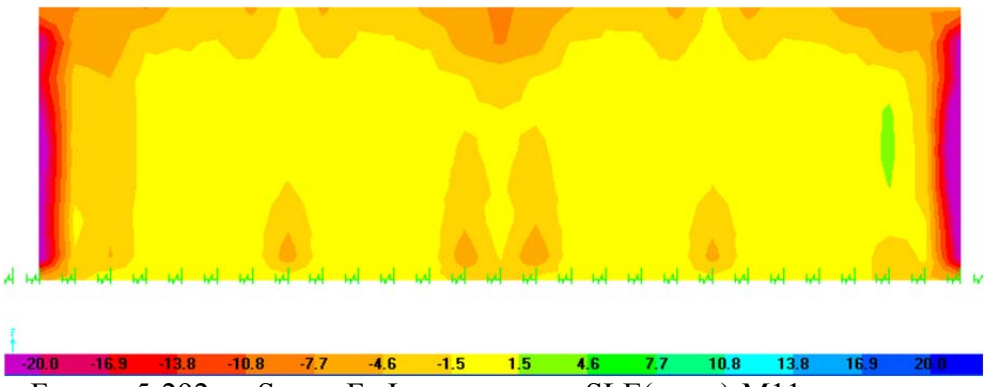


FIGURA 5-292 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

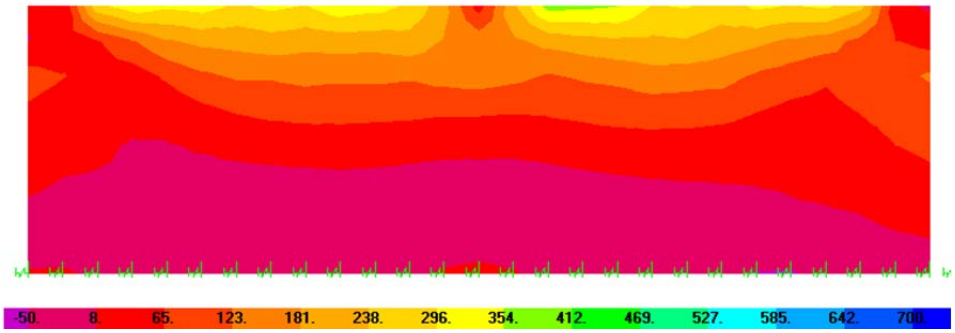


FIGURA 5-293 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

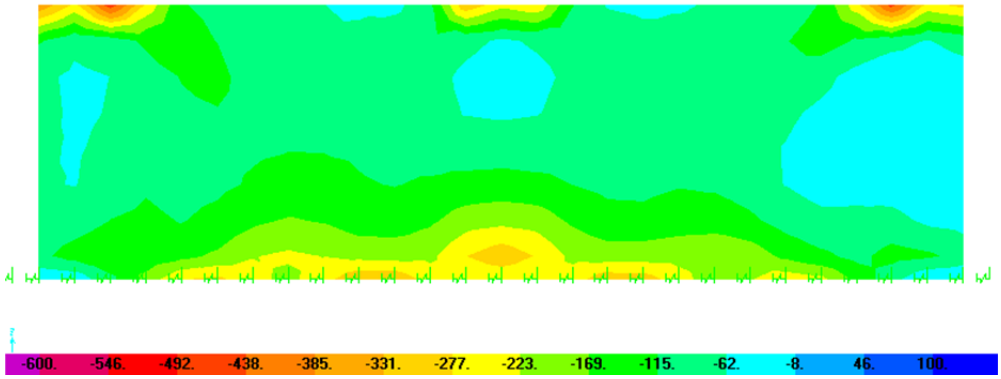


FIGURA 5-294 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

Setto F – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m in corrispondenza della parete A				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+80kN	-20kNm	**0.8**	**143**
M_{max}	+80kN	+10kNm	**-**	**105**
N_{min}	-260kN	-20kNm	**1.0**	**-**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
M_{min}	+60kN	-11kNm	**2.5**	**152**
M_{max}	+60kN	+19kNm	**4.3**	**223**
N_{min}	-260kN	+19kNm	**3.0**	**8**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=1016mm^2(θ18/250mm), H1=0.191m, H2=0.059m				
N_{max}	+314kN	-10kNm	**-**	**225**

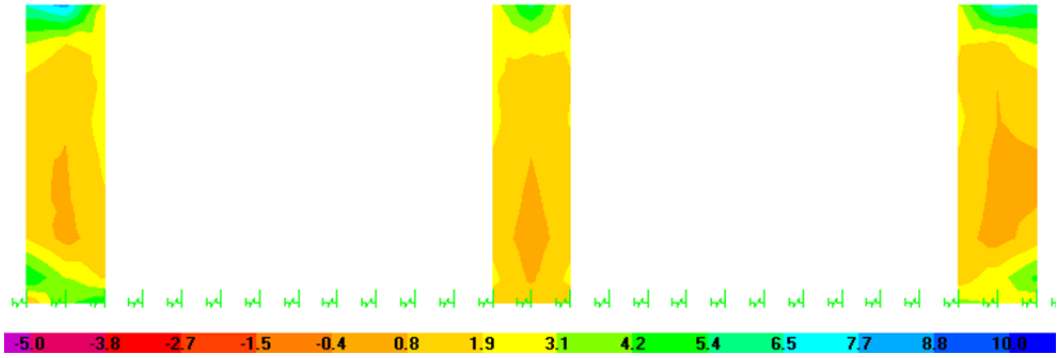


FIGURA 5-295 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M11

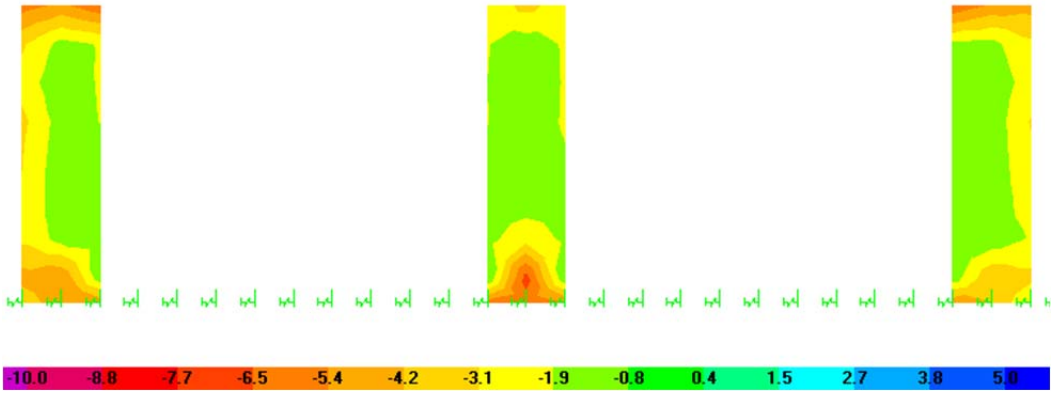


FIGURA 5-296 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M11

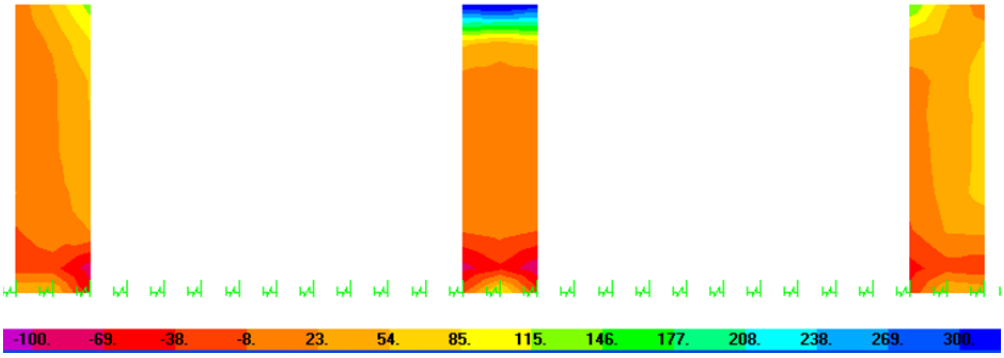


FIGURA 5-297 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F11

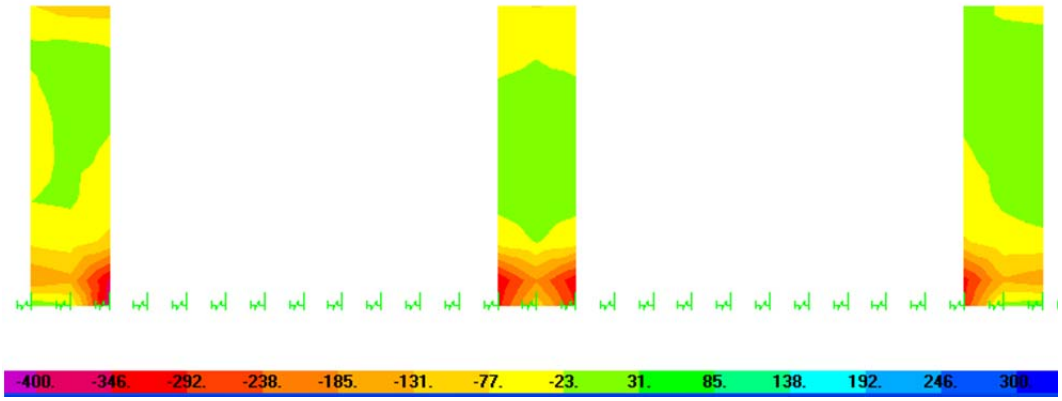


FIGURA 5-298 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F11

Setti fra F/G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
Da 0 a +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ12/250mm), H1=0.444m, H2=0.056m in corrispondenza della parete A				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+55kN	+5kNm	**-**	**88**
M_{max}	+55kN	+5kNm	**-**	**88**
N_{max}	+55kN	-5kNm	**-**	**88**
N_{min}	-280kN	-5kNm	**0.7**	**-**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
N_{max}	+270kN	+7kNm	**-**	**244**

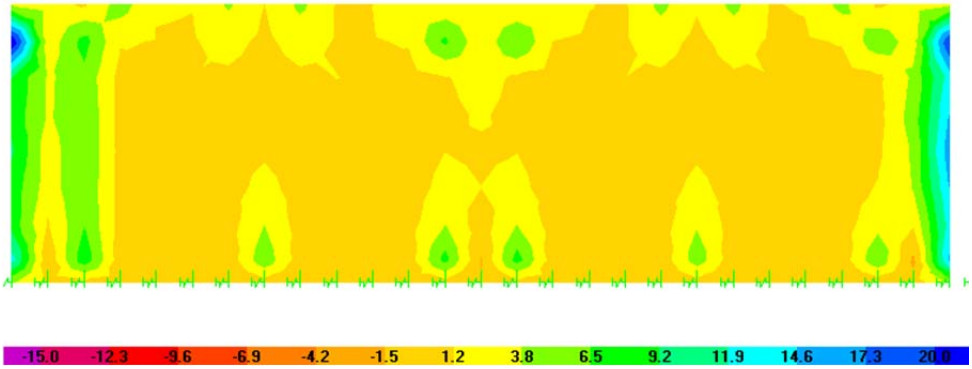


FIGURA 5-299 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-M11

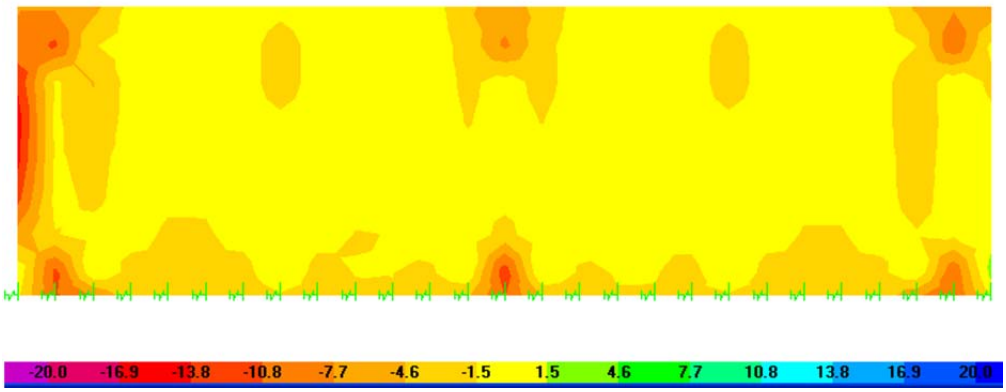


FIGURA 5-300 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-M11

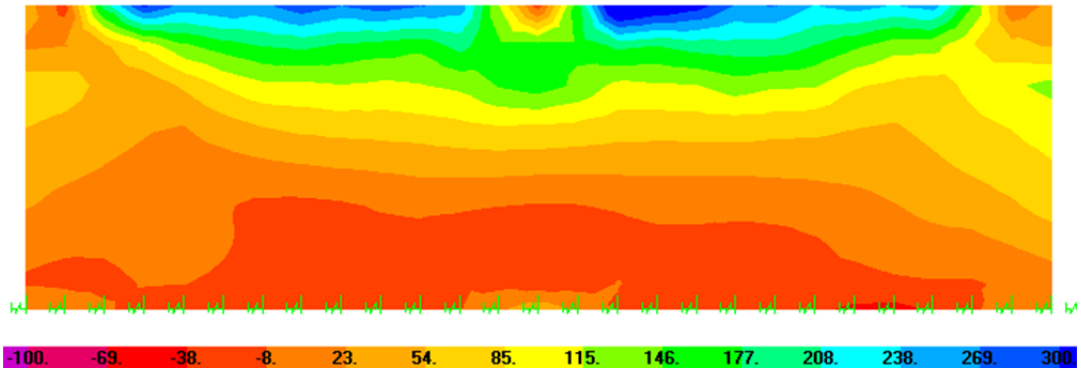


FIGURA 5-301 - SETTO G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-F11

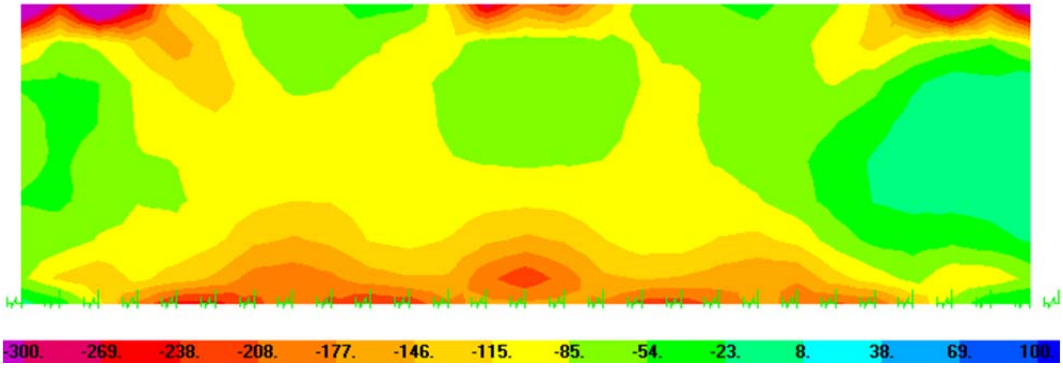


FIGURA 5-302 - SETTO G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-F11

Setto G – ferri orizzontali - Verifiche agli SLE(combinazioni rare)				
Da 0 a +4.50				
B=1.0mH=0.5m A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.443m, H2=0.057m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
M_{min}	+90kN	-17kNm	**0.5**	**141**
M_{max}	+90kN	+15kNm	**0.3**	**133**
N_{min}	-200kN	-17kNm	**0.7**	**-**
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=616mm^2(θ14/250mm), H1=0.193m, H2=0.057m				
M_{min}	+70kN	+2kNm	**-**	**79**
M_{max}	+70kN	+6kNm	**1.7**	**117**
N_{min}	-200kN	+6kNm	**1.3**	**-**
Da +4.50				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=804mm^2(θ16/250mm), H1=0.192m, H2=0.058m				
N_{max}	+300kN	+5kNm	**-**	**229**

Monconi di ripresa e ferri verticali agli SLE (combinazioni rare)

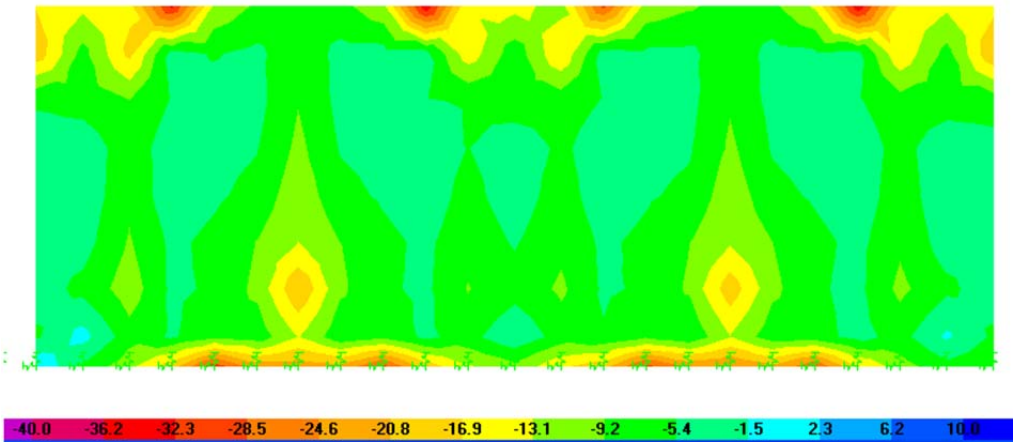


FIGURA 5-303 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

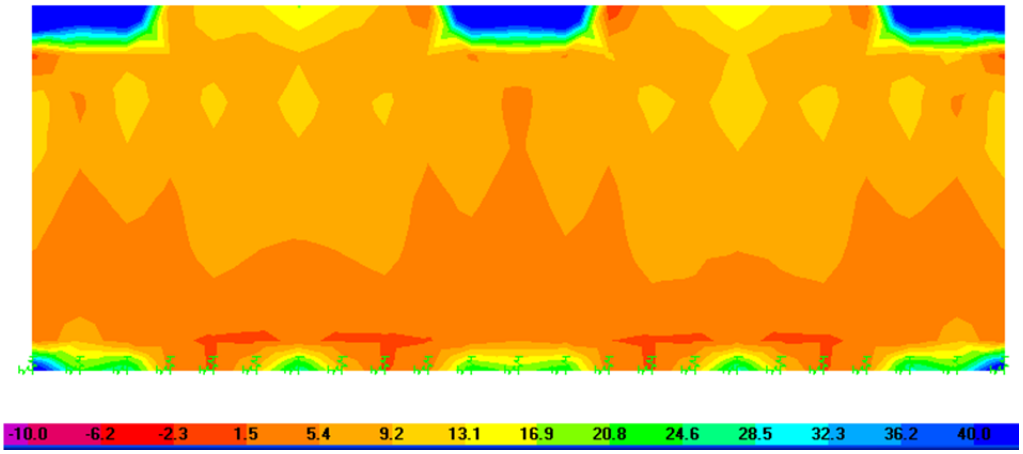


FIGURA 5-304 - PARETE A - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

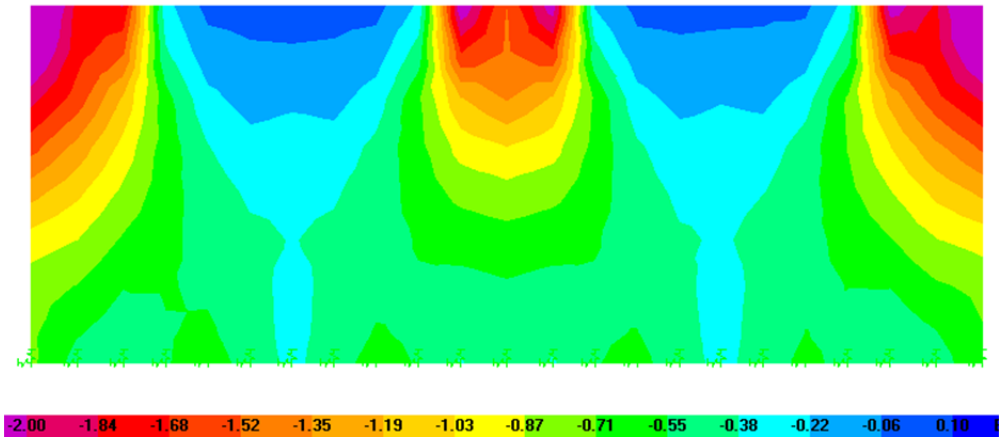


FIGURA 5-305 - PARETE A - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F22

