

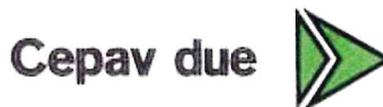
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

### PROGETTO ESECUTIVO

**SLZ1 – SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702**  
**RELAZIONE DI CALCOLO MURI**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio Cepav due il Direttore del Consorzio <i>(Ing. T. Taranta)</i> Data: _____	Valido per costruzione  Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	S L Z 1 C 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE							IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	GUILARTE	30/11/18	AIELLO	30/11/18	30/11/18	
B							
C							

CIG. 751447334A MILANO 11E2CLSLZ1C0001A\_01.docx



CUP: F81H9100000008

**INDICE**

1.	INTRODUZIONE .....	14
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	16
3.	CRITERI DI CALCOLO .....	17
3.1.	CRITERI DI ANALISI – MURI A “U” PUNTONATI .....	17
3.2.	CRITERI DI ANALISI – MURI A “U” .....	17
3.3.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLA SOLETTA DI FONDAZIONE .....	17
3.3.1.	<i>Modello di Winkler</i> .....	18
3.3.2.	<i>Soluzione per carico verticale all’estremità</i> .....	19
3.3.3.	<i>Soluzione per momento flettente all’estremità</i> .....	19
3.4.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA .....	19
3.5.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	23
3.5.1.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU</i> .....	23
3.5.2.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE</i> .....	24
4.	CRITERI DI VERIFICA .....	24
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	25
5.1.	CALCESTRUZZO PER MAGRONE .....	25
5.2.	CALCESTRUZZO .....	25
5.3.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	26
5.4.	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI .....	27
5.5.	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE .....	27
6.	PARAMETRI SISMICI .....	27
7.	PARAMETRI GEOTECNICI .....	28
8.	ANALISI STRUTTURALE .....	29
8.1.	MODELLAZIONE STRUTTURALE .....	29
8.2.	ANALISI DEI CARICHI .....	30
8.2.1.	<i>Peso proprio strutture (Load 1)</i> .....	30
8.2.2.	<i>Spinta del terreno (Load 2)</i> .....	31

8.2.3.	<i>Spinta dell'acqua (Load 3)</i> .....	31
8.2.4.	<i>Sovraccarico accidentale in condizioni statiche e sismiche (Load 4)</i> .....	31
8.2.5.	<i>Azioni sismiche (Load 5,6,7,8)</i> .....	32
9.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	34
9.1.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	34
9.2.	COMBINAZIONI SLU .....	35
9.3.	COMBINAZIONI SLV .....	35
9.4.	COMBINAZIONI SLE .....	36
10.	MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 4.40M .....	37
10.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	37
10.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	38
10.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA) .....	39
10.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO .....	40
10.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i> .....	40
10.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	40
10.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA .....	41
10.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i> .....	41
10.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	41
10.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	42
10.6.1.	<i>Piedritti</i> .....	42
10.6.2.	<i>Soletta</i> .....	43
10.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	44
10.7.1.	<i>Piedritti</i> .....	44
10.7.2.	<i>Soletta</i> .....	44
10.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	45
10.8.1.	<i>Soletta</i> .....	45
10.8.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	46
10.8.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	47
10.8.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	48

10.8.2. Piedritto.....	49
10.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	50
10.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	51
10.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	52
11. MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 5.60M.....	53
11.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....	53
11.2. PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI.....	54
11.3. RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA).....	55
11.4. RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO.....	56
11.4.1. Combinazioni SLU – SLV.....	56
11.4.2. Combinazioni SLE.....	56
11.5. RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA.....	57
11.5.1. Combinazioni SLU - SLV.....	57
11.5.2. Combinazioni SLE.....	57
11.6. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV.....	58
11.6.1. Piedritti.....	58
11.6.2. Soletta.....	59
11.7. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE.....	60
11.7.1. Piedritti.....	60
11.7.2. Soletta.....	60
11.8. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO.....	61
11.8.1. Soletta.....	61
11.8.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	62
11.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	63
11.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	64
11.8.2. Piedritto.....	65
11.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	66
11.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	67
11.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	68
12. MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 5.90M.....	69
12.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....	69

12.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	70
12.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA) .....	71
12.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO .....	72
12.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i> .....	72
12.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	72
12.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA .....	73
12.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i> .....	73
12.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	73
12.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	74
12.6.1.	<i>Piedritti</i> .....	74
12.6.2.	<i>Soletta</i> .....	75
12.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	76
12.7.1.	<i>Piedritti</i> .....	76
12.7.2.	<i>Soletta</i> .....	76
12.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	77
12.8.1.	<i>Soletta</i> .....	77
12.8.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	78
12.8.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	79
12.8.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	80
12.8.2.	<i>Piedritto</i> .....	81
12.8.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	82
12.8.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	83
12.8.2.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	84
13.	MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 7.30M .....	85
13.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	85
13.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	86
13.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA) .....	87
13.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO .....	88
13.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i> .....	88
13.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	88

13.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA .....	89
13.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i> .....	89
13.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	89
13.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	90
13.6.1.	<i>Piedritti</i> .....	90
13.6.2.	<i>Soletta</i> .....	91
13.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	92
13.7.1.	<i>Piedritti</i> .....	92
13.7.2.	<i>Soletta</i> .....	92
13.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	93
13.8.1.	<i>Soletta</i> .....	93
13.8.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	94
13.8.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	95
13.8.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	96
13.8.2.	<i>Piedritto</i> .....	97
13.8.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	98
13.8.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	99
13.8.2.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	100
14.	MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 8.30M .....	101
14.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	101
14.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	102
14.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA) .....	103
14.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO .....	104
14.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i> .....	104
14.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	104
14.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA .....	105
14.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i> .....	105
14.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i> .....	105
14.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	106
14.6.1.	<i>Piedritti</i> .....	106

14.6.2. Soletta.....	107
14.7. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	108
14.7.1. Piedritti.....	108
14.7.2. Soletta.....	108
14.8. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	109
14.8.1. Soletta.....	109
14.8.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	110
14.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	111
14.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	112
14.8.2. Piedritto.....	113
14.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	114
14.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	115
14.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	116
15. MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 8.90M .....	117
15.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	117
15.2. PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	118
15.3. RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA).....	119
15.4. RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO .....	120
15.4.1. Combinazioni SLU – SLV.....	120
15.4.2. Combinazioni SLE.....	120
15.5. RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA .....	121
15.5.1. Combinazioni SLU - SLV.....	121
15.5.2. Combinazioni SLE.....	121
15.6. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	122
15.6.1. Piedritti.....	122
15.6.2. Soletta.....	123
15.7. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	124
15.7.1. Piedritti.....	124
15.7.2. Soletta.....	124
15.8. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	125

15.8.1. Soletta .....	125
15.8.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	126
15.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	127
15.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	128
15.8.2. Piedritto .....	129
15.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	130
15.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	131
15.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	132
16. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 10.12M .....	133
16.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	133
16.2. PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	134
16.3. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	135
16.3.1. Momento flettente .....	135
16.3.2. Taglio.....	135
16.4. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	136
16.4.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente.....	136
16.4.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica .....	136
16.5. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	137
16.5.1. Soletta incastro .....	137
16.5.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	138
16.5.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	139
16.5.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	140
16.5.2. Soletta mezzeria .....	141
16.5.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	141
16.5.2.1. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	142
16.5.3. Piedritto incastro fondazione.....	143
16.5.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	144
16.5.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	145
16.5.3.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	146
16.5.4. Piedritto mezzeria .....	147
16.5.4.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	147
16.5.4.2. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	148
16.5.5. Puntone.....	149

16.5.5.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	150
16.5.5.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	151
16.5.5.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	152
16.5.5.4.	Verifiche a punzonamento .....	153
17.	MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 11.90M .....	154
17.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	154
17.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	155
17.1.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	156
17.1.1.	Momento flettente .....	156
17.1.2.	Taglio.....	156
17.2.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	157
17.2.1.	Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente.....	157
17.2.2.	Momento flettente – Combinazione Caratteristica .....	157
17.3.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	158
17.3.1.	Soletta incastro .....	158
17.3.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	159
17.3.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	160
17.3.1.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	161
17.3.1.	Soletta mezzeria .....	162
17.3.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	162
17.3.1.2.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	163
17.3.2.	Piedritto incastro .....	164
17.3.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	165
17.3.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	166
17.3.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	167
17.3.3.	Piedritto mezzeria .....	168
17.3.3.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	168
17.3.3.2.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	169
17.3.4.	Puntone .....	170
17.3.4.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	171
17.3.4.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	172
17.3.4.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio .....	173
17.3.4.4.	Verifiche a punzonamento .....	174
18.	MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 12.95M .....	175

18.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	175
18.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	176
18.3.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	177
18.3.1.	<i>Momento flettente</i> .....	177
18.3.2.	<i>Taglio</i> .....	177
18.4.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	178
18.4.1.	<i>Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente</i> .....	178
18.4.2.	<i>Momento flettente – Combinazione Caratteristica</i> .....	178
18.5.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	179
18.5.1.	<i>Soletta incastro</i> .....	179
18.5.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	180
18.5.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	181
18.5.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	182
18.5.2.	<i>Soletta mezzeria</i> .....	183
18.5.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	183
18.5.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	184
18.5.3.	<i>Piedritto incastro</i> .....	185
18.5.3.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	186
18.5.3.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	187
18.5.3.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	188
18.5.4.	<i>Piedritto mezzeria</i> .....	189
18.5.4.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	189
18.5.4.2.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	190
18.5.5.	<i>Puntone</i> .....	191
18.5.5.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	192
18.5.5.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	193
18.5.5.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	194
18.5.5.4.	<i>Verifiche a punzonamento</i> .....	195
19.	MURO AD “U” - TIPOLOGIA 1 – H = 13.31M .....	196
19.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	196
19.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI .....	197
19.3.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV .....	198
19.3.1.	<i>Momento flettente</i> .....	198

19.3.2. Taglio.....	198
19.4. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	199
19.4.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente.....	199
19.4.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica.....	199
19.5. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	200
19.5.1. Soletta incastro.....	200
19.5.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	201
19.5.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	202
19.5.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	203
19.5.2. Soletta mezzeria.....	204
19.5.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	204
19.5.2.2. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	205
19.5.3. Piedritto incastro.....	206
19.5.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	207
19.5.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	208
19.5.3.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	209
19.5.4. Piedritto mezzeria.....	210
19.5.4.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	210
19.5.4.2. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	211
19.5.5. Puntone.....	212
19.5.5.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	213
19.5.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	214
19.5.5.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	215
19.5.5.4. Verifiche a punzonamento.....	216
20. MURO A MENSOLA - H = 3.26M .....	217
20.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	217
20.2. CRITERI DI CALCOLO DELLE SPINTE SUL MURO .....	218
20.2.1. Spinta statica del terreno.....	218
20.2.2. Spinta statica del sovraccarico a tergo della parete .....	218
20.2.3. Spinta in presenza di sisma.....	218
20.3. CRITERI DI VERIFICA GLOBALE .....	219
20.3.1. Verifica a ribaltamento.....	219
20.3.2. Verifica a scorrimento.....	219

20.3.3. Verifica a carico limite .....	220
20.4. COMBINAZIONI DI CARICO .....	220
20.4.1. Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 1 .....	221
20.4.2. Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 2 .....	221
20.4.3. Combinazioni SLE .....	221
20.5. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	222
20.5.1. Approccio 1 – Combinazione 1 .....	222
20.5.2. Approccio 1 – Combinazione 2 .....	223
20.5.3. Combinazione Quasi Permanente .....	224
20.5.4. Combinazione Caratteristica .....	225
20.6. VERIFICHE GLOBALI .....	226
20.6.1. Verifica a scorrimento .....	226
20.6.2. Verifica a ribaltamento .....	226
20.6.3. Verifica a capacità portante .....	226
20.7. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA .....	227
20.7.1. Fondazione .....	227
20.7.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	228
20.7.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	229
20.7.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	230
20.7.2. Piedritto .....	231
20.7.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione .....	232
20.7.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	233
20.7.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio .....	234
21. MURO A MENSOLA - H = 2.45M .....	235
21.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	235
21.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	236
21.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1 .....	236
21.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2 .....	237
21.2.3. Combinazione Quasi Permanente .....	238
21.2.4. Combinazione Caratteristica .....	239

21.3.	VERIFICHE GLOBALI.....	240
21.3.1.	<i>Verifica a scorrimento</i> .....	240
21.3.2.	<i>Verifica a ribaltamento</i> .....	240
21.3.1.	<i>Verifica a capacità portante</i> .....	240
21.4.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA .....	241
21.4.1.	<i>Fondazione</i> .....	241
21.4.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	242
21.4.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	243
21.4.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	244
21.4.2.	<i>Piedritto</i> .....	245
21.4.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i> .....	246
21.4.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i> .....	247
21.4.2.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i> .....	248
22.	RIFERIMENTI.....	249
22.1.	DOCUMENTI REFERENZIATI.....	249
22.2.	DOCUMENTI CORRELATI .....	249
22.3.	DOCUMENTI SUPERATI.....	249

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al calcolo dei muri facenti parte dell'opera denominata "SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702", prevista nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V./A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicata al km 149+888,702 della linea ferroviaria.

I muri lato Sud, sono costituiti da 9 conci con sezione trasversale a "U" puntonati, 10 conci con sezione trasversale a "U" e 5 conci con sezione trasversale a "L".

I muri interclusi tra lo scatolare sotto linea storica e quello sotto linea AV/AC sono costituiti da 3 conci con sezione trasversale a "U" puntonati.

I muri lato Nord sono costituiti da 4 concio con sezione trasversale a "U".

I muri hanno i piedritti con spessore in sommità pari a 0.30m e pendenza della parete lato terrapieno pari a 1/10; pe altezze maggiori di 8m i piedritti hanno spessore; tutti i muri sono realizzati mediante getto in opera del calcestruzzo.