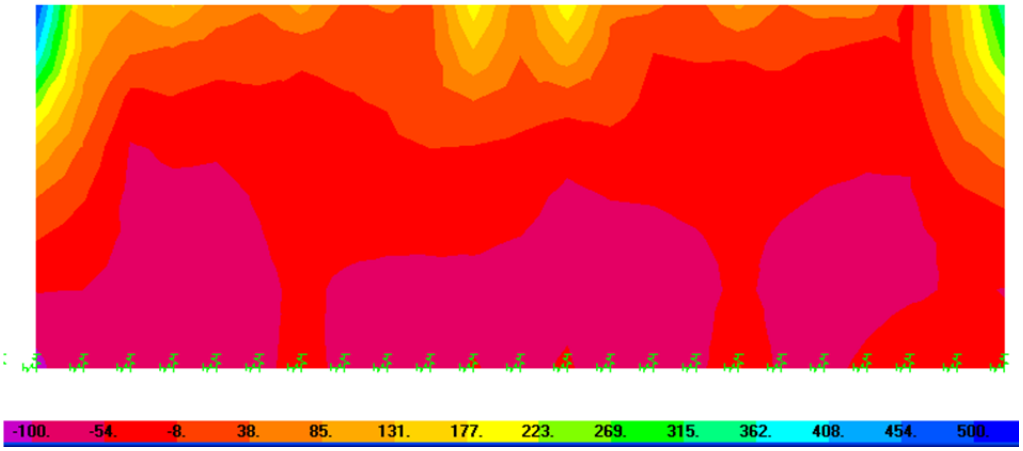


FIGURA 5-306 - PARETE A- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F22

Parete A – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0mH=0.5m A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-400kN	+32kNm	**1.5**	**-**
M_{min}/N_{max}	-80kN	-25kNm	**1.5**	**56**
M_{max}/N_{max}	-80kN	+32kNm	**1.7**	**53**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-340kN	+40kNm	**1.7**	**2**
M_{min}/N_{max}	+130kN	-13kNm	**-**	**258**
M_{max}/N_{max}	+130kN	+13kNm	**-**	**258**

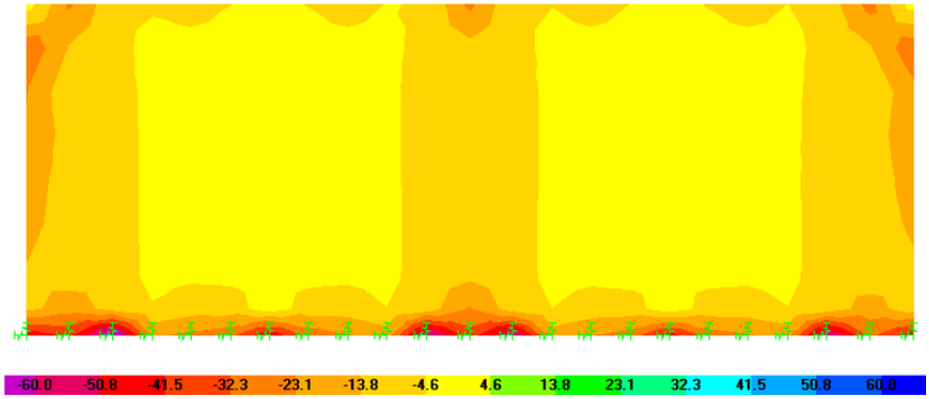


FIGURA 5-307 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

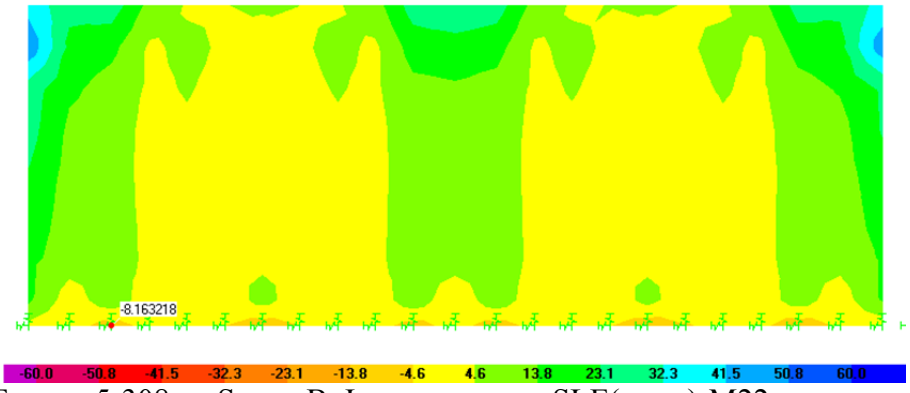


FIGURA 5-308 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

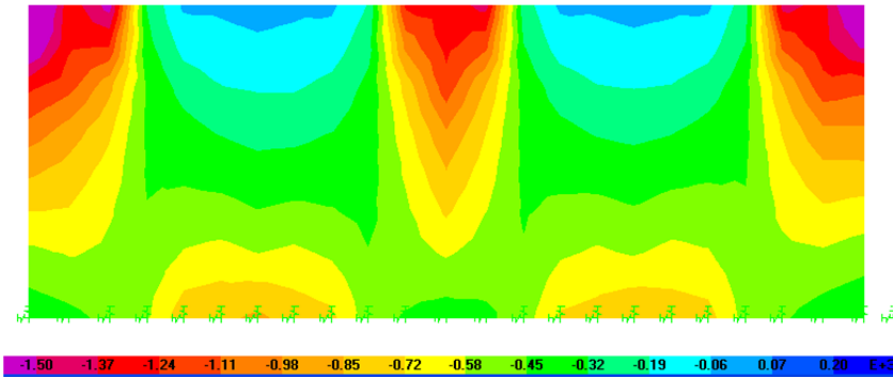


FIGURA 5-309 - SETTO B- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F22

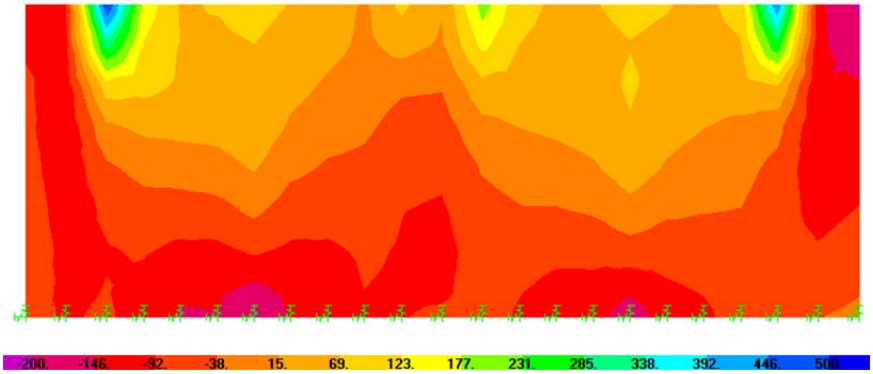


FIGURA 5-310 - SETTO B- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F22

Setto B – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-820kN	-50kNm	**8.0**	**-**
M_{min}/N_{max}	-120kN	-50kNm	**11.4**	**298**
M_{max}/N_{max}	-120kN	+8kNm	**1.3**	**1**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	-90kN	-70kNm	**3.8**	**166**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.070m				
N_{min}	-700kN	+20kNm	**4.5**	**-**
M_{min}/N_{max}	+96kN	-6kNm	**1.7**	**157**
M_{max}/N_{max}	+96kN	+20kNm	**5.7**	**298**

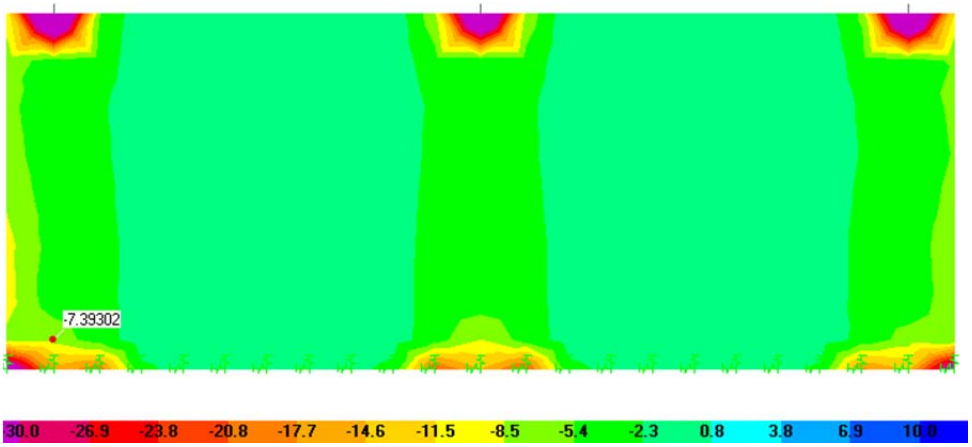


FIGURA 5-311 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

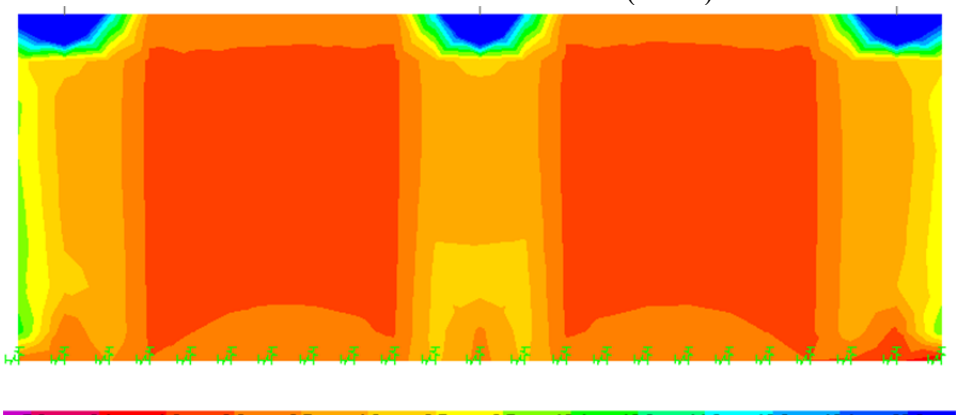


FIGURA 5-312 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

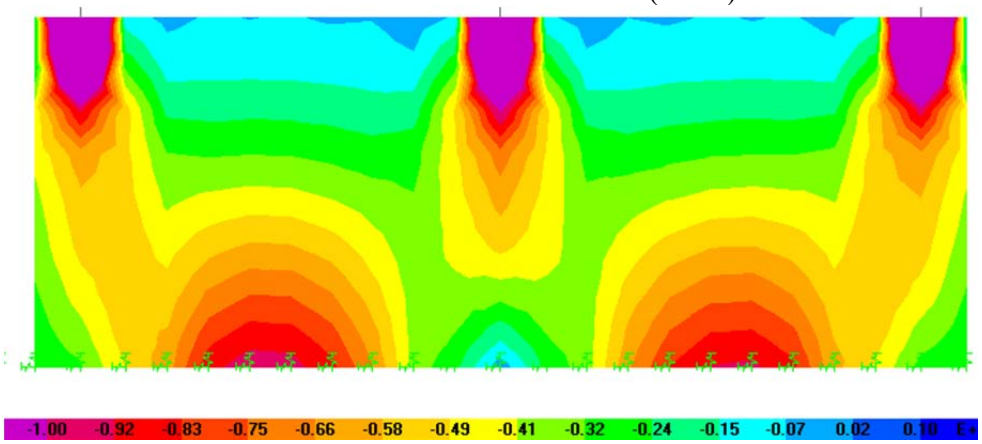


FIGURA 5-313 - SETTO C- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F22

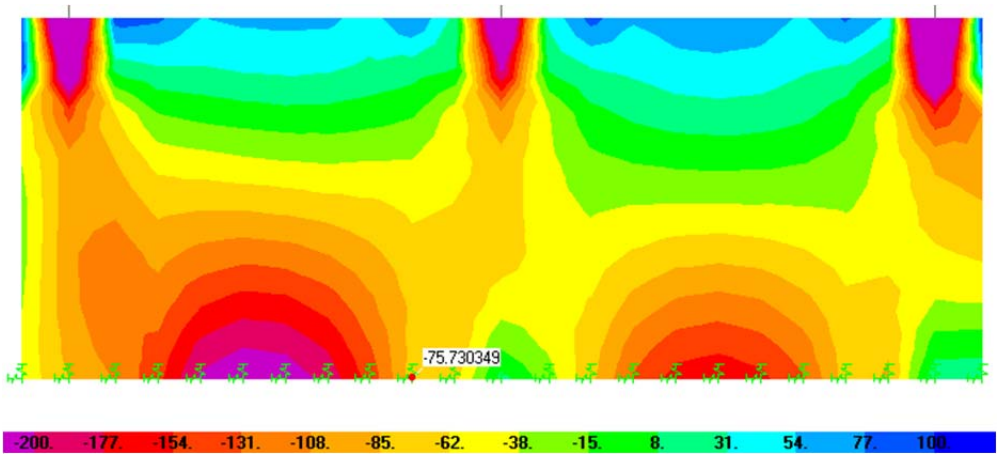


FIGURA 5-314 - SETTO C- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F22

Setto C – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.178m, H2=0.072m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-940kN	-11kNm	**4.5**	**-**
M_{min}/N_{max}	-210kN	-11kNm	**1.8**	**-**
M_{max}/N_{max}	-210kN	+2kNm	**1.0**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{min}/N_{max}	-60kN	-30kNm	**1.6**	**58**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-70kN	-2kNm	**0.4**	**-**
M_{min}/N_{max}	+50kN	-2kNm	**0.5**	**71**
M_{max}/N_{max}	+50kN	+1kNm	**-**	**59**

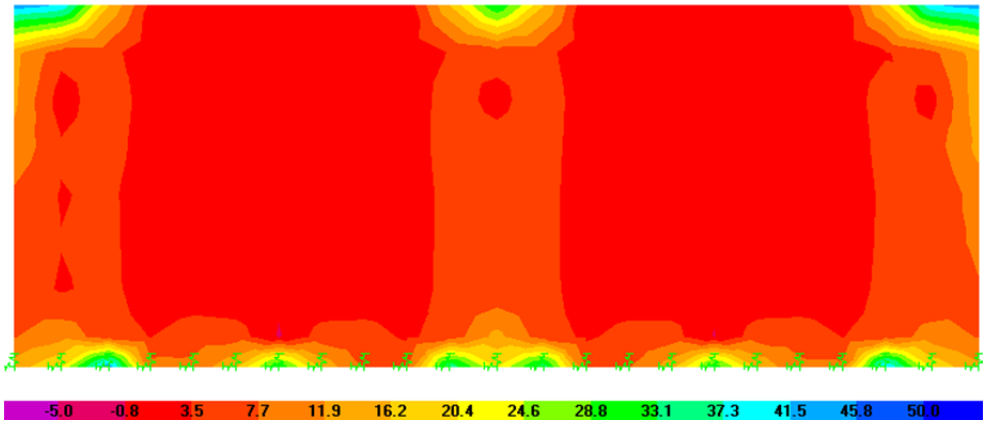


FIGURA 5-315 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

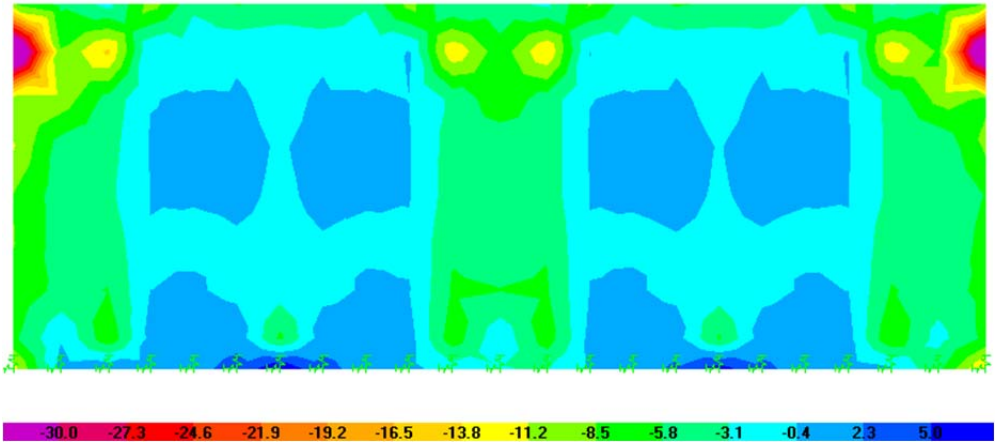


FIGURA 5-316 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

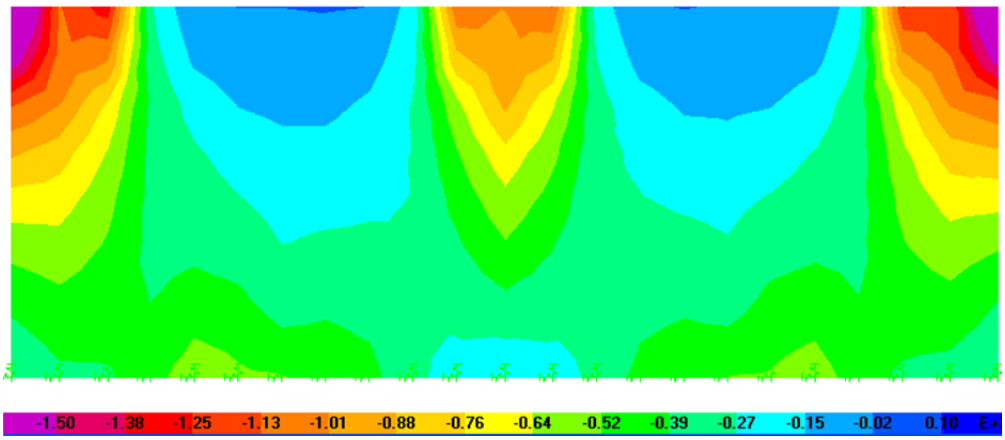


FIGURA 5-317 - SETTO D- INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F22

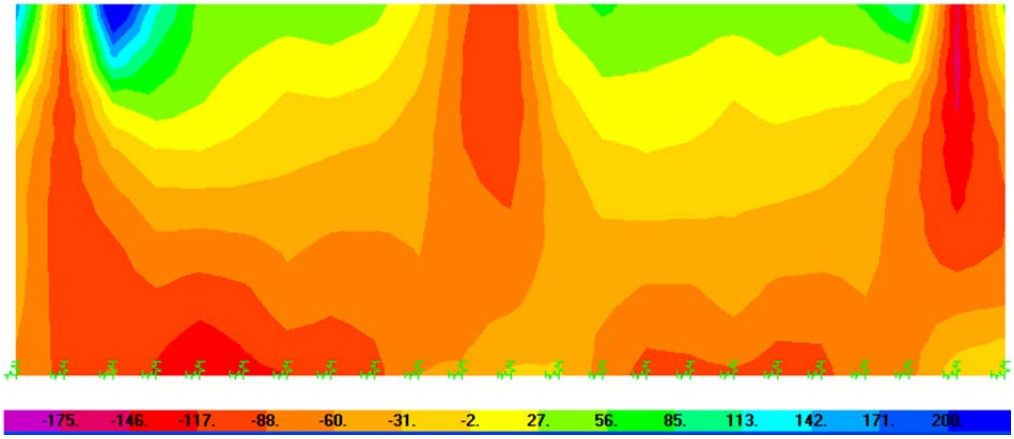


FIGURA 5-318 - SETTO D- INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F22

Setto D – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.18m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-300kN	+33kNm	**6.4**	**74**
M_{min}/N_{max}	-30kN	-2kNm	**0.3**	**-**
M_{max}/N_{max}	-30kN	+33kNm	**8.7**	**305**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	-15kN	+44kNm	**2.4**	**131**
Verticali correnti				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-30kN	+15kNm	**3.8**	**123**
M_{min}/N_{max}	+35kN	-10kNm	**2.5**	**68**
M_{max}/N_{max}	+35kN	+15kNm	**3.8**	**118**