### MURI AD U

(b=larghezza interna, L=lunghezza, h=altezza piedritto, S<sub>p</sub>=spessore base piedritto, S<sub>s</sub>=spessore fondazione)

	<b>b [m]</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>max</sub> [m]</b>	<b>S<sub>p</sub> [m]</b>	<b>S<sub>s</sub> [m]</b>
<b>Concio 1 – Nord</b>	13.73 ÷ 13.35	7.05	4.40	0.30 ÷ 0.74	0.70
<b>Concio 2 – Nord</b>	13.35 ÷ 13.28	6.10	4.97	0.30 ÷ 0.80	0.80
<b>Concio 3 – Nord</b>	13.28 ÷ 13.20	6.10	5.55	0.30 ÷ 0.85	0.80
<b>Concio 4 – Nord</b>	13.20 ÷ 13.22	6.10	6.11 ÷ 7.84	0.30 ÷ 1.08	1.00
<b>Concio 5 – Interclusi</b>	12.92 ÷ 12.80	6.10	9.60	0.30 ÷ 1.26	1.30
<b>Concio 6 – Interclusi</b>	12.80 ÷ 12.81	6.10	10.24	0.30 ÷ 1.32	1.30
<b>Concio 7 – Interclusi</b>	12.81 ÷ 13.13	5.77	10.92 ÷ 6.47	0.30 ÷ 1.39	1.20
<b>Concio 8 – Sud</b>	13.90 ÷ 12.89	7.30	13.31	0.30 ÷ 1.63	1.30
<b>Concio 10 – Sud</b>	12.89 ÷ 12.81	8.50	12.94	0.30 ÷ 1.59	1.30
<b>Concio 11 – Sud</b>	12.81 ÷ 12.83	6.10	12.63	0.30 ÷ 1.56	1.30
<b>Concio 12 – Sud</b>	12.83 ÷ 12.82	6.10	12.30	0.30 ÷ 1.53	1.30
<b>Concio 13 – Sud</b>	12.82	6.10	11.90	0.30 ÷ 1.49	1.30
<b>Concio 14 – Sud</b>	12.82	6.10	11.41	0.30 ÷ 1.44	1.30
<b>Concio 15 – Sud</b>	12.82	6.10	10.73	0.30 ÷ 1.37	1.30
<b>Concio 16 – Sud</b>	12.82	6.10	10.12	0.30 ÷ 1.31	1.30
<b>Concio 17 – Sud</b>	12.82	6.10	9.51	0.30 ÷ 1.25	1.30
<b>Concio 18 – Sud</b>	12.82	6.10	8.90	0.30 ÷ 1.19	1.20
<b>Concio 19 – Sud</b>	12.82	6.10	8.29	0.30 ÷ 1.13	1.10
<b>Concio 20 – Sud</b>	12.82	6.10	7.68	0.30 ÷ 1.07	1.10
<b>Concio 21 – Sud</b>	12.82	6.10	7.07	0.30 ÷ 1.01	1.10
<b>Concio 22 – Sud</b>	12.82	6.10	6.46	0.30 ÷ 0.95	1.00
<b>Concio 23 – Sud</b>	12.82	6.10	5.86	0.30 ÷ 0.89	0.90
<b>Concio 24 – Sud</b>	12.82	6.10	5.28	0.30 ÷ 0.83	0.80

	<b>b [m]</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>max</sub> [m]</b>	<b>S<sub>p</sub> [m]</b>	<b>S<sub>s</sub> [m]</b>
<b>Concio 25 – Sud</b>	12.82	6.10	4.71	0.30 ÷ 0.77	0.80
<b>Concio 26 – Sud</b>	12.82 ÷ 12.81	6.10	4.21	0.30 ÷ 0.72	0.70
<b>Concio 27 – Sud</b>	12.83 ÷ 12.85	6.10	3.75	0.30 ÷ 0.67	0.70

### MURI A MENSOLA

(B = larghezza totale fondazione, b<sub>monte</sub> = sbalzo a monte fondazione, L = lunghezza concio, h = altezza parete, S<sub>p</sub> = spessore base parete, S<sub>s</sub> = spessore fondazione)

	<b>B [m]</b>	<b>b<sub>monte</sub> [m]</b>	<b>L [m]</b>	<b>h<sub>max</sub> [m]</b>	<b>S<sub>p</sub> [m]</b>	<b>S<sub>s</sub> [m]</b>
<b>Concio 28 – Sud</b>	3.00	1.97	6.10	3.26	0.40 ÷ 0.63	0.60
<b>Concio 29 – Sud</b>	3.00	2.01	6.10	2.87	0.40 ÷ 0.59	0.60
<b>Concio 30 – Sud</b>	2.40	1.45	6.10	2.49	0.40 ÷ 0.55	0.50
<b>Concio 31 – Sud</b>	2.40	1.50	6.10	2.03	0.40 ÷ 0.50	0.50
<b>Concio 32 – Sud</b>	2.40	1.54	6.10	1.62	0.30 ÷ 0.46	0.50

Le analisi strutturali vengono effettuate su strutture piane che descrivono una striscia larga 1.00m, secondo i criteri di calcolo di seguito descritti, ed individuando le sezioni di calcolo maggiormente significative per ciascuna tipologia di concio, denominate come segue:

- Muro ad U tipo 1 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 0.70m, h = 4.40m, rappresentativa dei Conci 1, 26 e 27;
- Muro ad U tipo 2 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 0.80m, h = 5.60m, rappresentativa dei Conci 2, 3, 24 e 25;
- Muro ad U tipo 3 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 0.90m, h = 5.90m, rappresentativa del Concio 23;
- Muro ad U tipo 4 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.00m, h = 7.30m, rappresentativa dei Conci 4 e 22;
- Muro ad U tipo 5 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.10m, h = 8.30m, rappresentativa dei Conci 19, 20 e 21;
- Muro ad U tipo 6 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.20m, h = 8.90m, rappresentativa dei Conci 7 e 18;
- Muro ad U tipo 7 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.30m, h = 10.12m, rappresentativa dei Conci 5, 16 e 17;
- Muro ad U tipo 8 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.30m, h = 11.90m, rappresentativa dei Conci 6, 13, 14 e 15;
- Muro ad U tipo 9 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.30m, h = 12.95m, rappresentativa dei Conci 10, 11 e 12;
- Muro ad U tipo 10 – sp. fondazione S<sub>s</sub> = 1.30m, h = 13.31m, rappresentativa del Concio 8;
- Muro a mensola tipo 1 – H = 2.45m, rappresentativa dei Conci 30, 31 e 32;
- Muro a mensola tipo 2 – H = 3.26m, rappresentativa dei Conci 28 e 29.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di un'opera di sostegno interrata, con applicazione della Normativa D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

L'opera, ubicata nel Comune di Sommacampagna (VR), ricade in zona sismica: verranno pertanto considerate anche le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/08.

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 luglio 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili.

### 3. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

#### 3.1. Criteri di analisi – muri a “U” puntonati

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti (SAP2000) schematizzando i vari setti con elementi “beam” mutuamente incastrati e facendo riferimento ad una larghezza unitaria di struttura che viene pertanto risolta come struttura piana.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- $K_s$  = costante di sottofondo [F/L<sup>3</sup>]
- $b_t$  = interasse trasversale di competenza della generica molla
- $b_l$  = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1.00 m)
- $W_s = K_s / (b_t \times b_l)$  = caratteristica elastica della generica molla

La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è pari a:

$$K_s = 5000 \text{ kN/m}^3$$

Per le caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare  $b \times h = 100 \times S_f$  cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 100 \times S_p$  cm per i piedritti.

Per quanto riguarda la rigidità delle aste del reticolo si è assunto:

- $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$  (Per cls Rck 45);
- $E_c = 31447 \text{ N/mm}^2$  (Per cls Rck 30);

#### 3.2. Criteri di analisi – muri a “U”

L'analisi viene svolta analiticamente valutando l'entità dei carichi sollecitanti i piedritti e determinando i valori di sollecitazione nelle sezioni di interesse.

Anche il calcolo delle sollecitazioni della fondazione viene eseguito in via analitica considerando la soletta come una trave su suolo alla Winkler con condizioni al contorno note.

#### 3.3. Calcolo delle sollecitazioni nella soletta di fondazione

Le sollecitazioni nella soletta di base sono dovute alle azioni scaricate al piede dei piedritti, costituite da:

- azione assiale;

- momento alla base dei piedritti.

La trave presenta una lunghezza  $L$  finita ed è vincolata solamente attraverso il suolo elastico.

Il calcolo delle sollecitazioni viene effettuato per sovrapposizione degli effetti dovuti alle sollecitazioni gravanti da entrambi i piedritti.

### 3.3.1. Modello di Winkler

Il modello di Winkler schematizza il suolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume, cioè:

$$p = k_w$$

dove  $k$  [ $FL^{-3}$ ] è detta “costante di sottofondo”.

L'equazione differenziale che descrive il problema della trave di rigidezza  $E_f J$  su suolo elastico e assoggettata ad un carico distribuito  $q(x)$  è:

$$E_f J \frac{d^4 w}{dx^4} + k B w(x) = q(x)$$

La soluzione si ottiene sommando l'integrale generale dell'omogenea associata  $\{q(x)=0\}$  con l'integrale particolare relativo al carico  $q(x)$ . L'equazione omogenea associata si scrive:

$$E_f J \frac{d^4 w}{dx^4} + k B w(x) = 0$$

ed è nota come equazione “della trave elastica su suolo elastico”.

La soluzione dell'equazione particolare viene tralasciata in quanto una trave alla Winkler soggetta ad un carico distribuito (come il peso proprio) presenta uno spostamento costante lungo il suo asse e non è soggetta a sollecitazioni di momento o taglio.

L'integrale generale della soluzione omogenea ha l'espressione:

$$w = e^{\frac{x}{\lambda}} \left( A \cos \frac{x}{\lambda} + B \sin \frac{x}{\lambda} \right) + e^{-\frac{x}{\lambda}} \left( C \cos \frac{x}{\lambda} + D \sin \frac{x}{\lambda} \right)$$

Nella quale

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4E_f J}{kB}}$$

ha le dimensioni di una lunghezza ed è detta lunghezza caratteristica o lunghezza d'onda della trave, ed  $A$ ,  $B$ ,  $C$  e  $D$  sono costanti che vengono determinate imponendo le opportune condizioni al contorno.

Dall'equazione differenziale è possibile determinare l'andamento del momento e del taglio come:

$$M = -E_f J \frac{d^2 w}{dx^2} ; V = -E_f J \frac{d^3 w}{dx^3}$$

### 3.3.2. Soluzione per carico verticale all'estremità

La risoluzione della trave alla Winkler di lunghezza L, soggetta ad una sua estremità ad un carico verticale P perpendicolare al suo asse è stata effettuata imponendo le seguenti condizioni al contorno

$$M(0) = -E_f J \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=0} = 0$$

$$M(L) = -E_f J \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=L} = 0$$

$$V(0) = -E_f J \frac{d^3 w}{dx^3} \Big|_{x=0} = -P$$

$$V(L) = -E_f J \frac{d^3 w}{dx^3} \Big|_{x=L} = 0$$

La soluzione è stata ricavata in forma chiusa e non viene riportata per brevità. Il calcolo delle sollecitazioni viene effettuato ai quarti dello spessore dei piedritti e al loro filo interno; inoltre, l'andamento delle sollecitazioni nella soletta, viene valutato in 50 punti equamente distribuiti sulla larghezza compresa tra i due piedritti.

### 3.3.3. Soluzione per momento flettente all'estremità

La risoluzione della trave alla Winkler di lunghezza L, soggetta ad una sua estremità ad un momento flettente M (quindi, nel piano verticale che contiene la trave) è stata effettuata imponendo le seguenti condizioni al contorno

$$M(0) = -E_f J \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=0} = M$$

$$M(L) = -E_f J \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=L} = 0$$

$$V(0) = -E_f J \frac{d^3 w}{dx^3} \Big|_{x=0} = 0$$

$$V(L) = -E_f J \frac{d^3 w}{dx^3} \Big|_{x=L} = 0$$

La soluzione è stata ricavata in forma chiusa e non viene riportata per brevità. Il calcolo delle sollecitazioni viene effettuato ai quarti dello spessore dei piedritti e al loro filo interno; inoltre, l'andamento delle sollecitazioni nella soletta, viene valutato in 50 punti equamente distribuiti sulla larghezza compresa tra i due piedritti.

## 3.4. Criteri e definizione dell'azione sismica

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non strutturali, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1 delle N.T.C., i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del sisma subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

In merito alle opere interrato di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2. delle N.T.C., essendo il muro un'opera di sostegno e rientrando tra le strutture che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1 delle N.T.C.), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T.C. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle masse per la massima accelerazione attesa.

Nelle verifiche allo SLU i valori dei coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  e verticali  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g}; k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove :  $a_{\max} = S \times a_g = S_S \times S_T \times a_g$  (accelerazione massima attesa al sito);

$g$  = accelerazione di gravità;

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica;

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito di riferimento rigido.

Per muri in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume i valori sotto riportati:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Per muri che non sono in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno in quanto vincolati orizzontalmente come ad esempio i muri ad "U", si assume  $\beta_m = 1$ .

La forza totale di progetto agente sulla struttura di contenimento dal lato del terrapieno,  $E_d$ , è calcolata come (EC8-5 par.7.3.2.1, EC8-5 Appendice E p.to E.3):

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K \times H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

dove:

$H$  = altezza del muro;

$E_{ws}$  = la spinta statica dell'acqua;

$E_{wd}$  = spinta idrodinamica dell'acqua;

$\gamma^*$  = peso specifico del terreno;

$K$  = coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico);

$k_v$  = coefficiente sismico verticale.

Il punto di applicazione della forza dovuta alla spinta dinamica del terreno deve essere preso a metà altezza del muro, in assenza di uno studio più dettagliato che prenda in considerazione la relativa rigidità, il tipo di movimenti, e la massa relativa della struttura di contenimento.

Nel caso di muri che sono liberi di ruotare intorno al loro piede si può assumere che la forza dinamica agisca nello stesso punto di quella statica.

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato con la formula di Mononobe e Okabe:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_d + \delta_d) \cdot \sin(\phi'_d - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta_d) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

valida per stati attivi con  $\beta \leq \phi'_d - \theta$ , oppure:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi'_d - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta_d)}$$

valida per stati attivi con  $\beta > \phi'_d - \theta$ ,

dove:

$\phi'_d$  = valore di progetto dell'angolo di resistenza a taglio del terreno;

$\psi$  e  $\beta$  = angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale, rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;

$\delta_d$  = valore di progetto dell'angolo di attrito terreno-muro.