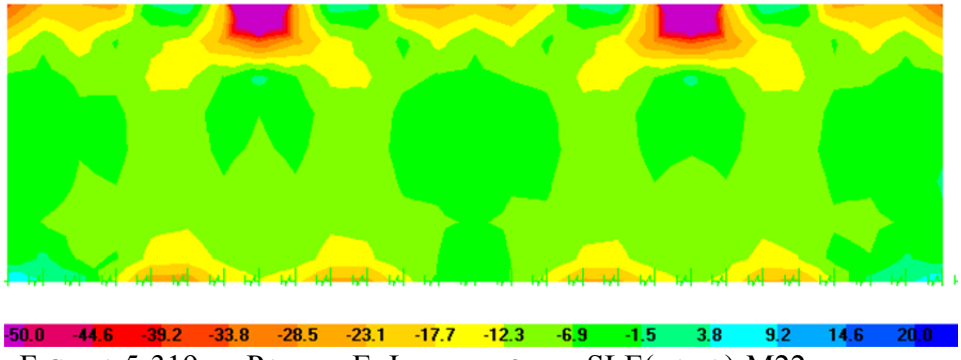


FIGURA 5-319 - PARETE E- INVILUPPO MIN SLE(RARA)-M22

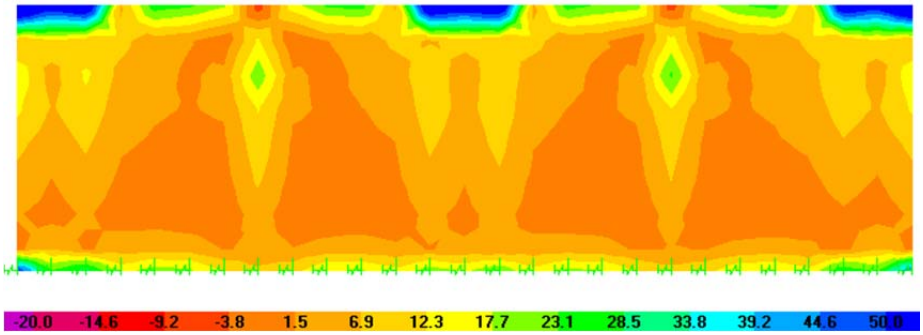


FIGURA 5-320 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-M22

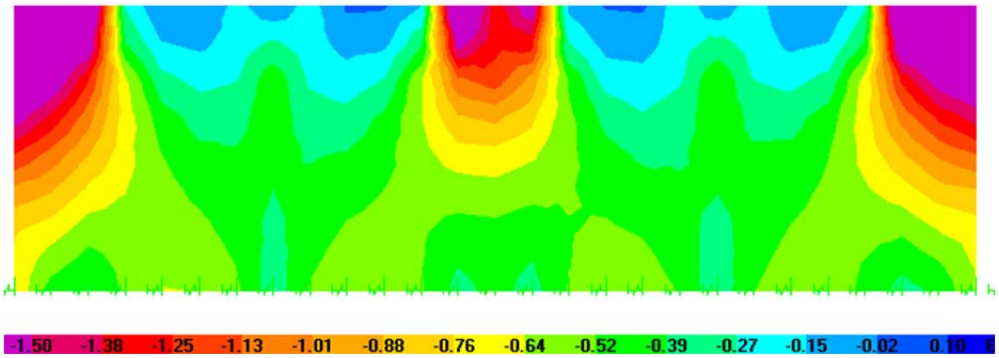


FIGURA 5-321 - PARETE E - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-F22

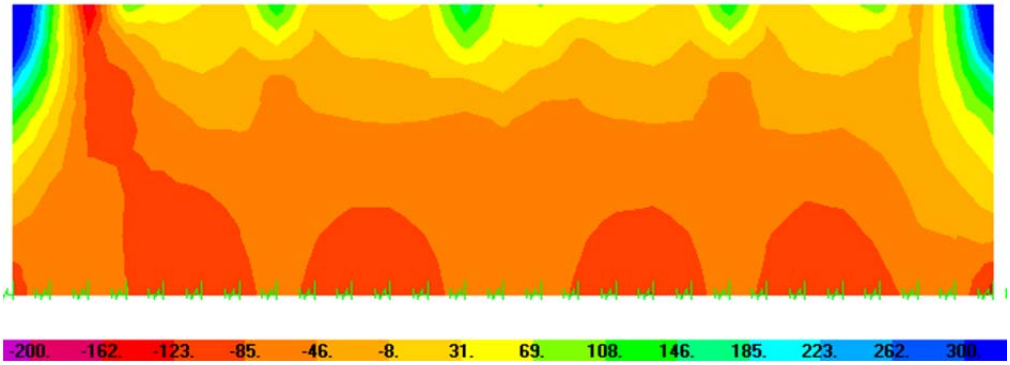


FIGURA 5-322 - PARETE E - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-F22

Parete E – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m				
B=1.0m,H=0.5m,A1= 770mm^2(θ14/200mm), A2=385mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-450kN	-26kNm	**1.5**	**-**
M_{min}/N_{max}	-60kN	-26kNm	**1.4**	**46**
M_{max}/N_{max}	-60kN	+25kNm	**1.7**	**79**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.5m,A1=A2=452mm^2(θ14/400mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{min}	-70kN	+22kNm	**1.4**	**49**
M_{min}/N_{max}	+50kN	-21kNm	**1.5**	**200**
M_{max}/N_{max}	+50kN	+22kNm	**1.6**	**206**

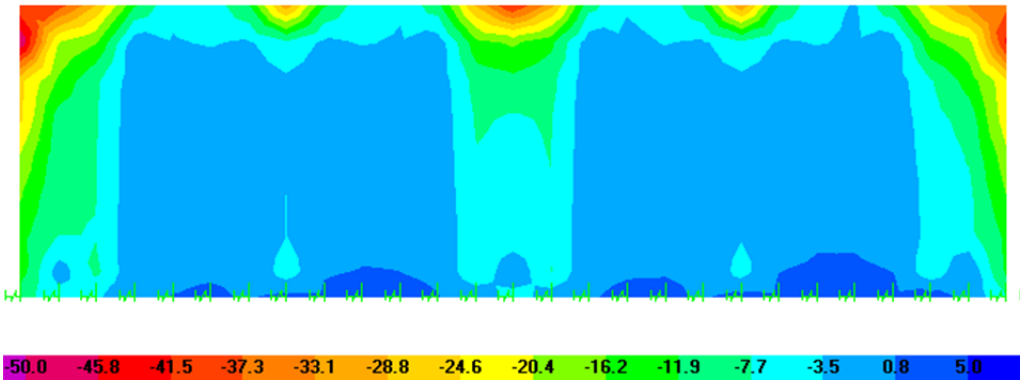


FIGURA 5-323 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-M22

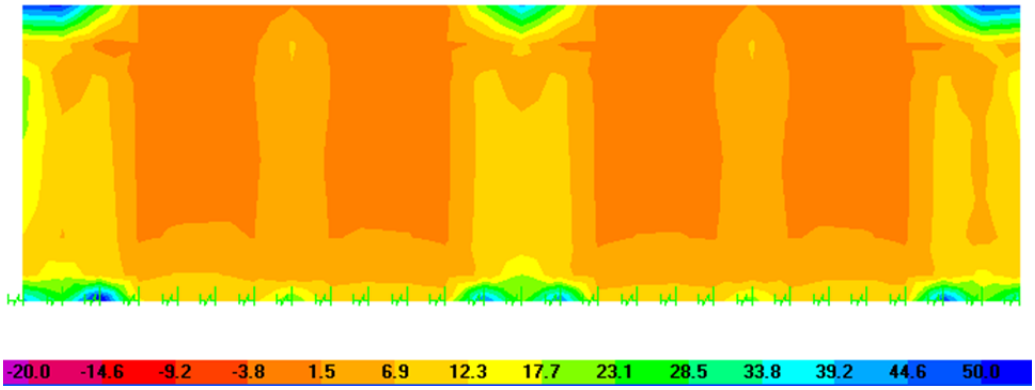


FIGURA 5-324 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-M22

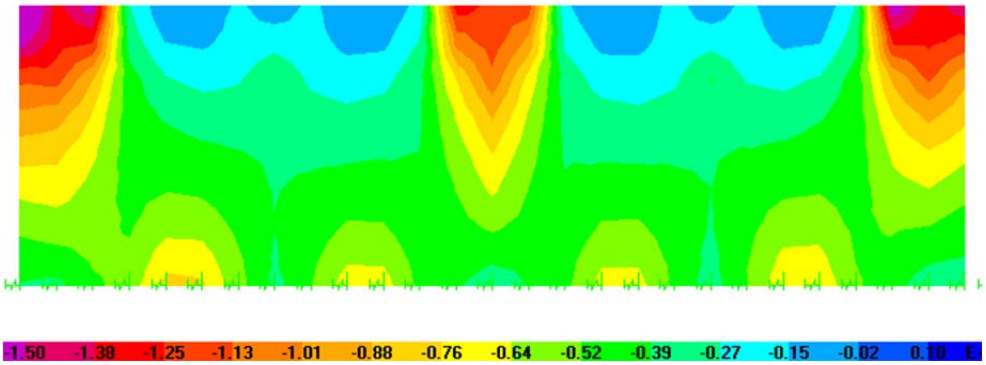


FIGURA 5-325 - SETTO F - INVILUPPO MIN SLE(RARE)-F22

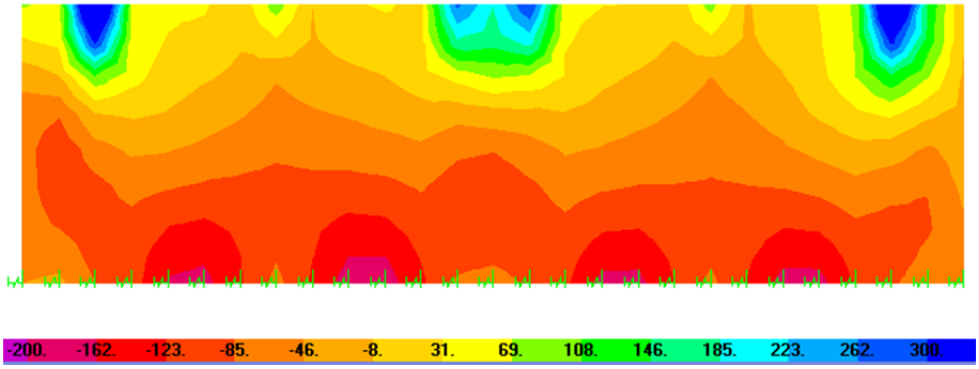


FIGURA 5-326 - SETTO F - INVILUPPO MAX SLE(RARE)-F22

Setto F – ferri verticali - Verifiche agli SLE(Combinazioni rare)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-750kN	+20kNm	**4.6**	**-**
M_{min}/N_{max}	-100kN	+15kNm	**3.0**	**48**
M_{max}/N_{max}	-100kN	+1kNm	**0.5**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0m,H=0.50m,A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
M_{max}/N_{max}	-70kN	+50kNm	**2.7**	**207**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-90kN	+3kNm	**0.6**	**-**
M_{min}/N_{max}	+40kN	-15kNm	**4.2**	**191**
M_{max}/N_{max}	+40kN	+3kNm	**0.9**	**71**

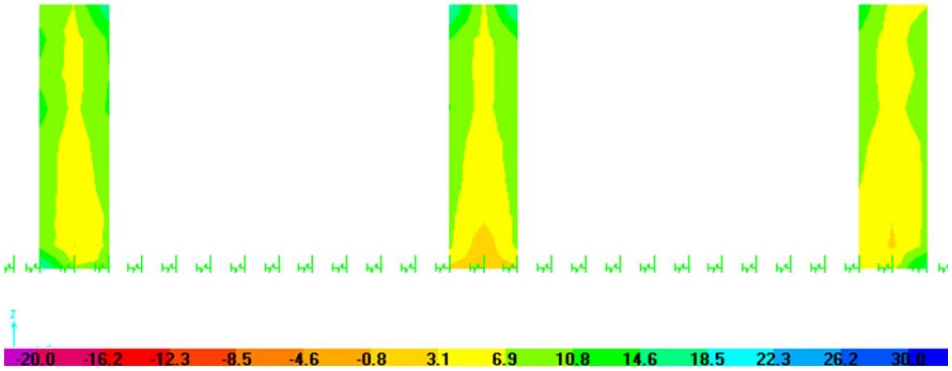


FIGURA 5-327 - SETTI F/G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-M22

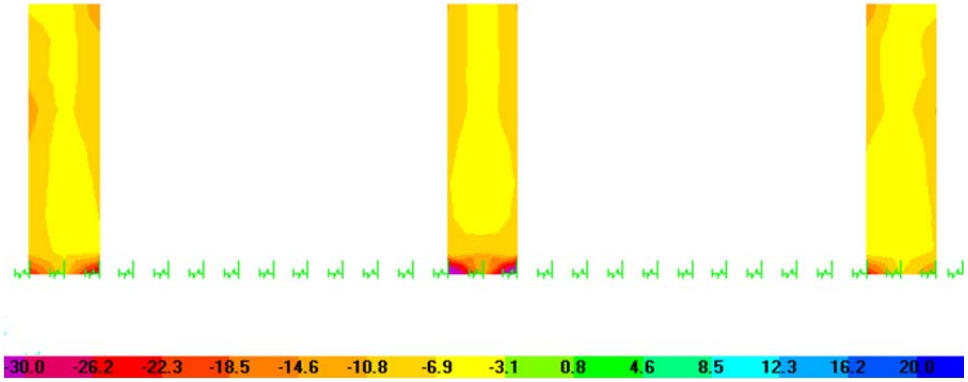


FIGURA 5-328 - SETTI F/G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-M22

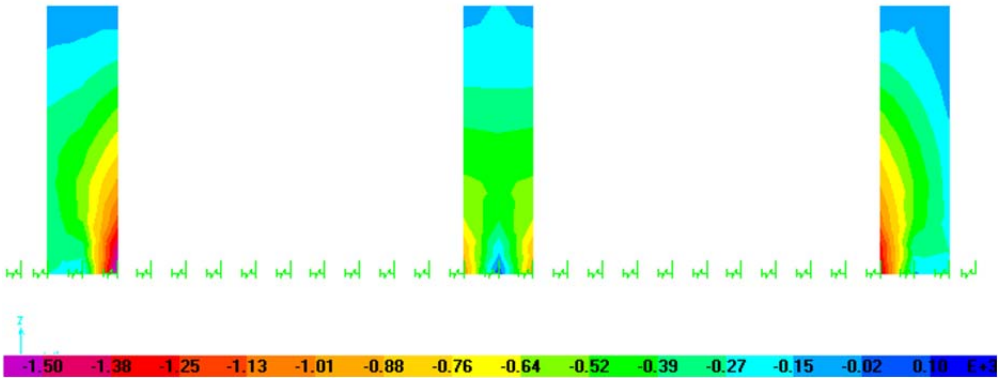


FIGURA 5-329 - SETTI FRA F/G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-F22

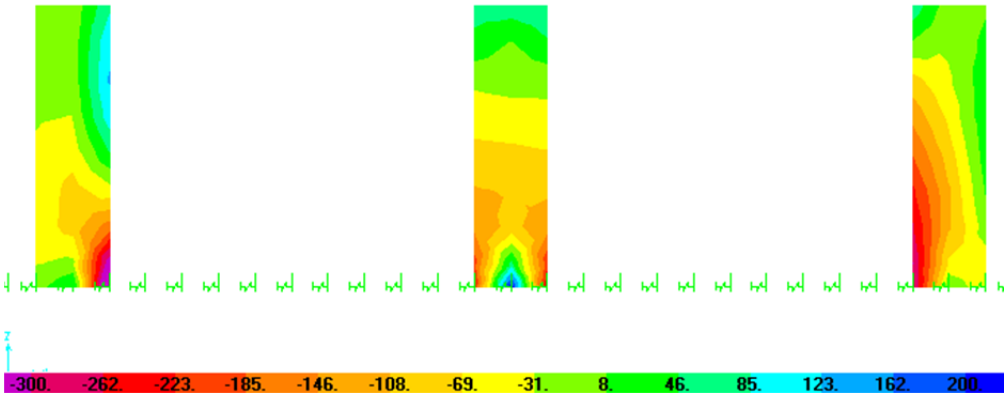


FIGURA 5-330 - SETTI F/G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-F22

Setti fra F/G – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazione rara)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.430m, H2=0.07m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-1000kN	-23kNm	**2.5**	**-**
M_{min}/N_{max}	-20kN	-23kNm	**1.4**	**81**
M_{max}/N_{max}	-20kN	+12kNm	**0.7**	**34**

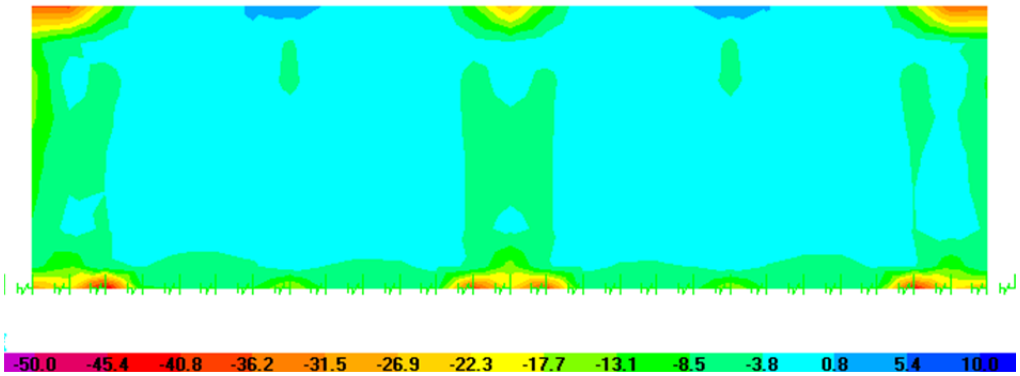


FIGURA 5-331 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-M22

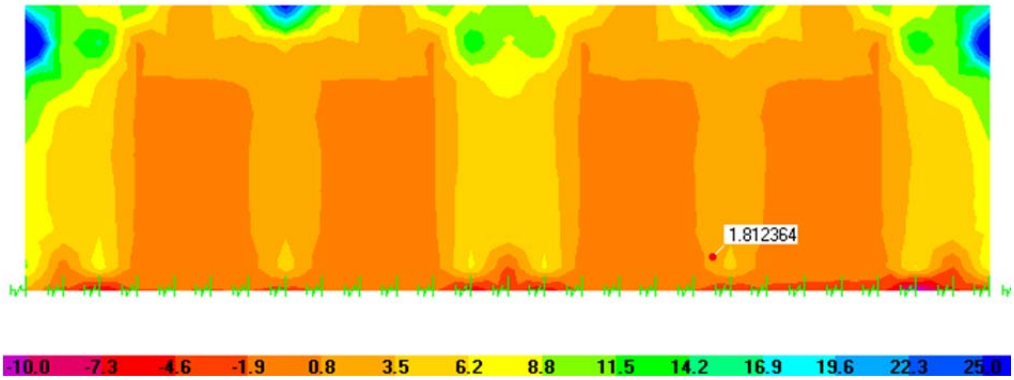


FIGURA 5-332 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-M22

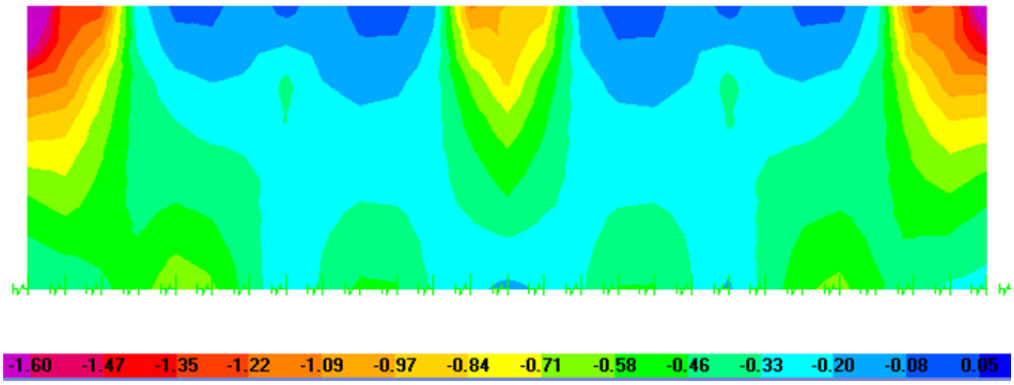


FIGURA 5-333 - SETTI G - INVILUPPO MIN SLE(RARA)-F22

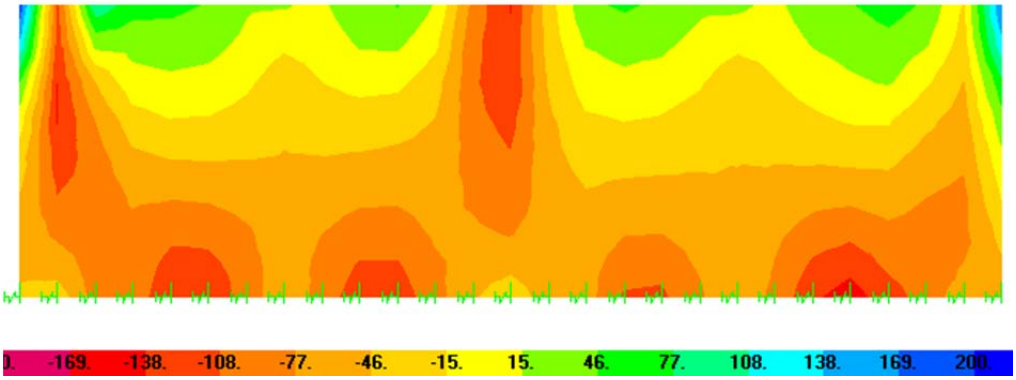


FIGURA 5-334 - SETTI G - INVILUPPO MAX SLE(RARA)-F22

Setto G – ferri verticali - Verifiche agli SLE (Combinazioni rara)				
Monconi di ripresa – L=3.0m – setti 25cm				
B=1.0mH=0.25m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.179m, H2=0.071m				
Comb.	N_{Sd}	M_{Sd}	**σ_c[MPa]**	**σ_a[MPa]**
N_{min}	-630kN	-35kNm	**5.7**	**-**
N_{max}/M_{min}	-130kN	-35kNm	**7.7**	**178**
N_{max}/M_{max}	-130kN	-2kNm	**0.7**	**-**
Monconi di ripresa – L=3.0m – corrispondenza pilastri – sp. 50cm				
B=1.0mH=0.50m A1=A2=770mm^2(θ14/200mm), H1=0.429m, H2=0.071m				
N_{max}/M_{max}	-40kN	-35kNm	**1.9**	**86**
Verticali correnti (escluso pilastri)				
B=1.0m,H=0.25m,A1=A2=565mm^2(θ12/200mm), H1=0.180m, H2=0.07m				
N_{min}	-70kN	-20kNm	**2.5**	**49**
N_{max}/M_{min}	+50kN	-20kNm	**5.6**	**252**
N_{max}/M_{max}	+50kN	+10kNm	**2.9**	**151**

Verifica pilastri

L'orditura minima dei pilastri secondo D.M. 14/1/2008 parag. 4.1.6.1.2.
$A_{s,min}$= 0.10 N_{Ed} / $f_{yd} \geq 0{,}003A_c$

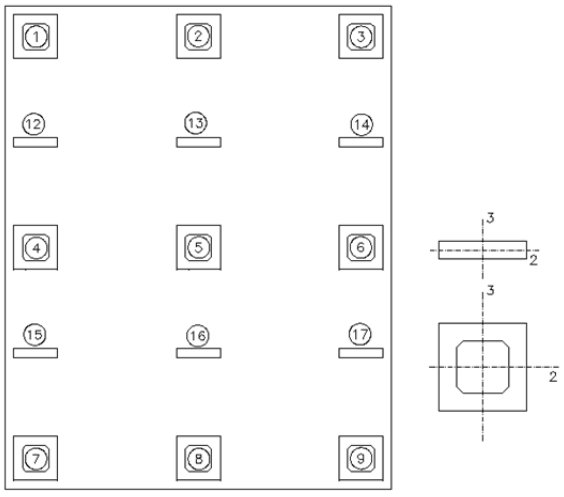


FIGURA 5-335 - CASSONE – NUMERAZIONE PILASTRI – NUMERAZIONE ASSI E PILASTRI

Le sollecitazioni ai pilastri vengono trasmesse dalle travi dentro le pareti dei pilastri che le trasferiscono al cassone pieno sottostante.