L'angolo  $\theta$  e la pressione idrodinamica  $E_{ws}$  sono definiti in funzione del livello di falda e della natura dei terreni; si distinguono i seguenti 4 casi:

- Rilevato asciutto

$$\gamma^* = \gamma_d$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{wd} = 0$$

- Rilevato saturo a grana fine

$$\gamma^* = \gamma_d'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma^* k_h}{\gamma_d' (1 \pm k_v)}$$

$$E_{wd} = 0$$

- Rilevato saturo a grana grossa

$$\gamma^* = \gamma_d'$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_d' k_h}{\gamma_d' (1 \pm k_v)}$$

$$E_{wd} = 7/12 \times k_h \gamma_w H'^2 \text{ con } H' = \text{altezza della freatica dal piede del muro.}$$

- Rilevato parzialmente immerso

$$\gamma_v^* = \gamma' \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 + \gamma_d \left[ 1 - \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \gamma_H^* = \begin{cases} \gamma_d & \text{se terreno a grana fine} \\ \gamma_{\text{sat}} \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 + \gamma_d \left[ 1 - \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \right] & \text{se terreno a grana grossa} \end{cases}$$

$$\tan \theta = \frac{\gamma_H^* k_h}{\gamma_v^* (1 \pm k_v)}$$

$E_{wd}$  associato al tipo di terreno presente a tergo del muro.

La componente idrodinamica è considerata con la seguente distribuzione di pressione:

$$q_{wd}(z) = \pm 7/8 k_h \gamma_w (H^2 z)^{0.5}$$

Le forze inerziali, dovute alla massa  $m$  degli elementi strutturali e non strutturali sono valutate come:

$$F_I = m \times k_h$$

L'azione sismica è quindi rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo, ottenute combinando alternativamente la componente verticale agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

Per la determinazione di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai sovraccarichi da traffico.

### 3.5. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C..

#### 3.5.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU), collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR), raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche vengono condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1" e le relative combinazioni previste:

- combinazione 1  $\rightarrow$  (A1+M1+R1)  $\rightarrow$  STR
- combinazione 2  $\rightarrow$  (A2+M2+R2)  $\rightarrow$  GEO

Le combinazioni di carico di tipo A1 STR e A2 GEO vengono effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.1.IV delle N.T.C. con i coefficienti parziali di sicurezza stradali indicati in tabella 5.1.V delle N.T.C. e i coefficienti di combinazione dei carichi stradali della tabella 5.1.VI delle N.T.C. presenti al capitolo 5.1.3.12 della norma.

Per quanto riguarda i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno ( $\gamma_M$ ), si fa riferimento alla tabella 6.2.II delle N.T.C., mentre per quanto riguarda i coefficienti parziali per le verifiche agli stati limiti ultimi ( $\gamma_R$ ) si fa riferimento alla tabella 6.5.I delle N.T.C..

Ai fini delle verifiche degli stati limiti ultimi si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limiti ultimi SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limiti ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

- Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

### 3.5.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Le combinazioni di carico allo SLE vengono effettuate adottando i gruppi di azioni indicati in tabella 5.1.IV delle N.T.C. con i coefficienti di combinazione dei carichi stradali della tabella 5.1.VI delle N.T.C. presenti al capitolo 5.1.3.12 della norma.

Ai fini delle verifiche degli stati limiti di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Quasi permanente  $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$
- Frequente  $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$
- Rara  $\Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$

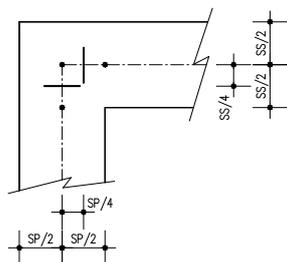
## 4. CRITERI DI VERIFICA

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

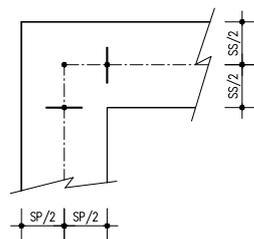
Per quanto riguarda gli incastri tra soletta e piedritti, le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in cls inclinato di 45° e staffe verticali.

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta  $M_{cr} < M_{Ed}$  la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alla Combinazioni Rara della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili sono:

- condizioni ambientali aggressive e molto aggressive:  $w_k \leq w_3 = 0.20 \text{ mm}$
- condizioni ambientali ordinarie:  $w_k \leq w_3 = 0.30 \text{ mm}$

Verifica delle tensioni di esercizio: si verifica che le tensioni di lavoro presenti nel calcestruzzo siano inferiori ai seguenti limiti:

- combinazione QP  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ ;
- combinazione Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ ,

e che le tensioni di lavoro presenti nell'acciaio siano  $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ .

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali:

### 5.1. Calcestruzzo per magrone

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

### 5.2. Calcestruzzo

Per la realizzazione delle fondazioni dei muri, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C25/30 ( $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)  $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione  $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico  $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione  $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media  $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione  $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ N/mm}^2$

- Resistenza a compressione (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 13.69 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)  $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 9.96 \text{ N/mm}^2$

Per la realizzazione delle elevazioni dei muri, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C35/45 ( $R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)  $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione  $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45.35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico  $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 34625 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione  $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 21.17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media  $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione  $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.346 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.564 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 20.54 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)  $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$

### 5.3. Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica  $\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura  $\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_s = 0.80 \times f_{yk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio  $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

#### 5.4. Durabilità e prescrizioni sui materiali

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

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

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

<u>Fondazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC2
<u>Elevazione</u>	CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC4 + XD3 + XF2

#### 5.5. Copriferro minimo e copriferro nominale

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

Considerate le condizioni ambientali dell'opera e le classi di resistenza del calcestruzzo, si adotta un copriferro nominale pari a  $c_{nom} = 40$  mm per la fondazione e pari a  $c_{nom} = 60$  mm e per l'elevazione.

## 6. PARAMETRI SISMICI

L'opera ricade nel comune di Sommacampagna in provincia di Verona.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV (TR=1424 anni) sono i seguenti:

$$a_g = 0.237g$$

$$a_{gv} = 0.155g;$$

$$F_0 = 2.432;$$

$$T^*_c = 0.283s;$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste l'opera, si assume che ricada in categoria sismica "B" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.170$$

$$S_T = 1.0$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 1.170 \times 1.00 \times 0.237 g = 0.277 g$$

In base al valore dell'accelerazione ed alla categoria sismica del sottosuolo, il valore del parametro  $\beta_m$  è pari a:

$$\beta_m = 1.00 \quad \text{per muri ad "U"}$$

$$\beta_m = 0.31 \quad \text{per muri a mensola.}$$

Per muri ad "U" si ottiene quindi:

$$k_h = 0.277$$

$$k_v = 0.139$$

mentre per muri a mensola si ottiene:

$$k_h = 0.0856$$

$$k_v = 0.0428$$

## 7. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da rilevato, sono:

- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da rinterro, sono:

- $\Phi'_k = 30^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Per quanto riguarda il terreno di fondazione, in base alle caratteristiche geotecniche riportate nello specifico documento Rif. [1], si assumono i seguenti parametri:

- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- $k_w = 5000 \text{ kN/m}^3$

## 8. ANALISI STRUTTURALE

### 8.1. Modellazione strutturale

L'analisi della struttura è stata condotta attraverso la procedura analitica con riferimento ad una porzione di lunghezza unitaria.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler come precedentemente illustrato nella presente relazione, con costante di sottofondo pari a  $K_s = 5000 \text{ kN/m}^3$ . Per quanto riguarda la rigidezza degli elementi strutturali si adottano i seguenti moduli elastici:

- $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$  (Per cls Rck 30);
- $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$  (Per cls Rck 45);

Le verifiche strutturali del piedritto vengono effettuate nelle seguenti posizioni:

- filo superiore soletta:
  - verifiche a taglio;
  - verifiche a fessurazione;

- $\frac{1}{4}$  dello spessore della soletta:
  - verifiche a flessione;
  - verifiche tensioni in esercizio.

Le verifiche strutturali della soletta di fondazione vengono effettuate nelle seguenti posizioni:

- posizione di minimo momento:
  - verifiche a flessione;
  - verifiche a fessurazione;
  - verifiche tensioni in esercizio;
- filo interno piedritto:
  - verifiche a taglio;
  - verifiche a fessurazione;
- $\frac{1}{4}$  dello spessore di base del piedritto:
  - verifiche a flessione;
  - verifiche tensioni in esercizio.

## 8.2. Analisi dei carichi

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari assunti per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Le condizioni elementari di carico di seguito determinate saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato:  $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato:  $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$
- ricoprimento:  $\gamma_{ric} = 20 \text{ kN/m}^3$

### 8.2.1. Peso proprio strutture (Load 1)

- parete  $S_s \times \gamma_{c.a.}$
- soletta  $S_s \times \gamma_{c.a.}$

### 8.2.2. Spinta del terreno (Load 2)

Il reinterro a ridosso della parete verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche.

Secondo quanto riportato in precedenza per il reinterro si assumono i seguenti parametri geotecnici:

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi'_k = 30^\circ$$

$$\phi'_{dM1} = 30^\circ$$

$$\phi'_{dM2} = \text{artg}(\text{tg}30^\circ/1.25) = 24.791^\circ$$

	<i>Coeff. M1 - <math>\gamma_{m,\phi}=1</math></i>	<i>Coeff. M2 - <math>\gamma_{m,\phi}=1.25</math></i>
<i>Spinta a riposo</i>	0,5000	0,5807
<i>Spinta attiva</i>	0,3333	0,4091

La spinta orizzontale delle terre sui piedritti, in condizioni statiche, ad una generica profondità  $z$  da piano campagna è calcolata come:

$$\sigma_t(z) = k_0 [ \gamma_t z - u(z) ]$$

dove  $u(z)$  è la pressione dell'acqua alla profondità  $z$  da piano campagna.

### 8.2.3. Spinta dell'acqua (Load 3)

Nel caso in cui la falda interessi i piedritti dei muri, la pressione orizzontale alla generica profondità  $z$  da piano campagna è calcolata come:

$$u(z) = 0 \quad (\text{per } z \leq z_1)$$

$$u(z) = \gamma_w (z - z_1) \quad ((\text{per } z > z_1))$$

con  $z_1$  profondità della falda da piano campagna.

Per i casi in esame non si considera la presenza della falda.

### 8.2.4. Sovraccarico accidentale in condizioni statiche e sismiche (Load 4)

La spinta orizzontale dovuta al sovraccarico accidentale è calcolata come

$$p_q = k_0 \times q$$

con  $q$  sovraccarico accidentale.

In condizioni statiche, tale sovraccarico è assunto pari a 20 kN/m<sup>2</sup>.

Per le pareti a sostegno delle scarpate dei rilevati, si considera un sovraccarico ridotto, pari a 10 kN/m<sup>2</sup>, rappresentativo degli eventuali mezzi meccanici adottati nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria che possono transitare sulla scarpata del rilevato.

Il sovraccarico accidentale in condizioni sismiche è assunto nullo.

### 8.2.5. Azioni sismiche (Load 5,6,7,8)

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “analisi semplificata per le strutture di contenimento” come esplicitato al capitolo 4 “Criteri di definizione dell'azione sismica”. In considerazione dei valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali precedentemente determinati, l'angolo  $\theta$  assume i seguenti valori:

Dati i seguenti parametri:

- $\Phi'_{dM1} = 30^\circ$
- $\Phi'_{dM2} = \text{artg}(\text{tg}30^\circ/1.25) = 24.791^\circ$
- $\psi = 90^\circ$ ;
- $\beta = 0^\circ$ ;
- $\delta_d = 0$ ;

L'angolo  $\theta$  ed il relativo coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) valgono:

$\theta_1$ (sisma verso basso)	$\theta_2$ (sisma verso alto)	$K(\theta_1) - M1$	$K(\theta_1) - M2$	$K(\theta_2) - M1$	$K(\theta_2) - M2$
13.6866	17.8446	0.5122	0.6146	0.5939	0.7179

L'azione sismica totale sulla parete, dovuta alla spinta del terreno risulta pari a:

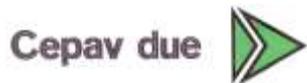
$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K(\theta) H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

con  $\gamma^*$  definito in precedenza in funzione della presenza della falda e del tipo di terreno,  $E_{ws}$  e  $E_{wd}$  rispettivamente pressione statica e sovrappressione idrodinamica dovuta alla presenza della falda.

La spinta complessiva  $E_d$  è composta da tre termini, ciascuno dei quali presenta un diverso punto di applicazione:

- Componente associata allo scheletro solido (Load 5):
  - la spinta sismica totale dello scheletro solido ( $S_{A,E}$ ) è data dalla somma della spinta attiva in condizioni statiche ( $S_{A,S}$ ) e l'incremento di spinta sismico ( $\Delta S_A$ ) calcolabile come  $\Delta S_A = S_{A,E} - S_{A,S}$ . Nel caso dei muri ad “U” per i quali la parete non è in grado di compiere grandi rotazioni alla base, il sovraccarico sismico si considera applicato uniformemente sull'altezza della parete (Load 5).
- Componente idrostatica:
  - applicata analogamente al caso statico.
- Componente idrodinamica (Load 6):
  - è applicata alla parete con la seguente distribuzione di pressioni:  $q_{wd}(z) = \pm 7/8 k_h \gamma_w (H' \times z)^{0.5}$  con  $H'$  altezza della falda da asse soletta e  $z$  è la coordinata verticale diretta verso il basso, con origine al pelo

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
33 di 249

libero dell'acqua. L'azione idrodinamica, se presente, è applicata con segno positivo sul piedritto di sinistra e con segno negativo su quello di destra.

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

- $f_h = p \times k_h$  (Load 7)
- $f_v = p \times k_v$  (Load 8)

con "p" peso proprio degli elementi strutturali.

## 9. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono effettuate combinando tra loro i singoli casi di carico come indicato dalla normativa. Per massimizzare lo sbilanciamento tra i due piedritti, i sovraccarichi accidentali e quelli sismici sono applicati solamente al piedritto sinistro.