L'orditura minima:

- **Pilastri da 2.5x2.5m**
  $A_{s,min}$= 0.10 N_{Ed} / f_{yd} = 0.10 x 29156x10^3 / 391 =7457 mm^2 ≥ 0.003 x (2500^2-1500^2)=12000mm^2.
  Si dispone di 72 barre del diametro 20 passo 200mm lungo i lati pari a 72x314=22608mm^2 per l'incastro con il cassone mentre per l'incastro con l'impalcato si prevedono 72barre del diametro 24mm passo 200mm.
- **Pilastri da 0.5x2.5m**
  $A_{s,min}$= 0.10 N_{Ed} / f_{yd} = 0.10 x 10854x10^3 / 391 =2776 mm^2 ≥ 0.003 x (500x2500)=3750mm^2
  Si predispone di 28 barre del diametro 16 passo 200mm lungo i lati pari a 28x201=5628mm^2

Modulo D5-D6-E5-E6 – SLU (escluso sisma)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con le combinazioni più gravose per quanto riguarda gli stati limite ultimi.
Il momento M2 agisce intorno all'asse perpendicolare alle travi dell'impalcato mentre il momento M3 agisce intorno all'asse parallelo all'asse delle travi dell'impalcato.

PILASTRI DA 2.5X2.5M – PRESSOFLESSIONE AGLI SLU:

Pilastri 2.5x2.5 - SLU				
P	V2	V3	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m
-24153	-1108	241	-2969	-3325
2279	-603	1130	-5432	-1305
-8060	**-3692**	1441	1827	-3774
-14052	-678	**5771**	5302	1334
-13655	-365	5457	**-18137**	3511
-9209	-2585	-1632	2101	**11587**

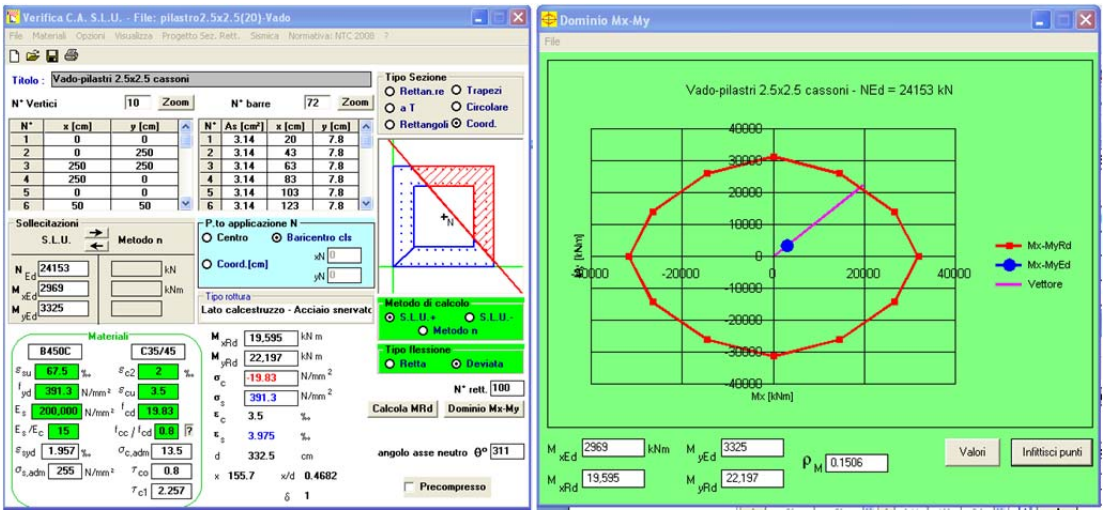


FIGURA 5-336 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MAX}(COMPRESSIONE)

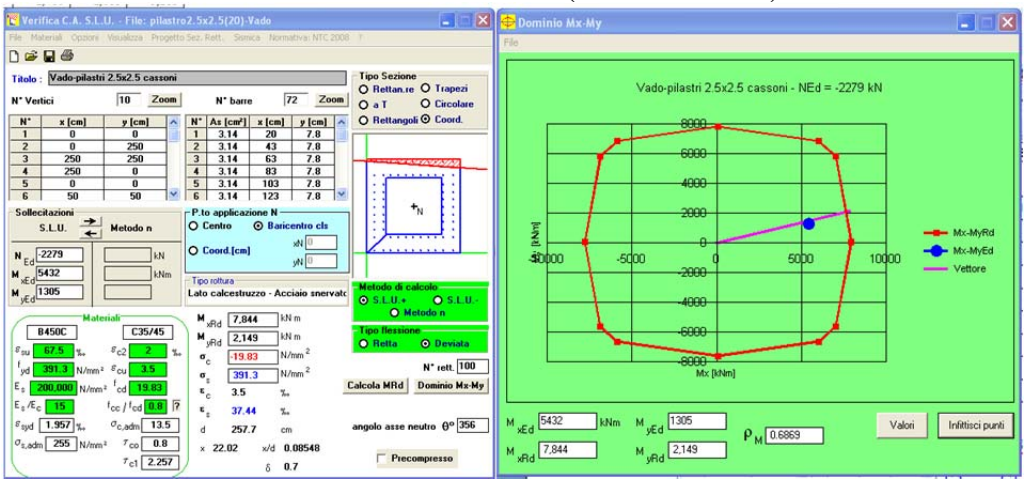


FIGURA 5-337 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MIN} (TRAZIONE)

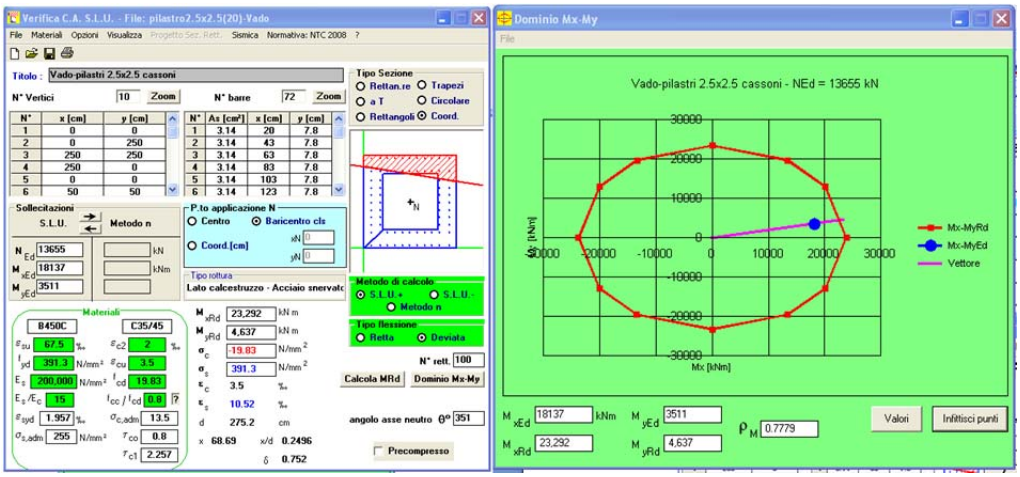


FIGURA 5-338 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M2

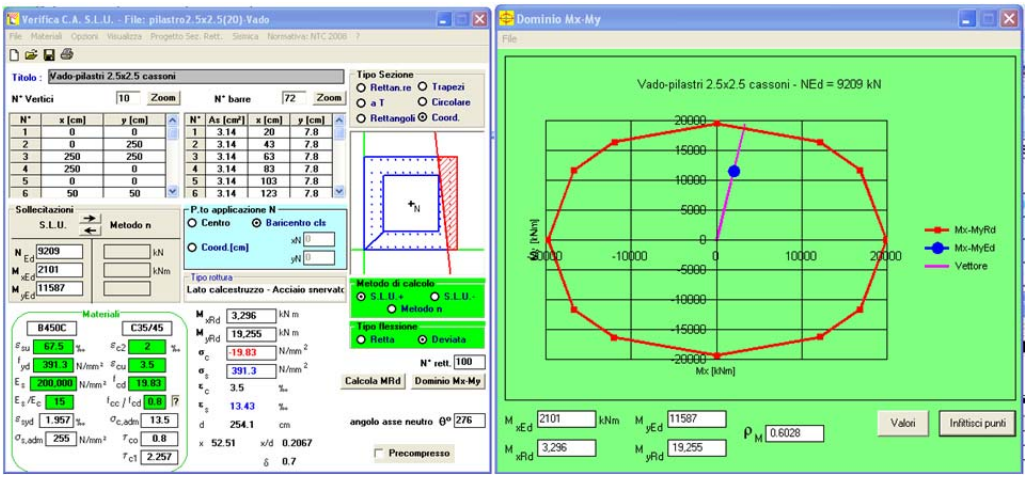


FIGURA 5-339 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M3

Si prevedono ferri orizzontali θ18/250 n°4 braccia come orditura a taglio.

	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	**Vres [kN]**
Taglio appoggio setto	250	1016	2	0	1.00	2,180.7	391.0	1	0.5	6930	8927	**6930**

PILASTRI DA 0.5X2.5M - SLU:

Pilastri 0.5x2.5 - SLU			asse min	asse max
P	V2	V3	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m
-7338	-365	183	80	-169
491	-189	-91	-94	720
-2666	**-767**	211	154	-242
-2140	-641	**241**	233	-47
-2140	-641	241	**233**	-47
-2542	-704	-102	-73	**2828**

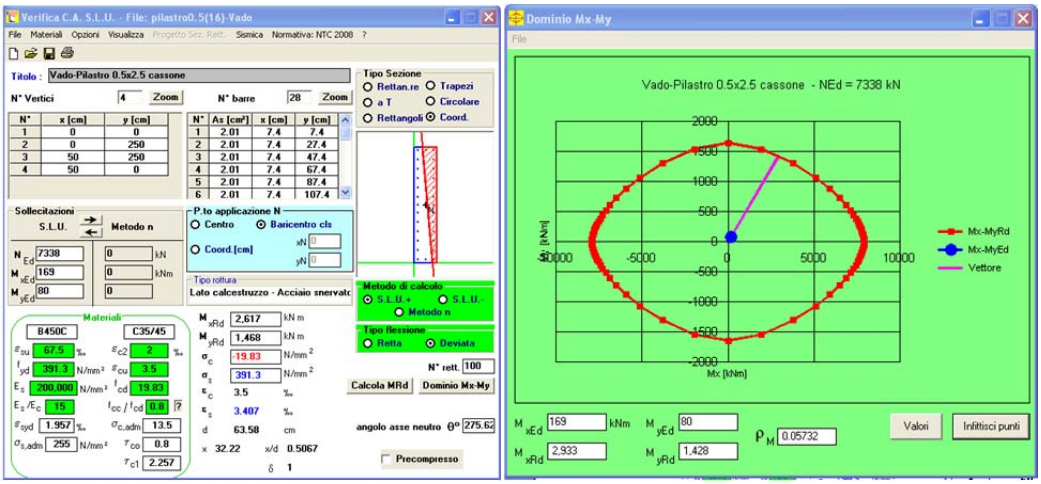


FIGURA 5-340 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MAX}(COMPRESSIONE)

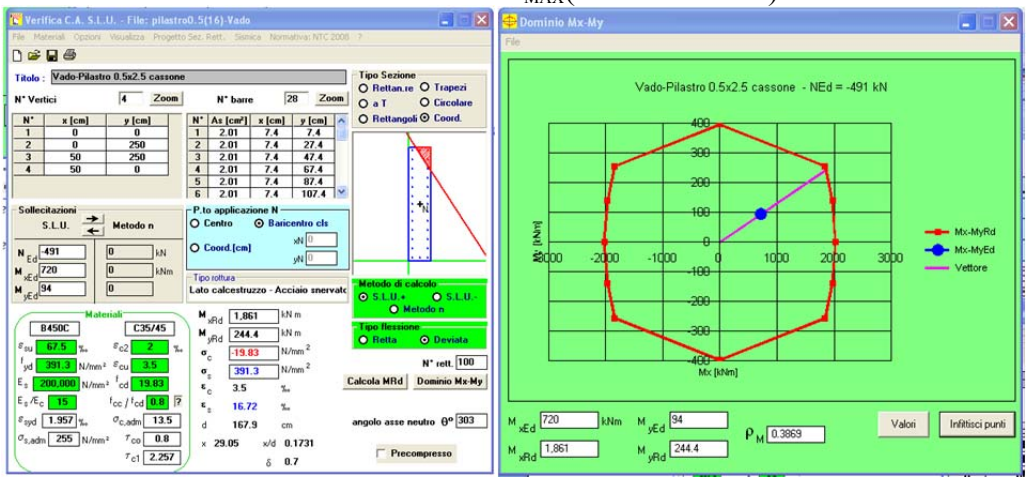


FIGURA 5-341 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MIN}

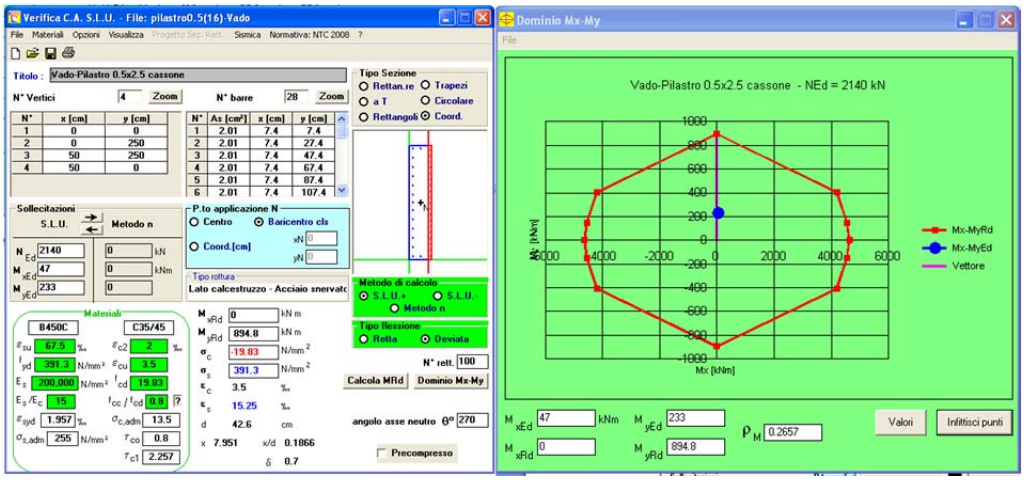


FIGURA 5-342 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M2

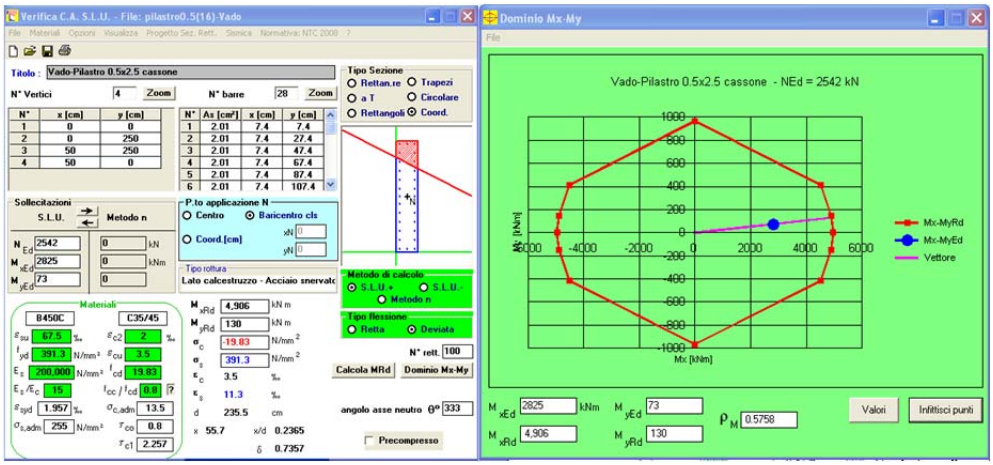


FIGURA 5-343 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M3

PILASTRI DA 0.5X2.5M – TAGLIO:

Si prevede una staffatura orizzontale composta da θ12/250 due braccia con un resistenza a taglio pari a (per taglio V2), e quattro braccia per il taglio V3:

	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	Vres [kN]
Taglio V3	250	448	2	0	1.00	381.6	391.0	1	0.516	535	1,562	**535**
	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	Vres [kN]

Taglio V2	250	224	2	0	1.00	2,185.2	391.0	1	0.516	1,531	8,945	**1,531**

Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLU (azioni sismiche)

Di seguito si riportano una tabella riepilogativo con le combinazioni più gravose per quanto riguardano gli stati limiti ultimi per le combinazioni sismiche.

Il momento M2 agisce intorno all'asse perpendicolare agli travi dell'impalcato mentre il momento M3 agisce intorno all'asse parallelo all'asse degli travi dell'impalcato.

PILASTRI DA 2.5X2.5M – PRESSOFLESSIONE AGLI SLU:

Si esegue una verifica alla quota d'incastro con il cassone, parte bassa, e una verifica alla quota d'incastro con la trave del'impalcato, parte alta.

Pilastri 2.5x2.5 - SLU sisma parte bassa				
P	V2	V3	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m
1433	289	3260	6468	1694
-15849	-414	-4897	-5658	-620
-7888	**-3359**	238	-248	-5318
-3552	711	**5473**	5223	1063
-11476	-607	-1682	**-8956**	885
-12614	-549	597	77	**-6604**

Per la parte bassa si assume l'orditura del diametro 20mm passa 200mm.