### 9.1. Calcolo delle sollecitazioni

Il calcolo delle sollecitazioni nel piedritto e nella soletta viene effettuato per i seguenti 8 carichi fondamentali dai quali è possibile ricavare tutti gli altri casi di carico per rapporto diretto:

N.	Carico	Descrizione
1	PP	Peso proprio
2	$S_{A,S,k_0,M1}$	Spinta delle terre – $k_0$ – M1
3	$E_{ws}$	Spinta della falda
4	$S_{q,st,k_0,M1}$	Sovracc. accidentale statico – $k_0$ – M1
5	$\Delta S_{A,M1,+}$	Sovrappinta sismica – M1 – $k_v(+)$
6	$E_{wd}$	Spinta idrodinamica
7	$F_v$	Effetti inerziali verticali (+ verso il basso)
8	$F_h$	Effetti inerziali orizzontali

Le sollecitazioni per ciascun caso di carico sono calcolate come segue:

N.	Carico	Descrizione	Calcolo
1	PP	Peso proprio	-
2	$S_{A,S,k_0,M1}$	Spinta delle terre – $k_0$ – M1	-
2a	$S_{A,S,k_0,M2}$	Spinta delle terre – $k_0$ – M2	$E[S_{A,S,k_0,M1}] \times k_{0,M2} / k_{0,M1}$
2b	$S_{A,S,k_a,M1}$	Spinta delle terre – $k_a$ – M1	$E[S_{A,S,k_0,M1}] \times k_{a,M1} / k_{0,M1}$
2c	$S_{A,S,k_a,M2}$	Spinta delle terre – $k_a$ – M2	$E[S_{A,S,k_0,M1}] \times k_{a,M2} / k_{0,M1}$
3	$E_{ws}$	Spinta della falda	-
4	$S_{q,st,k_0,M1}$	Sovracc. accidentale statico – $k_0$ – M1	-
4a	$S_{q,st,k_0,M2}$	Sovracc. accidentale statico – $k_0$ – M2	$E[S_{q,st,k_0,M1}] \times k_{0,M2} / k_{0,M1}$
4b	$S_{q,sis,k_a,M1}$	Sovracc. accidentale sismico – $k_a$ – M1	$E[S_{q,st,k_0,M1}] \times (k_{a,M1} / k_{0,M1}) \times (q_{sis} / q_{st})$
4c	$S_{q,sis,k_a,M2}$	Sovracc. accidentale sismico – $k_a$ – M2	$E[S_{q,st,k_0,M1}] \times (k_{a,M2} / k_{0,M1}) \times (q_{sis} / q_{st})$
5	$\Delta S_{A,M1,+}$	Sovrappinta sismica – M1 – $k_v(+)$	-
5a	$\Delta S_{A,M2,+}$	Sovrappinta sismica – M2 – $k_v(+)$	$E[\Delta S_{A,M1,+}] \times (\Delta S_{A,M2,+} / \Delta S_{A,M1,+})$
5b	$\Delta S_{A,M1,-}$	Sovrappinta sismica – M1 – $k_v(-)$	$E[\Delta S_{A,M1,+}] \times (\Delta S_{A,M1,-} / \Delta S_{A,M1,+})$
5c	$\Delta S_{A,M2,-}$	Sovrappinta sismica – M2 – $k_v(-)$	$E[\Delta S_{A,M1,+}] \times (\Delta S_{A,M2,-} / \Delta S_{A,M1,+})$
6	$E_{wd}$	Spinta idrodinamica	-
7	$F_h$	Effetti inerziali orizzontali	-
8	$F_v$	Effetti inerziali verticali (+verso il basso)	-

Dove con  $E[A]$  si intende la generica sollecitazione E dovuta al carico sollecitante A.

## 9.2. Combinazioni SLU

C.C.	PP	STERRE k0_M1_SX	STERRE k0_M2_SX	STERRE k0_M1_DX	STERRE k0_M2_DX	FALDA_SX	FALDA_DX	SOVR. STAT. k0_M1_SX	SOVR. STAT. k0_M2_SX
LOAD	1	2	2a	2_dx	2a_dx	3	3_dx	4	4a
1_STR	1.3	1.3		1		1.3	1	1.5	
2_STR	1	1.3		1		1.3	1	1.5	
3_STR	1.3	1		1		1	1	0	
4_STR	1	1		1		1	1	0	
1_GEO	1		1		1	1	1		1.3
2_GEO	1		1		1	1	1		0

Dove si indicano con “dx” le azioni agenti sul piedritto destro.

## 9.3. Combinazioni SLV

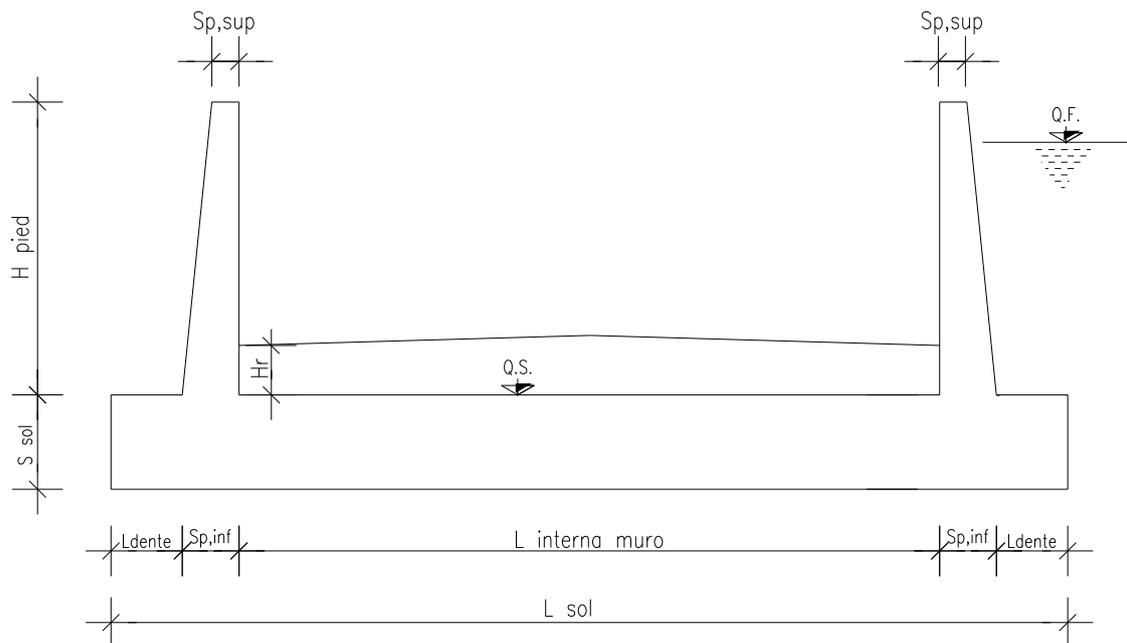
C.C.	PP	STERRE ka_M1_SX	STERRE ka_M2_SX	STERRE ka_M1_DX	STERRE ka_M2_DX	FALDA_SX	FALDA_DX	SOVR. SISMICO ka_M1_SX	SOVR. SISMICO ka_M2_SX	INCR. SISMICO BASSO_M1	INCR. SISMICO BASSO_M2	INCR. SISMICO ALTO_M1	INCR. SISMICO ALTO_M2	INCR. IDRODINAMICO	INERZIA ORIZZONTALE	INERZIA VERT (BASSO)
LOAD	1	2b	2c	2b_dx	2c_dx	3	3_dx	4b	4c	5	5a	5b	5c	6	7	8
1_STR	1	1		1		1	1	0		1				1	1	1
2_STR	1	1		1		1	1	1		1				1	1	1
3_STR	1	1		1		1	1	0				1		1	1	-1
4_STR	1	1		1		1	1	1				1		1	1	-1
1_GEO	1		1		1	1	1		0		1			1	1	1
2_GEO	1		1		1	1	1		1		1			1	1	1
3_GEO	1		1		1	1	1		0				1	1	1	-1
4_GEO	1		1		1	1	1		1				1	1	1	-1

Dove si indicano con “dx” le azioni agenti sul piedritto destro.