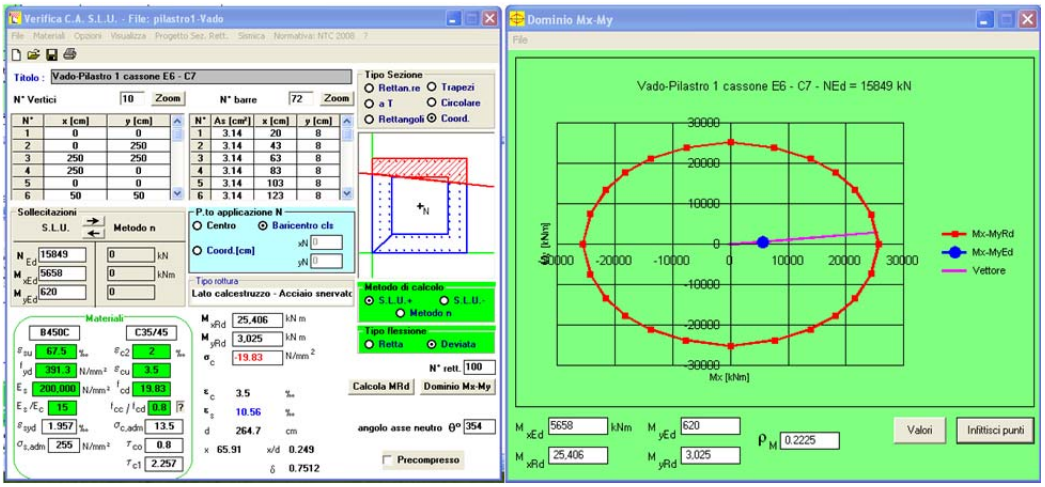


FIGURA 5-344 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

– COMBINAZIONE P_{MAX}(COMPRESSIONE)

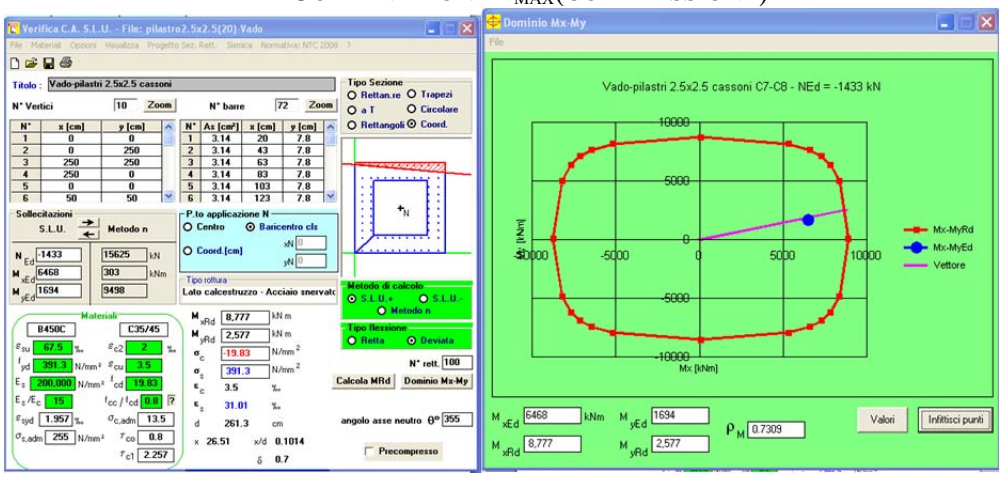


FIGURA 5-345 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

– COMBINAZIONE P_{MIN}

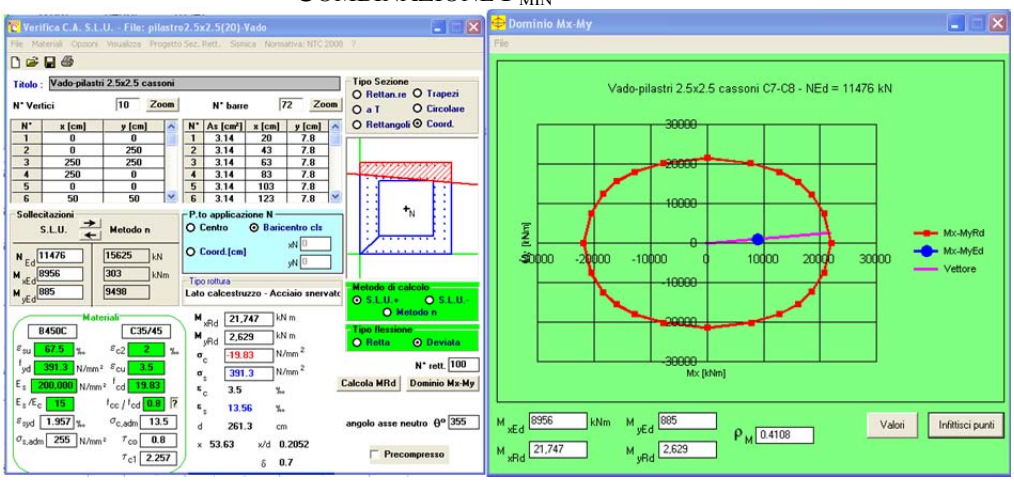


FIGURA 5-346 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M2

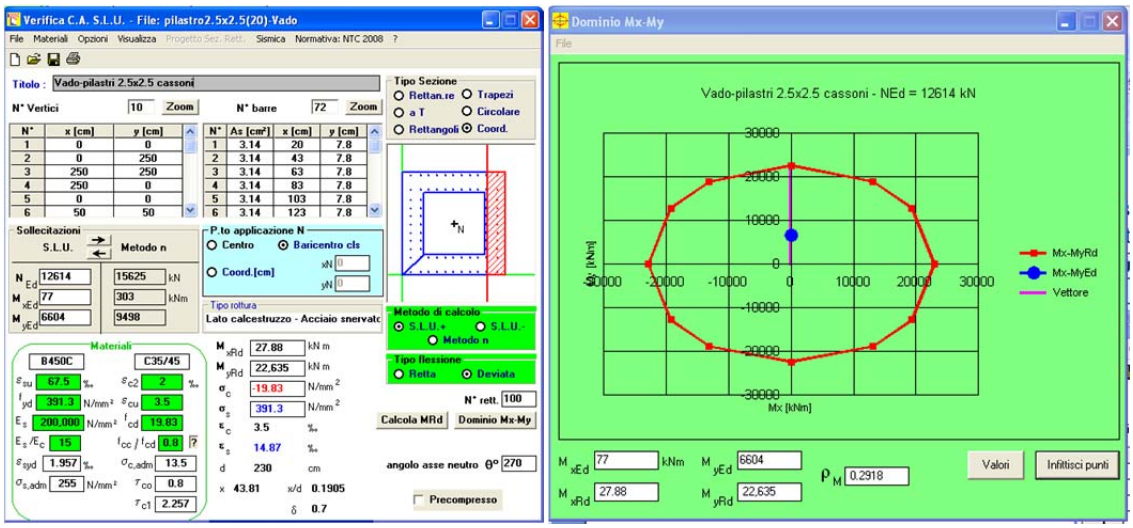


FIGURA 5-347 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M3

Pilastri 2.5x2.5 - SLU sisma parte alta				
P	V2	V3	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m
-15706	-402	-4835	-3937	-426
1586	275	3195	12465	1362
-7579	**-3314**	256	-2363	-890
-3252	698	**5407**	4928	-1726
-11158	-39	-1646	**-17537**	-2073
-3626	1147	884	-1190	**8753**

Alla quota d'incastro con la trave dell'impalcato si prevede l'utilizzo di un'orditura composta da 72 barre del diametro 24mm passo 200mm.

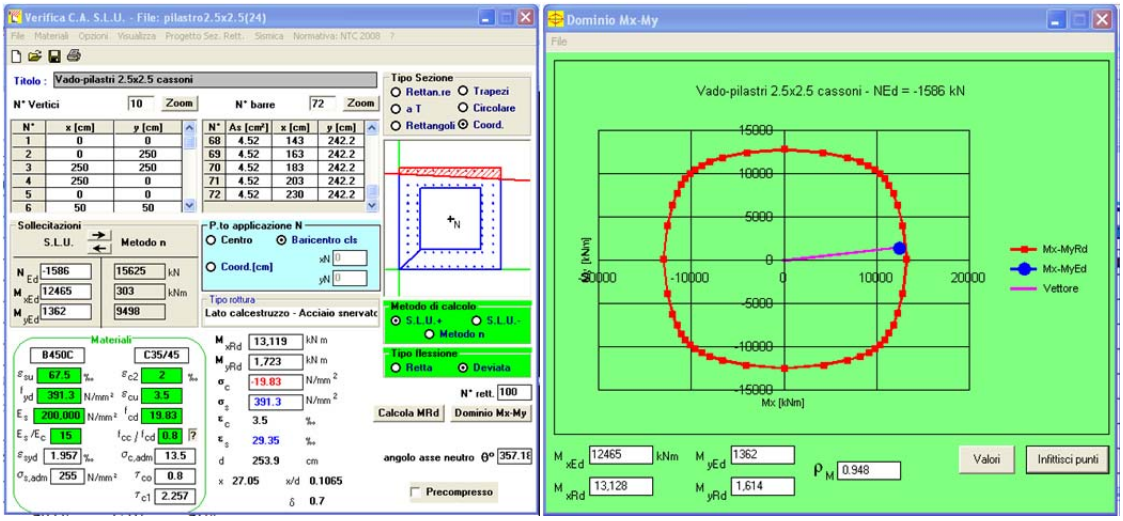


FIGURA 5-348 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

– COMBINAZIONE P_{MIN}

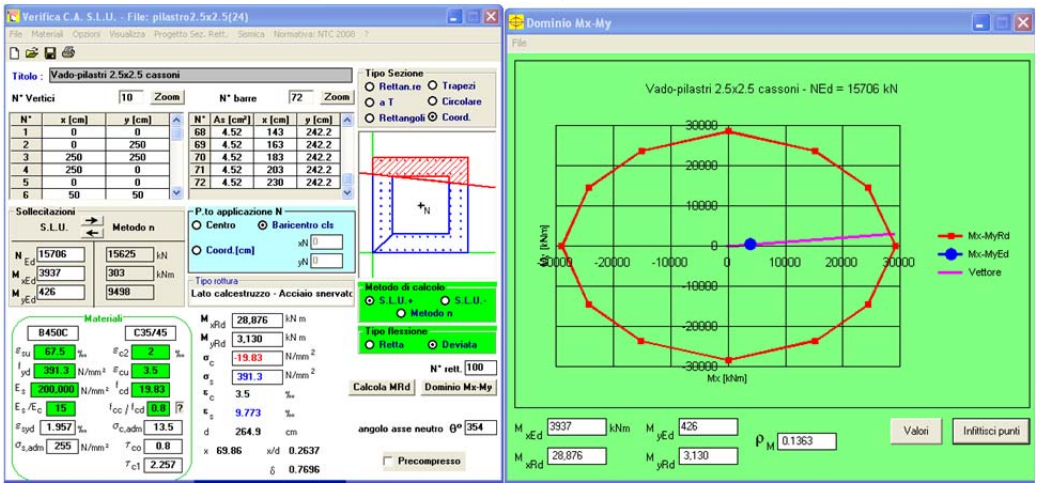


FIGURA 5-349 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

– COMBINAZIONE P_{MAX}

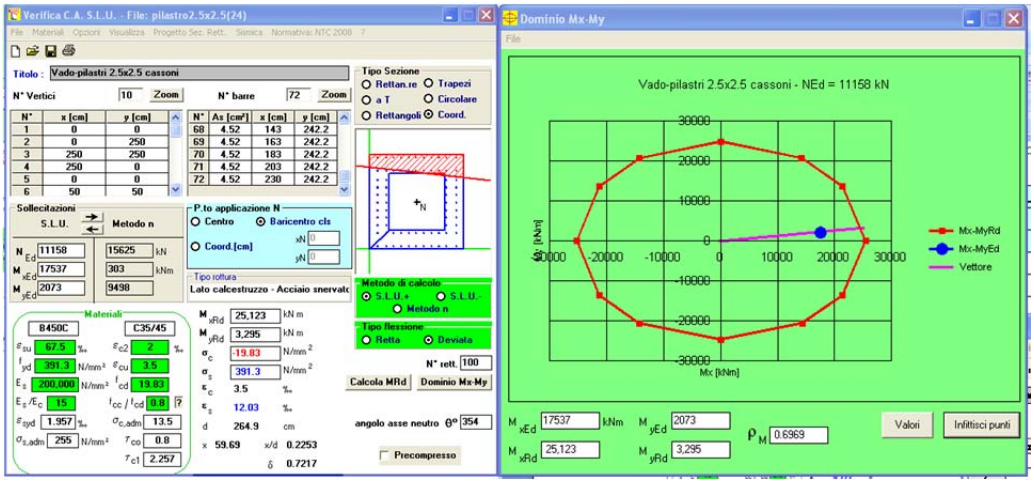


FIGURA 5-350 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA

– COMBINAZIONE M2

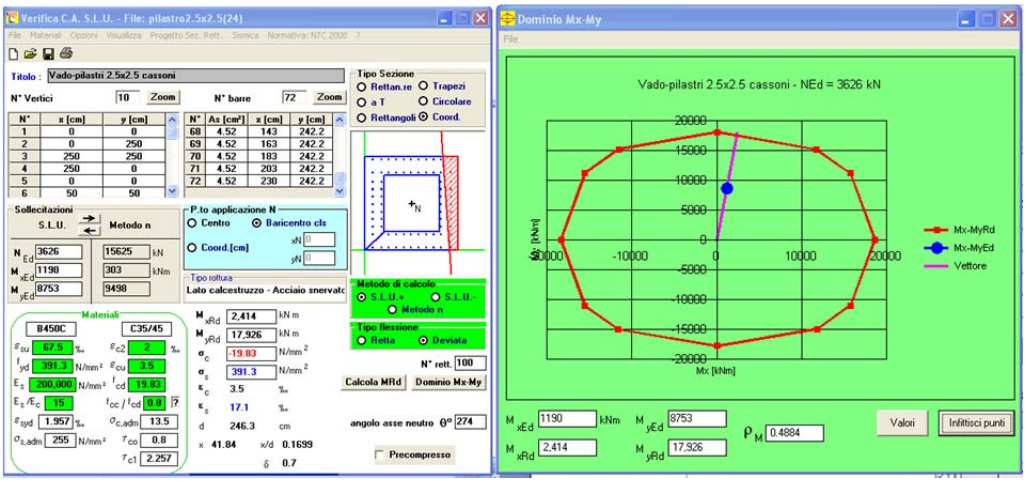


FIGURA 5-351 - PILASTRI 2.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M3

PILASTRI DA 2.5X2.5M – VERIFICA A TAGLIO

Si prevedono ferri orizzontali θ18/250 n°4 braccia come orditura a taglio.

	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	**Vres [kN]**
Taglio appoggio setto	250	1016	2	0	1.00	2,180.7	391.0	1	0.5	6930	8927	**6930**

PILASTRI DA 0.5X2.5M – PRESSOFLESSIONE AGLI SLU SISMA

Pilastri 0.5x2.5 - SLU sisma			asse min	asse max
P	V2	V3	M2	M3
KN	KN	KN	KN-m	KN-m
-4102	-324	-16	-33	-218
-112	-35	10	48	360
-1124	**643**	10	7	267
-3932	179	**-58**	-27	-627
-3978	179	-58	**-124**	-88
-1787	-166	-3	-11	**-2392**

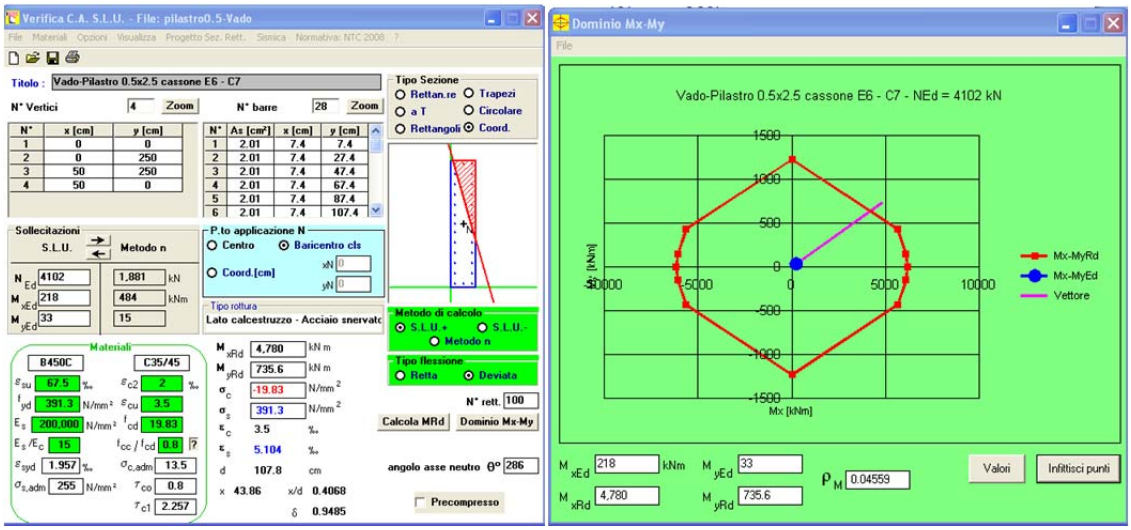


FIGURA 5-352 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MAX}(COMPRESSIONE)

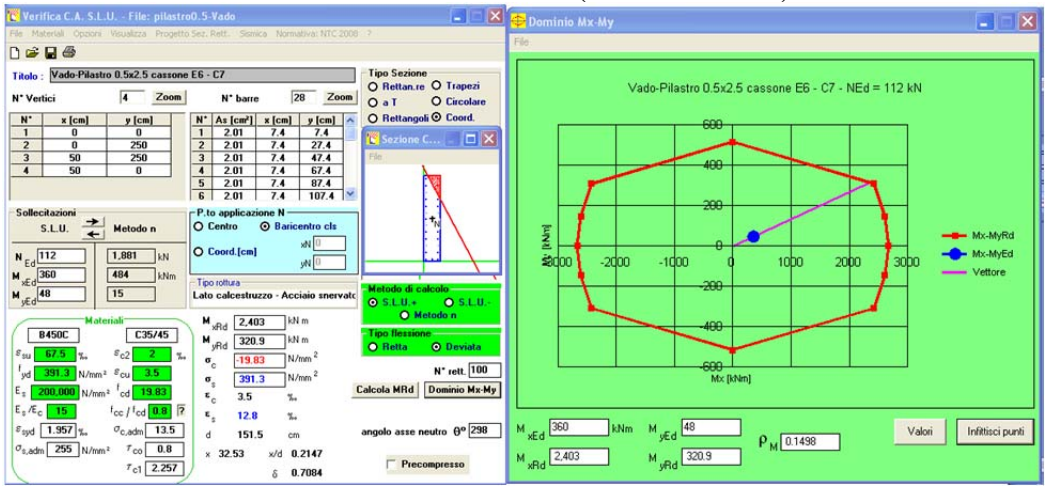


FIGURA 5-353 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE P_{MIN}

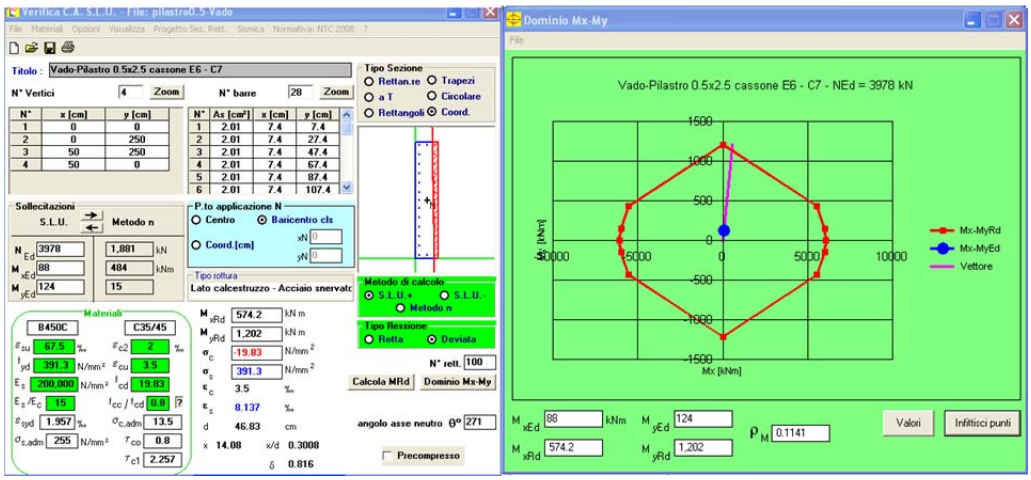


FIGURA 5-354 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M2

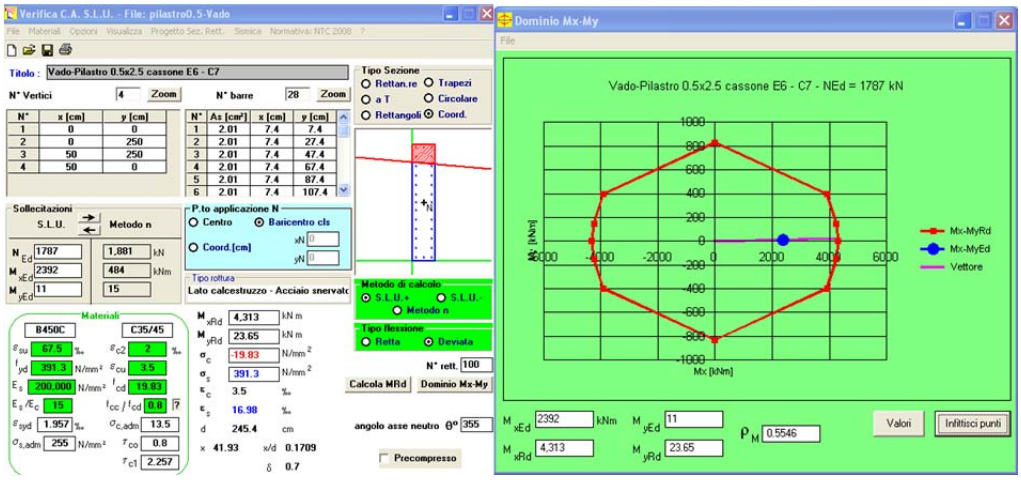


FIGURA 5-355 - PILASTRI 0.5X2.5M - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE DEVIATA – COMBINAZIONE M3

PILASTRI DA 0.5X2.5M – VERIFICA A TAGLIO

Si prevede un staffatura orizzontale composta da θ12/250 due braccia con una resistenza a taglio pari a (per taglio V2), e quattro braccia per il taglio V3:

	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	Vres [kN]
Taglio V3	250	448	2	0	1.00	381.6	391.0	1	0.516	535	1,562	**535**
	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	Vres [kN]
Taglio V2	250	224	2	0	1.00	2,185.2	391.0	1	0.516	1,531	8,945	**1,531**

[redacted]Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLE (combinazioni freq.)
Sommando i valori assoluti delle sollecitazioni:

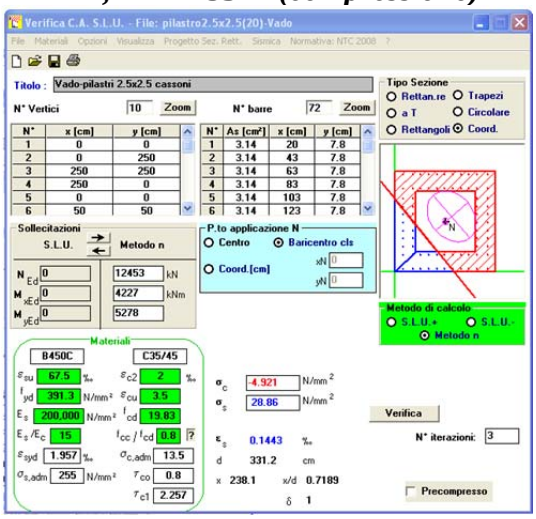
Pilastri 2.5x2.5 - SLE(freq)		
P	M2	M3
KN	KN-m	KN-m
- **13,930**	1,233	730
- **2,294**	17	50
- 12,274	- **7,194**	- 86
- 12,453	4,227	**5,278**

Pilastri 0.5x2.5 - SLE(freq.)	asse min	asse max
P	M2	M3
KN	KN-m	KN-m
-4205	-53	9
-526	-1	-37
-3591	**-54**	75
-3619	-6	**1242**

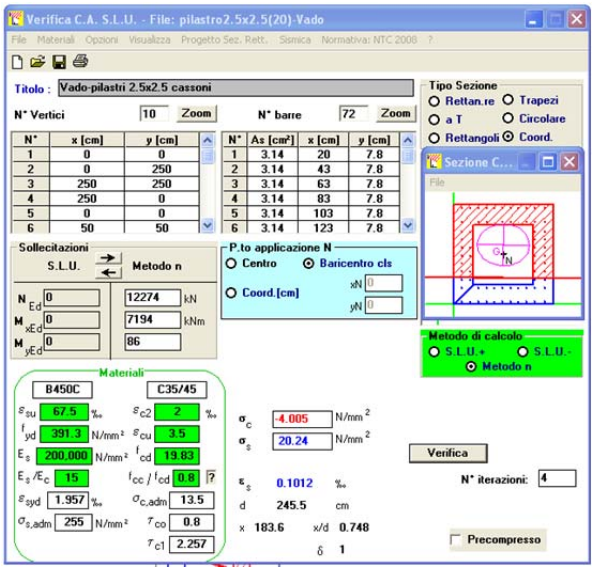
PILASTRI DA 2.5X2.5M – SLE(FREQUENTE):

Si esegue la verifica alla fessurazione alle combinazioni frequenti.

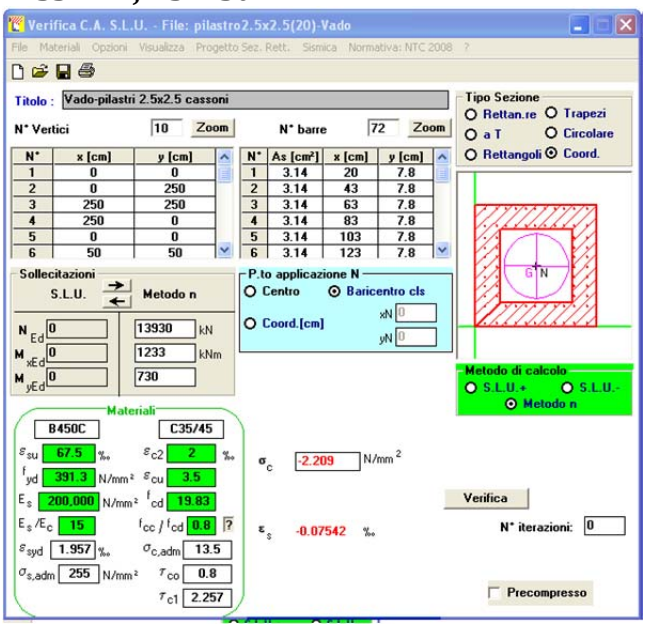
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3***
  M3=5278kNm,M2=4227kNm,P=-12453kN(compressione)



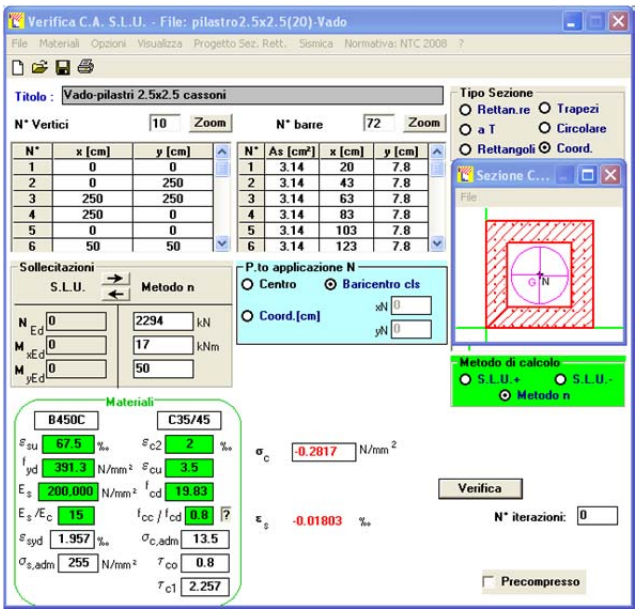
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2***
  M2=7194kNm,M3=86kNm,P=-12274kN(compressione)



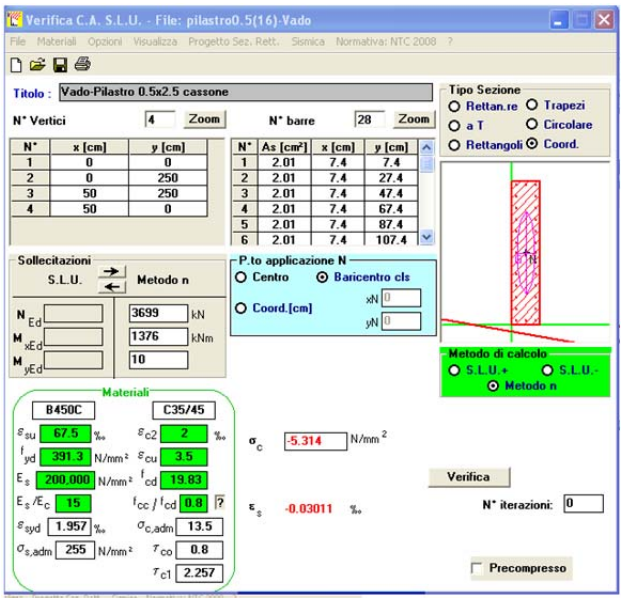
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmax P=-13930kN,M2=1233kNm,M3=730kNm***



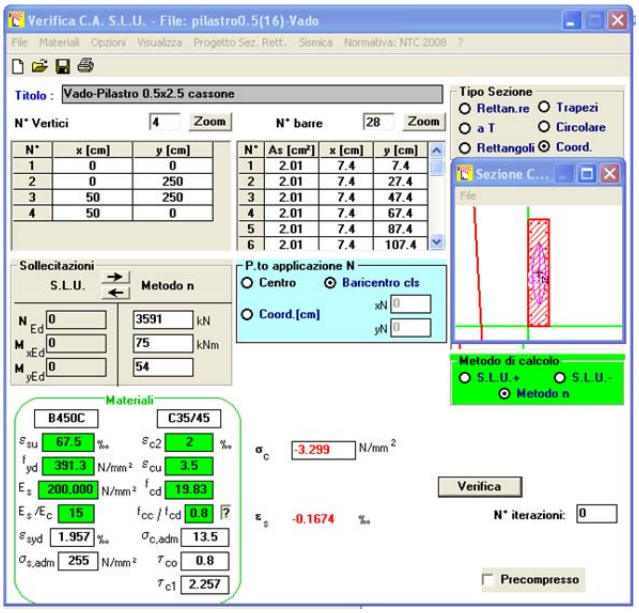
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmin P=-2294kN,M2=17kNm,M3=50kNm***



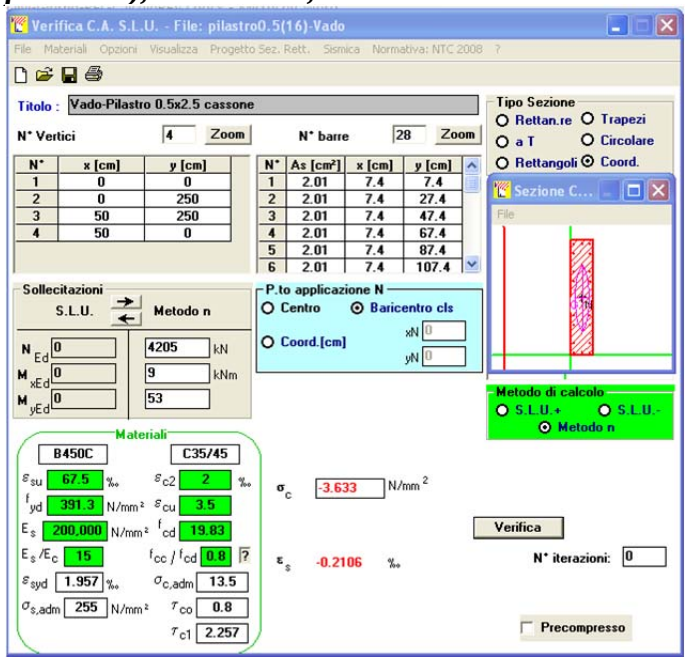
- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3(asse principale) M3=1242kNm,M2=6kNm,P=-3619kN(compressione)***



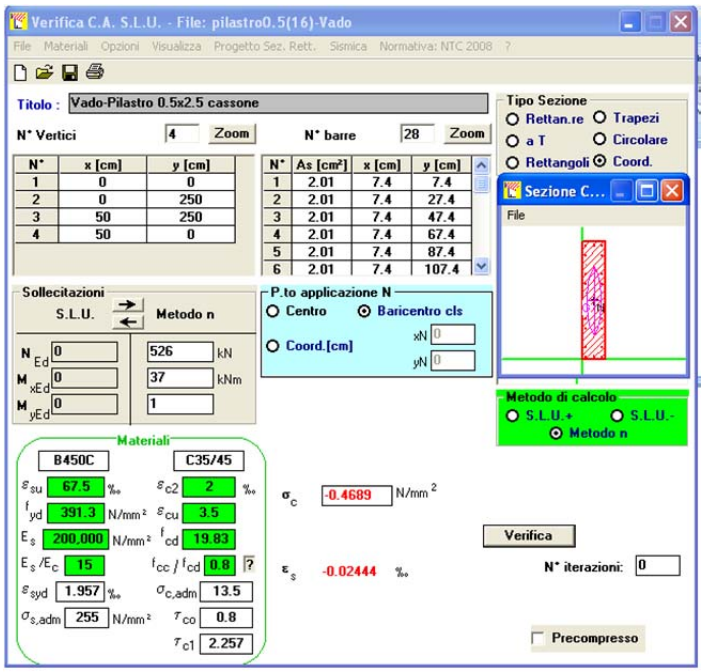
- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 M2=54kNm,M3=75kNm,P=-3591kN(compressione)***



- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmax P=-4205kN(compressione),M2=53kNm,M3=9kNm***



- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmin P=-526kN),M2=1kNm,M3=37kNm***



La massima tensione nelle barre è pari a 29N/mm^2.

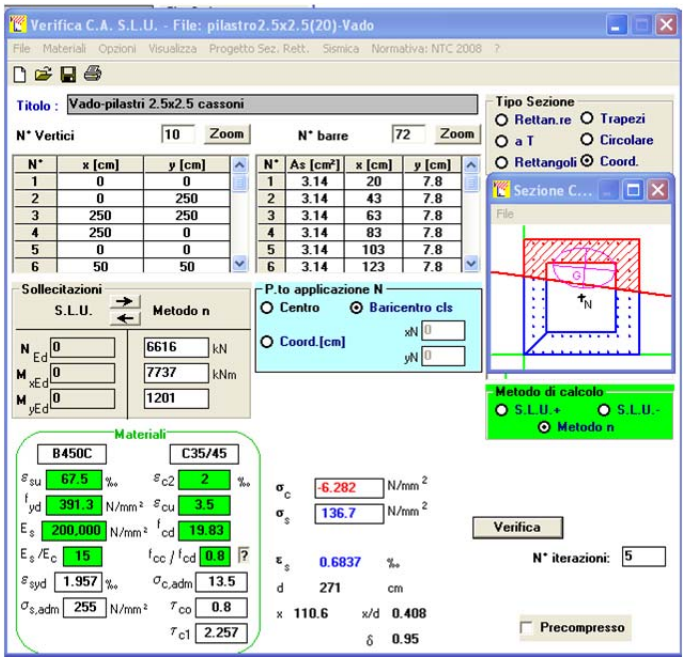
Secondo quanto previsto dalla tabella C4.1..II-III nel Circolare 02 febbraio 2009 n°617/CSLLPP contenente istruzioni alla applicazione del DM 14/1/2008 con barre del diametro fino a 25mm con passo di 200mm la fessurazione di 0.2mm è soddisfatta senza calcolo diretto per valori della tensione nell'acciaio fino a 160MPa.

[redacted]Pilastri cassoni modulo D5-D6-E5-E6 – SLE (combinazioni rare)

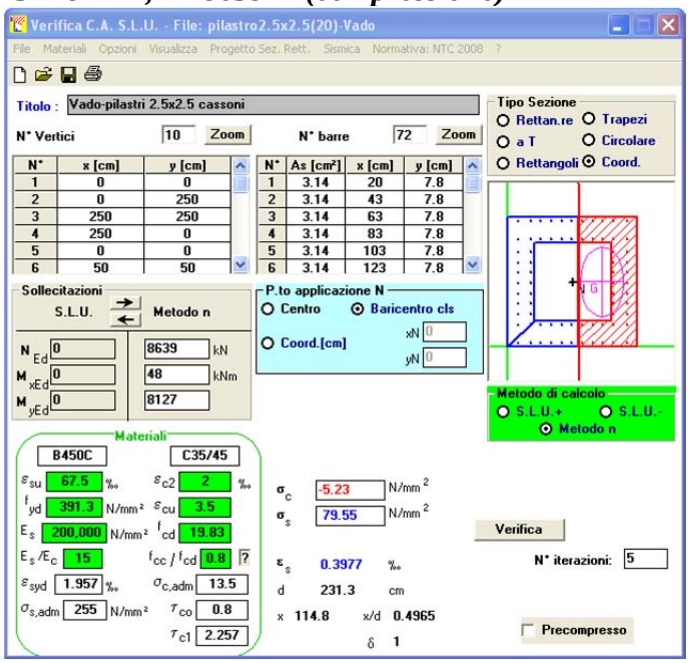
Pilastri 2.5x2.5 - SLE(rara)		
P	M2	M3
KN	KN-m	KN-m
-17136	-1279	-1079
358	-3207	-1240
-8639	**8127**	-48
-6616	1201	**7737**

Pilastri 0.5x2.5 - SLE(rara)	asse min	asse max
P	M2	M3
KN	KN-m	KN-m
-5301	46	-113
-22	-64	466
-1850	**154**	-33
-1850	-48	**1891**

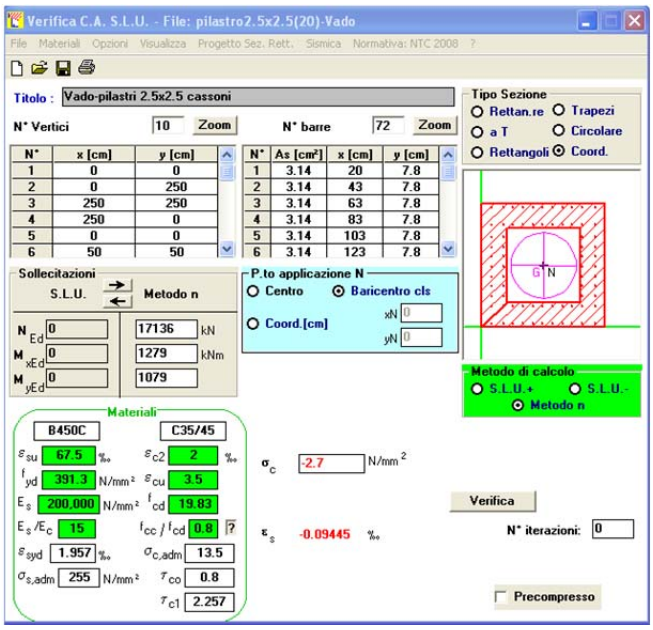
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3 M3=7737kNm,M2=1201kNm,P=-6616kN(compressione)***



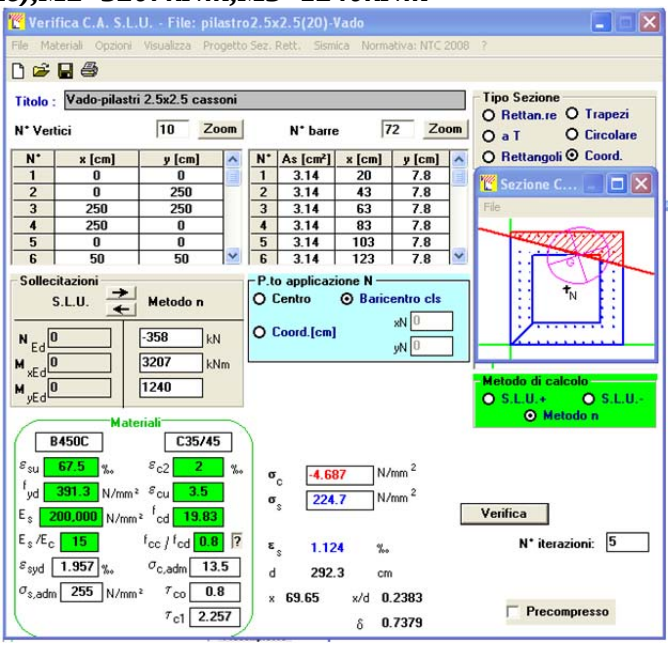
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2 M2=8127kNm,M3=48kNm,P=-8639kN(compressione)***



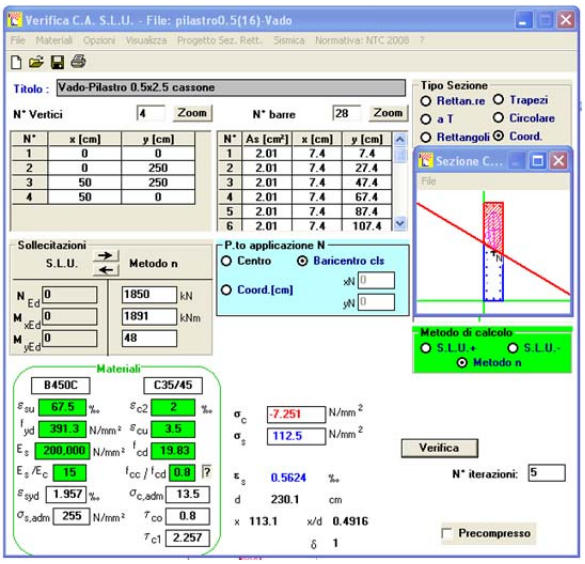
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmax P=-17136kN,M2=1279kNm,M3=1079kNm***



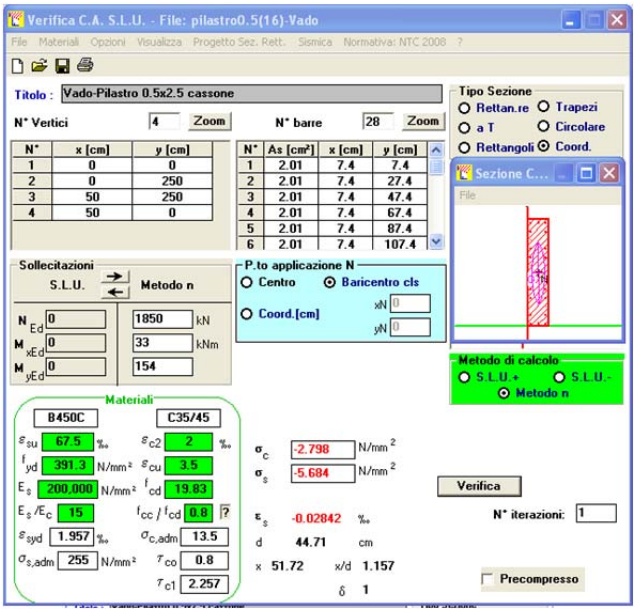
- ***Pilastri 2.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmin P=358kN(trazione),M2=3207kNm,M3=1240kNm***



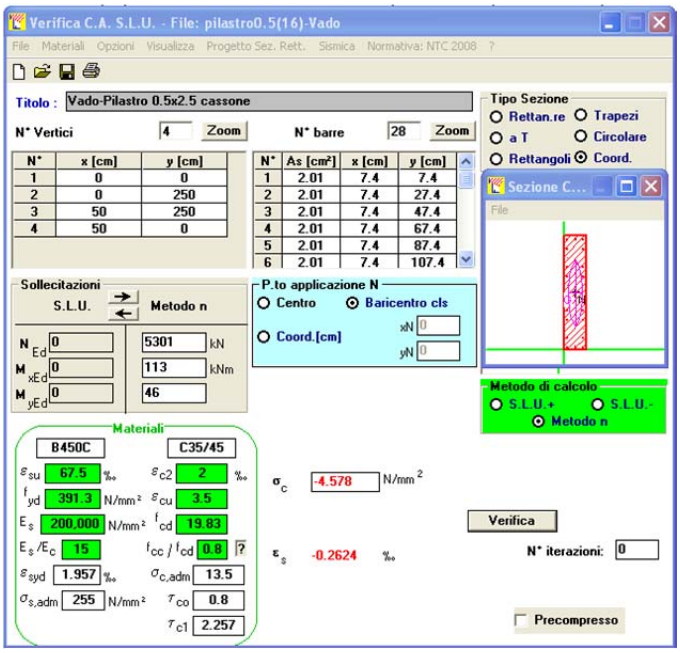
- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M3(asse principale) M3=1891kNm,M2=48kNm,P=-1850kN(compressione)***



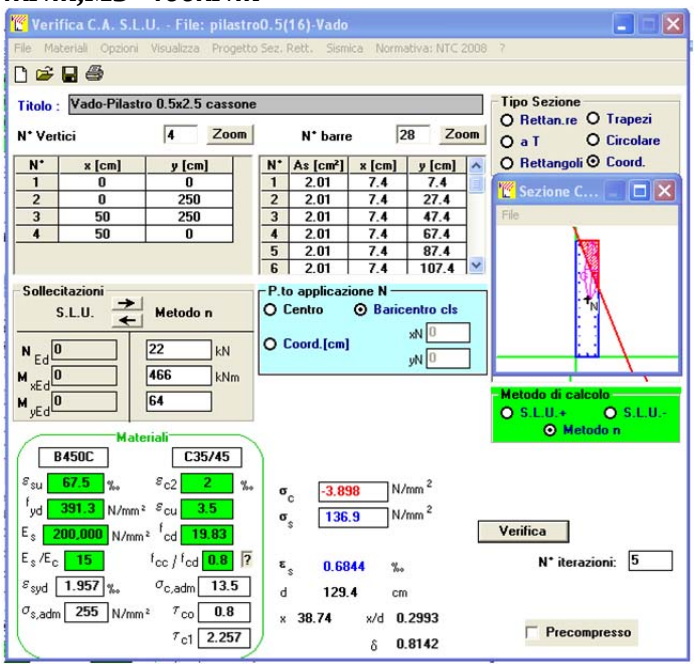
- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione M2(asse min) M2=154kNm,M3=33kNm,P=-1850kN(compressione)***



- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmax P=-5301kN(compressione),M2=46kNm,M3=113kNm***



- ***Pilastri 0.5x2.5m - Verifica a pressoflessione deviata – Combinazione Pmin P=-22kN,M2=64kNm,M3=466kNm***



Le tensioni sia dell'acciaio sia del calcestruzzo sono entro i limiti di normativa.

[redacted]Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLU (escluso sisma)

I pilastri dei cassoni H3-H11 sono orditi come quelli dei cassoni D5-D6-E5-E6.

Le sollecitazioni dovute al sovraccarico sono minori essendo il sovraccarico di progetto per la banchina petroli 20kPa anziché 92.2kPa (9.4t/m^2). Essendo cassoni di banchina ci sono le azioni dovute a tiro bitta e reazione di parabordi. Per motivi statici i parabordi e bitte sono posizionati in corrispondenza dei pilastri delle dimensioni 2.5x2.5m.

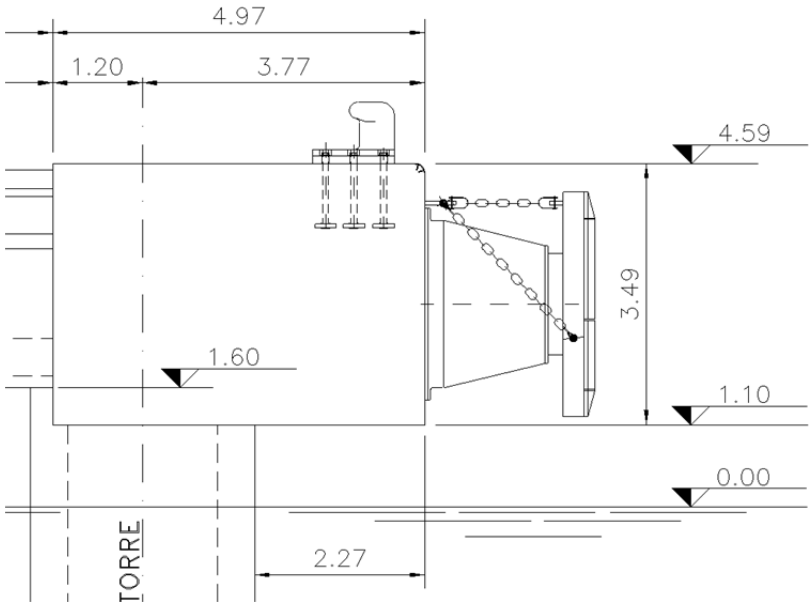


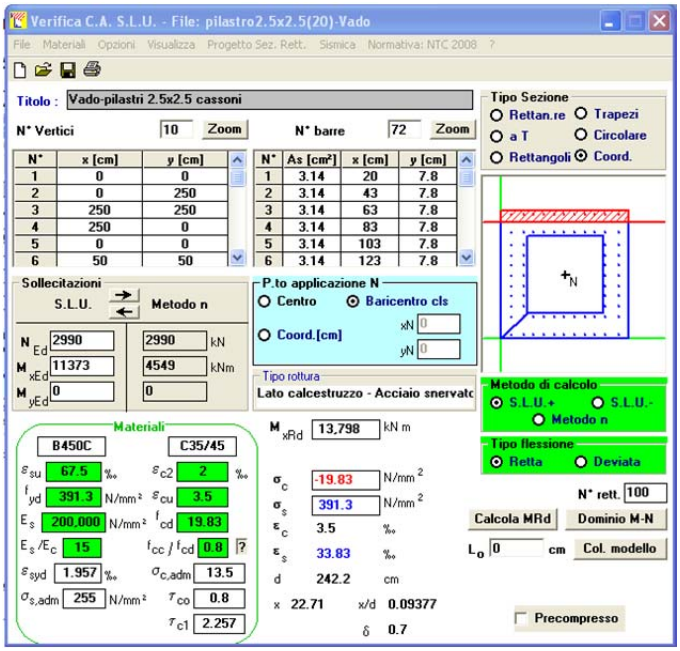
FIGURA 5-356 - SOVRASTRUTTURA BANCHINA PETROLI IN CORRISPONDENZA BITTA/PARABORDO – SEZIONE TRASVERSALE

Si esegue una verifica considerando che tutta l'azione orizzontale cada su una pilastro, un'ipotesi in favore di sicurezza avendo anche i pilastri retrostanti la stessa orditura. Il caso peggiore è l'azione del parabordo che da una spinta orizzontale di 1115kN a q.ta+2.70m l.m.m.
Si considera come azione orizzontale soltanto l'azione del parabordo essendo il pilastro schermato dalla nave per cui la concomitanza con l'azione dell'onda è fisicamente impossibile.
Considerando che l'incastro del pilastro si trova a q.ta-4.10m l.m.m. le sollecitazioni nominali sono:

N_{Sd} :pp della pilastro = 4x(4.1+1.67)x25kN/m^3= 577kN
:pp sbalzo = 4.97x3.7x21/4x25kN/m^3=2413kN
N_{Sd}: 577+2413=2990kN

V_{Sd} : 1.5x1115kN=1672kN
M_{Sd} : 1.5x1115x(2.70+4.10)=1.5x7582=11373kNm

Si predispone di 72 barre del diametro 20 passo 200mm lungo i lati pari a 72x314=22608mm^2 per l'incastro con il cassone mentre per l'incastro con l'impalcato si prevedono 72 barre del diametro 24mm passo 200mm. Si esegue la verifica per la parte bassa.



M_{Rd} =13798kNm

PILASTRI DA 2.5X2.5M – VERIFICA A TAGLIO

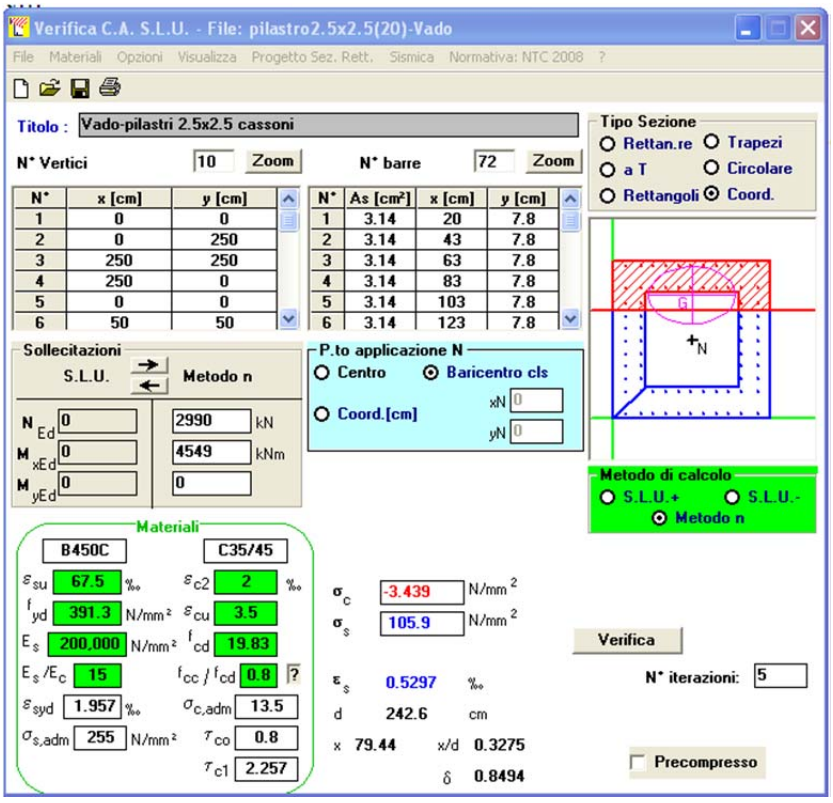
Si prevedono ferri orizzontali θ18/250 n°4 braccia come orditura a taglio.

	Orditura a taglio									acciaio	cls	
	p s(mm)	Asw	cot(teta)	cot(alfa)	sen(alfa)	z=0.9d (mm)	fywd	alfacw	v1	Vrd,s (kN)	Vrd,max (kN)	**Vres [kN]**
Taglio appoggio setto	250	1016	2	0	1.00	2,180.7	391.0	1	0.5	6930	8927	**6930**

[redacted]Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLU (sisma)
Non sono previste le combinazioni con sisma e tiro bitta / parabordo.

[redacted]Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLE (combinazioni frequenti)
Si esegue la verifica di fessurazione per combinazion frequente.

N_{Sd} = 2990kN
M_{Sd} : 0.6x7582=4549kNm



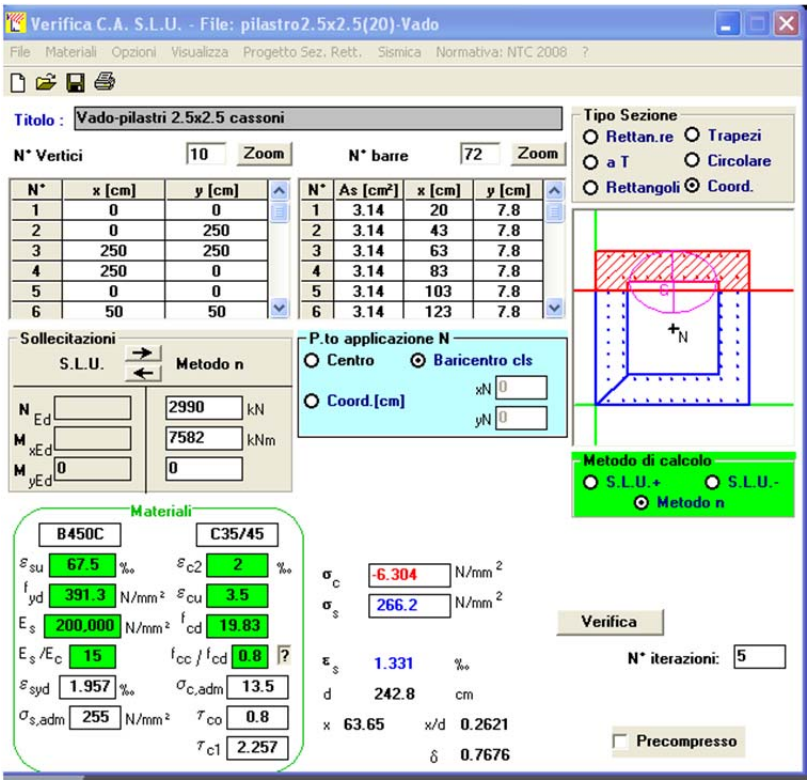
La massima tensione nelle barre è pari a 105.9N/mm^2.
Secondo quanto previsto dalla tabella C4.1..II-III nella Circolare 02 febbraio 2009 n°617/CSLLPP contenente istruzioni alla applicazioni del DM 14/1/2008 con barre del diametro fino a 25mm con passo di 200mm la fessurazione di 0.2mm è soddisfatta senza calcolo diretto per valori della tensione nell'acciaio fino a 160MPa.

Pilastri cassoni modulo H3-H11 – SLE (combinazioni rare)

Si esegue la verifica delle tensioni per la combinazione rara.

N_{Sd} = 2990kN

M_{Sd} =7582kNm



Le tensioni sia dell'acciaio sia del calcestruzzo sono entro i limiti di normativa.

Verifica solette di copertura cassoni

Per le verifiche delle solette di copertura si fa riferimento alla relazione dei cassoni a giorno esposti (MI010 PE S C R 4151).

Pressioni trasmesso allo scanno d'imbasamento

Di seguito si riporta la deformazione verticale dello scanno sotto il solettone per gli inviluppi agli SLU, SLE(frequente) e SLE(rara) per le combinazioni di carico riportato nel capitolo 4.
Il sovraccarico utilizzato è pari a 7.5t/m^2 per i cassoni nella zona di stoccaggio container. Per i cassoni lungo la banchina petroli il sovraccarico è pari a 2t/m^2.
La pressione sotto il cassone è pari alla deformazione verticale moltiplicata per la rigidezza del modulo di sottofondo utilizzato pari a 13000kN/m^3 per il perimetro di larghezza 5m e 8000kN/m^3 per la parte interna.

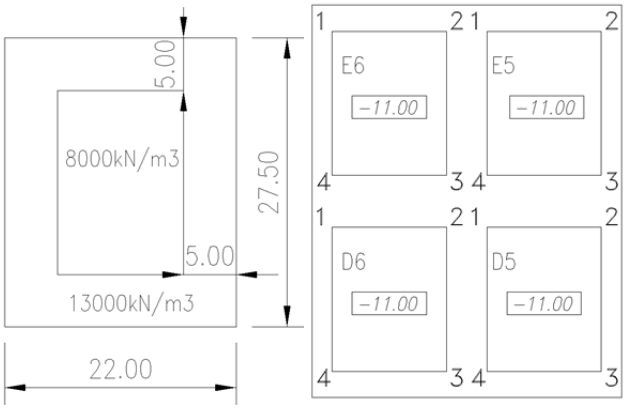


FIGURA 5-357 - MODULO WINKLER DI SOTTOFONDO E SCHEMA IDENTIFICATIVO CASSONI

[redacted]Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m^2 – SLU

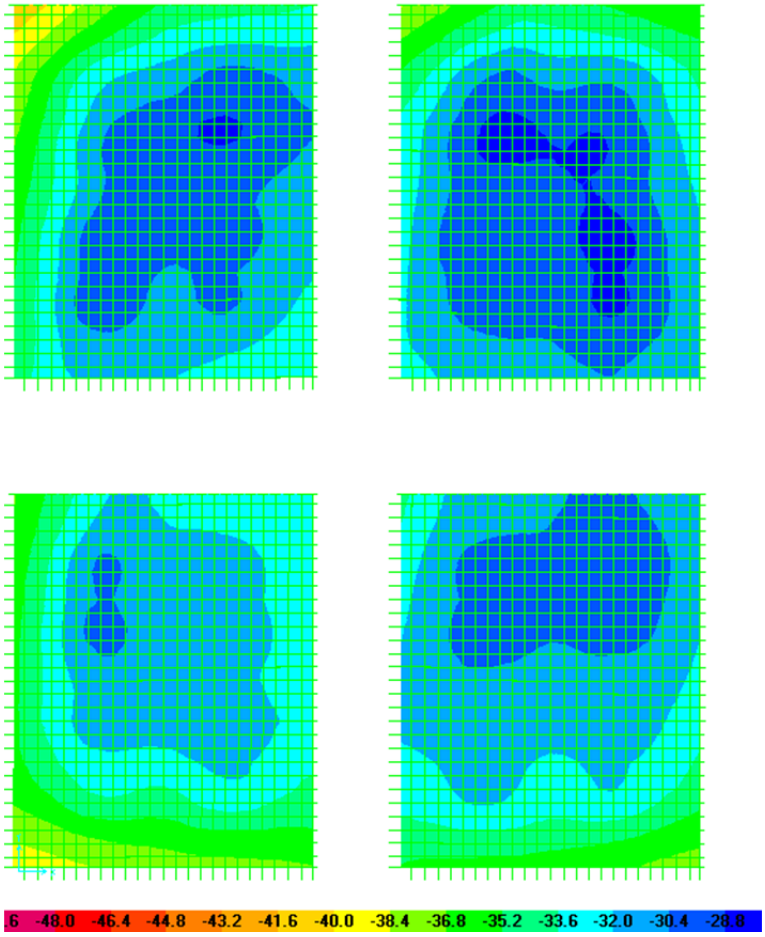


FIGURA 5-358 - SLU - CASSONI D5-D6-E5-E6(-11) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

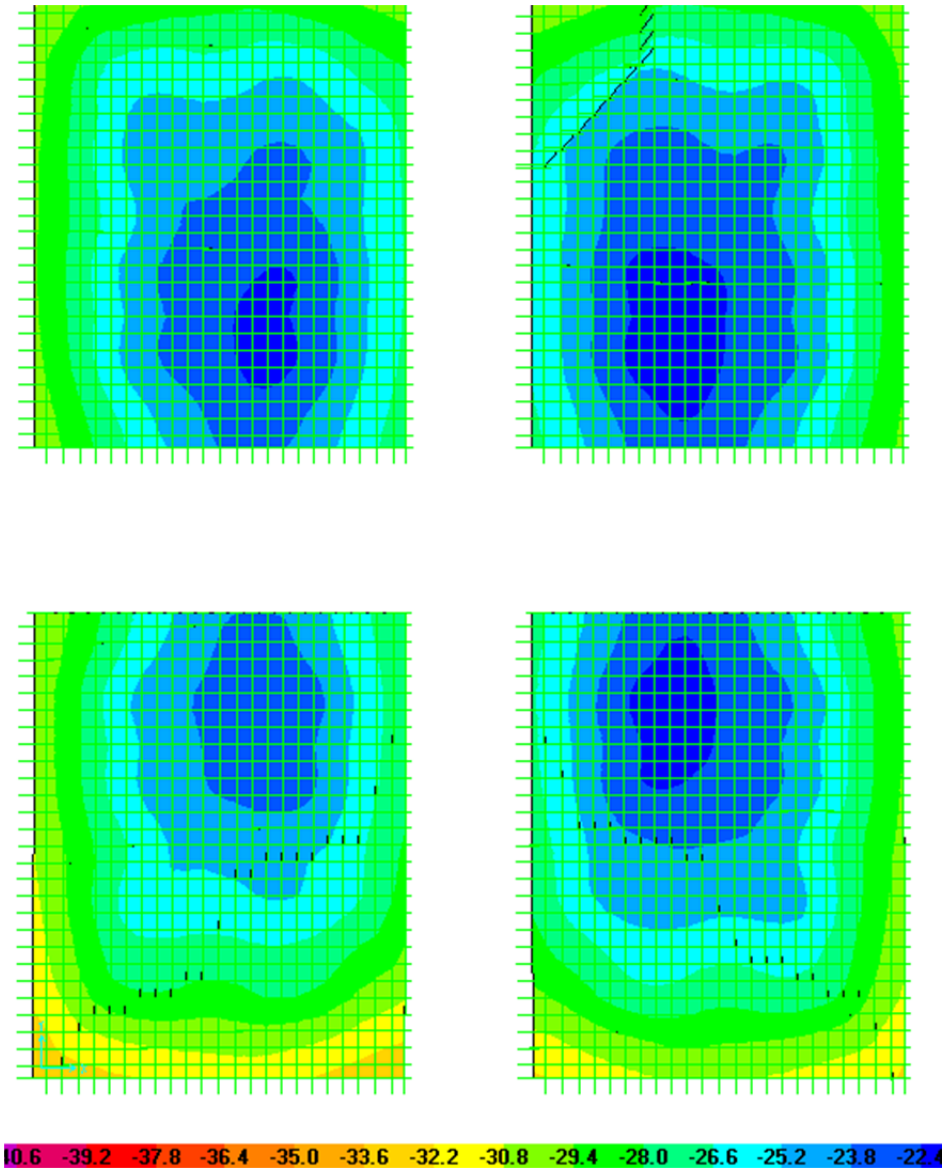


FIGURA 5-359 - SLU(SISMA) - CASSONI D5-D6-E5-E6(-11) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro del cassone:

SLU agli stati limiti ultimi						
	1	2	3	4	Pmedio	
D5	480*	440*	480*	510*	250**	kPa
D6	440*	410*	490*	460*	245**	kPa
E5	530*	440*	430*	450*	240**	kPa
E6	500*	475*	410*	420*	235**	kPa
D5(sisma)	400*	360*	435*	435*	195**	kPa
D6(sisma)	350*	390*	420*	420*	190**	kPa
E5(sisma)	405*	400*	360*	400*	185**	kPa
E6(sisma)	395*	405*	385*	350*	180**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLU sotto i cassoni variano da un minimo di 28mm ad un massimo di 41 mm per il perimetro con una pressione trasmesso allo scanno pari a 360 kPa e 530 kPa rispettivamente.

La deformazione al centro del cassone è pari a circa 22-31mm corrispondente ad una pressione di 180-250 kPa circa.

Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m2 – SLE comb. freq.

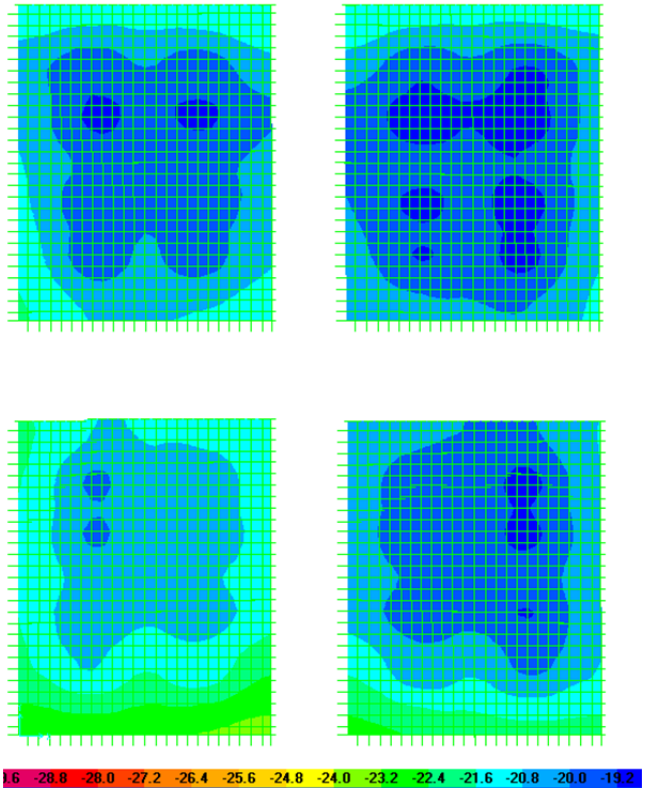


FIGURA 5-360 - SLE(FREQ.) - CASSONI D5-D6-E5-E6(-11) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro di ogni cassone:

SLE – combinazioni frequenti						
	1	2	3	4	Pmedio	
D5	280*	277*	305*	300*	165**	kPa
D6	268*	271*	286*	295*	160**	kPa
E5	280*	280*	274*	282*	160**	kPa
E6	280*	280*	273*	268*	155**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLE combinazioni frequenti sotto i cassoni variano da un minimo di 20mm ad un massimo di 23 mm per il perimetro con una pressione trasmessa allo scanno pari a 260 kPa e 300 kPa rispettivamente.
La deformazione al centro del cassone è pari a circa 19-20mm corrispondente ad una pressione di 165 kPa circa.

[redacted]Cassoni E5-E6-D5-D6 con sovraccarico 7.5t/m2 – SLE comb. rare

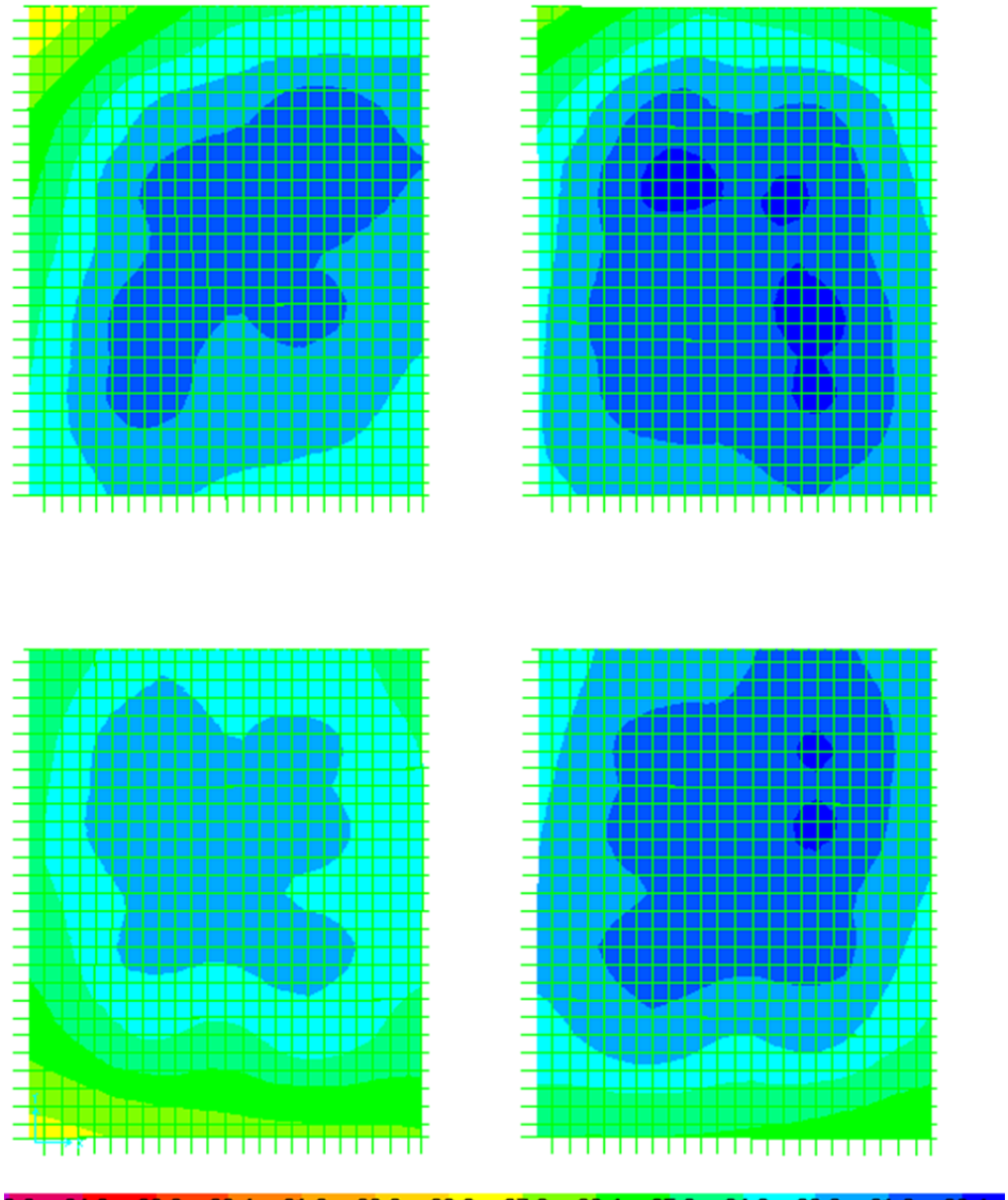


FIGURA 5-361 - SLE(RARE) - CASSONI D5-D6-E5-E6(-11) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro di ogni cassone.

SLE – combinazioni rare						
	1	2	3	4	Pmedio	
D5	330*	315*	345*	365*	180**	kPa
D6	315*	290*	340*	330*	170**	kPa
E5	375*	310*	310*	310*	170**	kPa
E6	350*	335*	290*	300*	165**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLE combinazioni rare sotto i cassoni variano da un minimo di 22mm ad un massimo di 29 mm per il perimetro con una pressione trasmessa allo scanno pari a 290 kPa e 375 kPa rispettivamente.

La deformazione al centro del cassone è pari a circa 21-22mm corrispondente ad una pressione di 170-180 kPa circa.

[redacted]Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLU

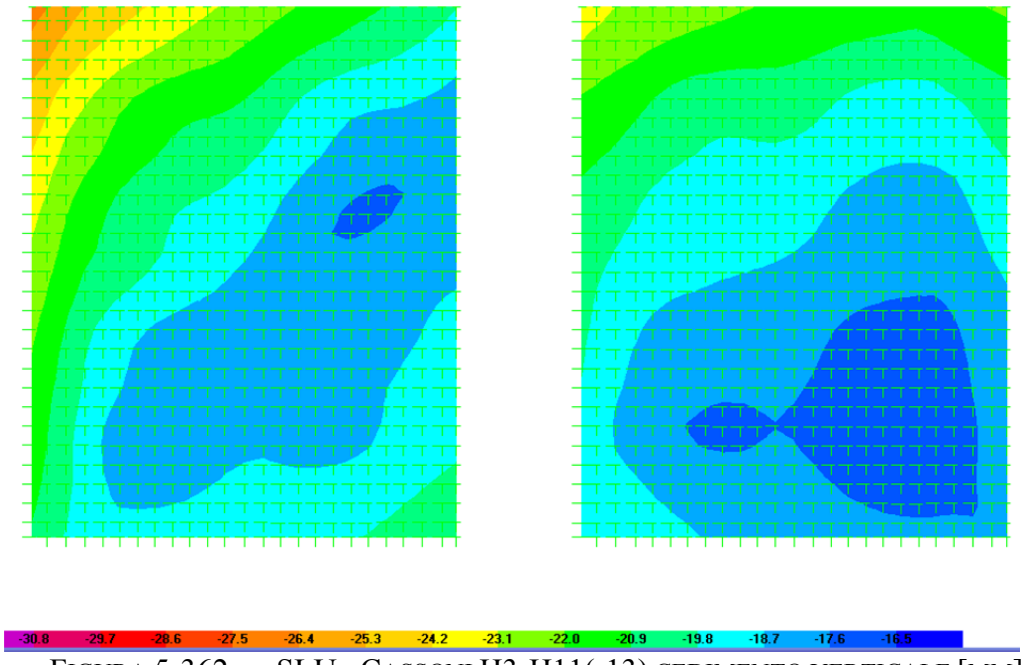


FIGURA 5-362 - SLU - CASSONI H3-H11(-13) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

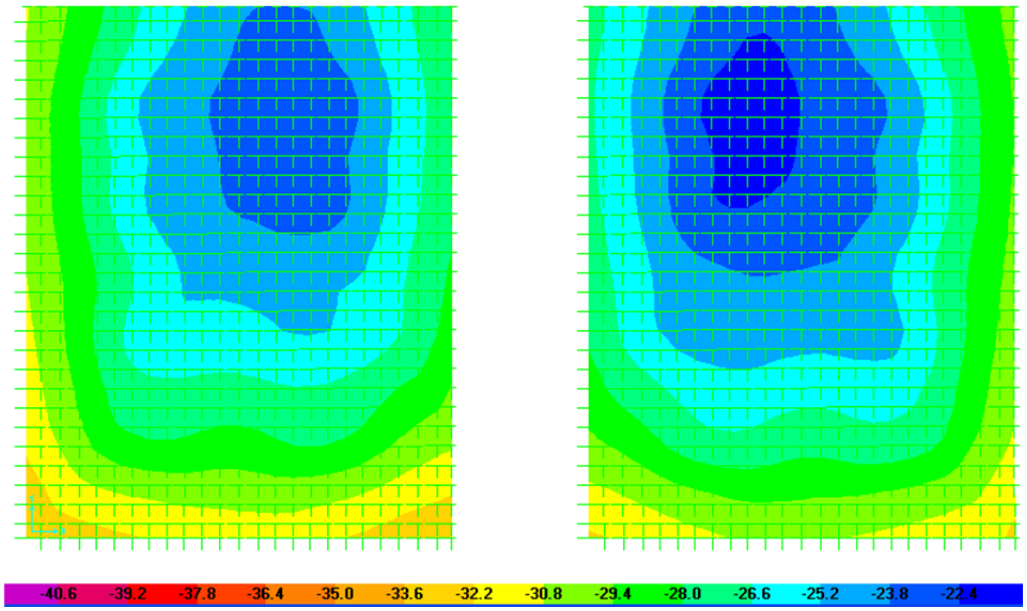


FIGURA 5-363 - SLU(SISMA) - CASSONI H3-H11(-13) CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro del cassone:

SLU agli stati limiti ultimi						
	1	2	3	4	Pmedio	
H3-H11	350*	260*	260*	273*	160**	kPa
H3-H11(sisma)	400*	390*	430*	435*	195**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLU sotto i cassoni variano da un minimo di 20mm a un massimo di 33 mm per il perimetro con una pressione trasmessa allo scanno pari a 273 kPa e 435 kPa rispettivamente.

La deformazione al centro del cassone è pari a circa 24mm corrispondente ad una pressione di 190 kPa circa.

[redacted]Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLE – comb. frequenti

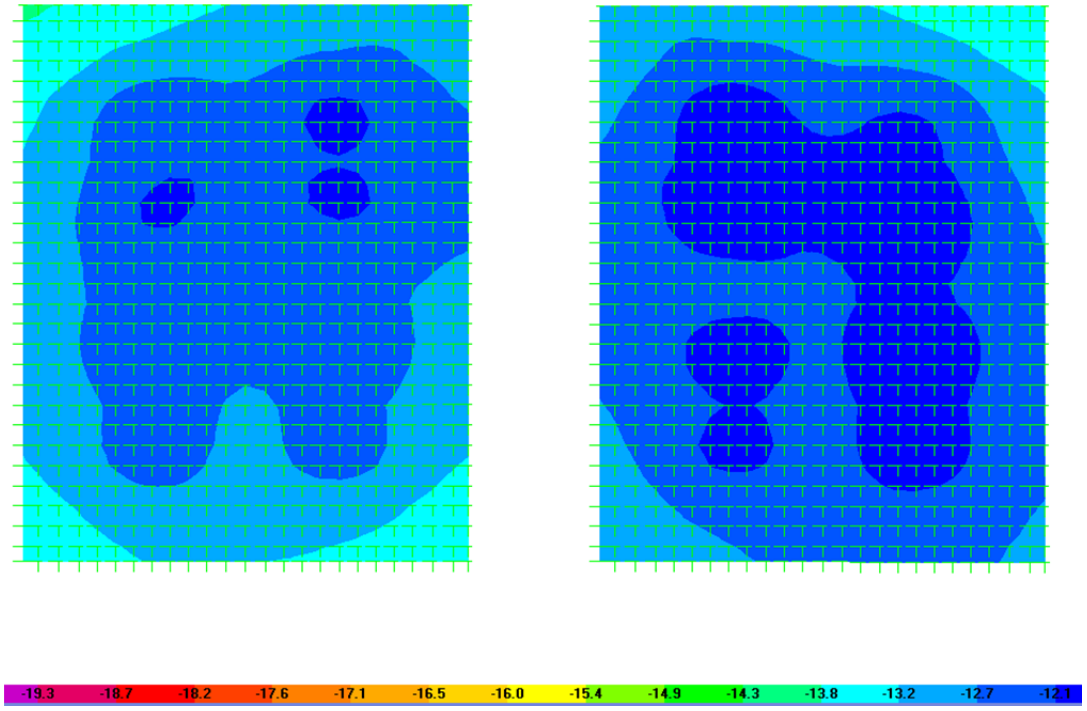


FIGURA 5-364 - SLE(FREQ.) - CASSONI H3-H11 CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro di ogni cassone:

SLE – combinazioni frequenti						
	1	2	3	4	Pmedio	
H3-H11	180*	170*	175*	175*	100**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLE combinazioni frequenti sotto i cassoni variano da un minimo di 13mm a un massimo di 14 mm per il perimetro con una pressione trasmessa allo scanno pari a 170 kPa e 180 kPa rispettivamente.

La deformazione al centro del cassone è pari a circa 12.5mm corrispondente ad una pressione di 100 kPa circa.

[redacted]Cassoni H3-H11 con sovraccarico 2.0t/m2 – SLE – comb. rare

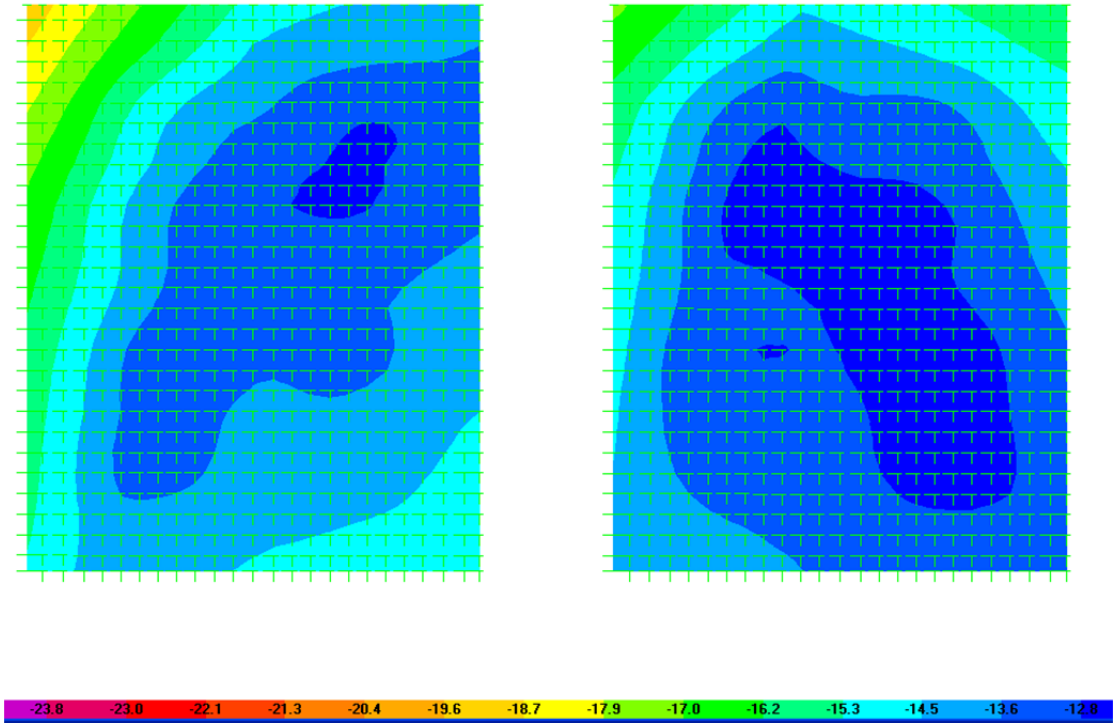


FIGURA 5-365 - SLE(RARE) - CASSONI H3-H11 CEDIMENTO VERTICALE [MM]

Nella tabella seguente si da la pressione nei vertici dei cassoni nonché la pressione media al centro di ogni cassone:

SLE – combinazioni frequenti						
	1	2	3	4	Pmedio	
H3-H11	250*	180*	195*	195*	110**	kPa
*cedimento x 13000kN/m^3/**cedimento x 8000kN/m^3						

Le deformazioni agli SLE combinazioni frequenti sotto i cassoni variano da un minimo di 14mm a un massimo di 19 mm per il perimetro con una pressione trasmessa allo scanno pari a 180 kPa e 250 kPa rispettivamente.

La deformazione al centro del cassone è pari a circa 13.8mm corrispondente ad una pressione di 110 kPa circa.