**9.4. Combinazioni SLE**

C.C.	PP	STERRE k0_M1_SX	STERRE k0_M1_DX	FALDA_SX	FALDA_DX	SOVR. STAT. k0_M1_SX
<b>LOAD</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2_dx</b>	<b>3</b>	<b>3_dx</b>	<b>4</b>
<b>1_QP</b>	1	1	1	1	1	0
<b>1_FR</b>	1	1	1	1	1	0
<b>2_FR</b>	1	1	1	1	1	0.75
<b>1_CAR</b>	1	1	1	1	1	0
<b>2_CAR</b>	1	1	1	1	1	1

Dove si indicano con “dx” le azioni agenti sul piedritto destro.

**10. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 4.40M****10.1. Geometria della struttura****Dimensioni geometriche trasversali:**

- $L_{sol}$  = 15.21 m
- $S_{sol}$  = 0.70 m
- $L_{int,muro}$  = 13.73 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 4.40 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 0.74 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 10.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	11,870	0,000	2,080	1,040
0,220	4,400	4,400	2,200	0,000	10,000	11,870	0,000	2,232	1,116
0,440	8,800	8,800	4,400	0,000	10,000	11,870	0,000	2,385	1,192
0,660	13,200	13,200	6,600	0,000	10,000	11,870	0,000	2,537	1,269
0,880	17,600	17,600	8,800	0,000	10,000	11,870	0,000	2,690	1,345
1,100	22,000	22,000	11,000	0,000	10,000	11,870	0,000	2,842	1,421
1,320	26,400	26,400	13,200	0,000	10,000	11,870	0,000	2,995	1,497
1,540	30,800	30,800	15,400	0,000	10,000	11,870	0,000	3,147	1,574
1,760	35,200	35,200	17,600	0,000	10,000	11,870	0,000	3,300	1,650
1,980	39,600	39,600	19,800	0,000	10,000	11,870	0,000	3,452	1,726
2,200	44,000	44,000	22,000	0,000	10,000	11,870	0,000	3,605	1,802
2,420	48,400	48,400	24,200	0,000	10,000	11,870	0,000	3,757	1,879
2,640	52,800	52,800	26,400	0,000	10,000	11,870	0,000	3,910	1,955
2,860	57,200	57,200	28,600	0,000	10,000	11,870	0,000	4,062	2,031
3,080	61,600	61,600	30,800	0,000	10,000	11,870	0,000	4,215	2,107
3,300	66,000	66,000	33,000	0,000	10,000	11,870	0,000	4,367	2,184
3,520	70,400	70,400	35,200	0,000	10,000	11,870	0,000	4,520	2,260
3,740	74,800	74,800	37,400	0,000	10,000	11,870	0,000	4,672	2,336
3,960	79,200	79,200	39,600	0,000	10,000	11,870	0,000	4,825	2,412
4,180	83,600	83,600	41,800	0,000	10,000	11,870	0,000	4,977	2,489
4,400	88,000	88,000	44,000	0,000	10,000	11,870	0,000	5,130	2,565
4,575	91,500	91,500	45,750	0,000	10,000	11,870	0,000	5,251	2,626
4,750	95,000	95,000	47,500	0,000	10,000	11,870	0,000	5,372	2,686

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 10.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	63,83		
2	STERRE k0_M1		178,62	112,81
2a	STERRE K0_M2		207,44	131,02
2b	STERRE ka_M1		119,08	75,21
2c	STERRE ka_M2		146,16	92,31
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		112,81	47,50
4a	SOVR. STATICO k0_M2		131,02	55,17
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		133,91	56,38
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		155,74	65,57
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		95,53	40,22
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		112,10	47,20
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		42,03	17,70
8	INERZIA VERT (BASSO)	8,85		

#### 10.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 10.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	57,20	329,77	191,84
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	60,48	364,45	204,67
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	63,83	401,42	217,91

##### 10.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	57,20	141,97
Filo soletta _FR	2_FR	57,20	214,57
Filo soletta _CAR	2_CAR	57,20	238,77

1/4 soletta _QP	1_QP	60,48	159,60
1/4 soletta _FR	2_FR	60,48	238,09
1/4 soletta _CAR	2_CAR	60,48	264,25

### 10.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

#### 10.5.1. Combinazioni SLU - SLV

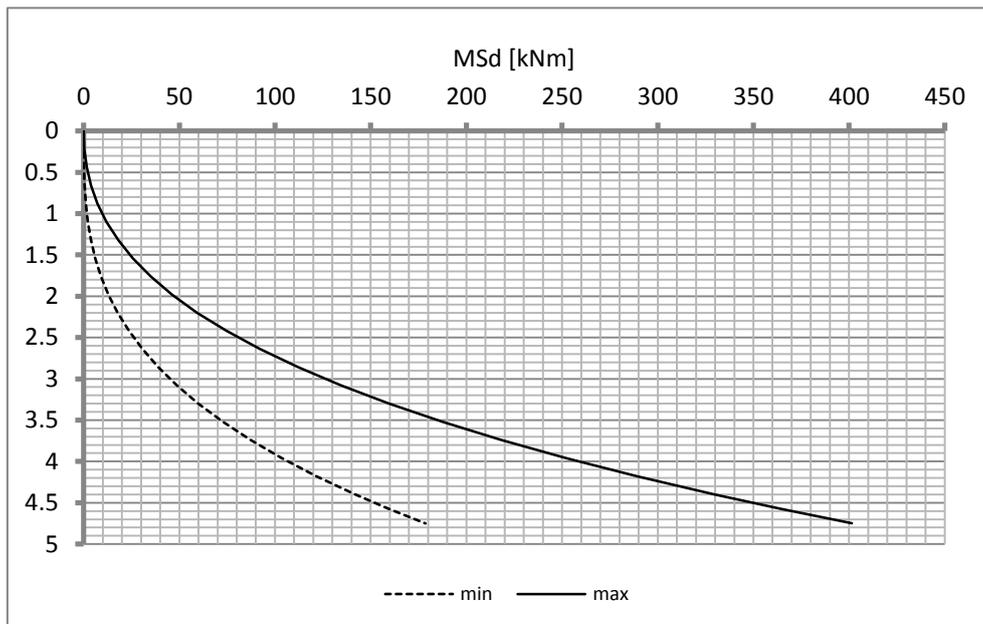
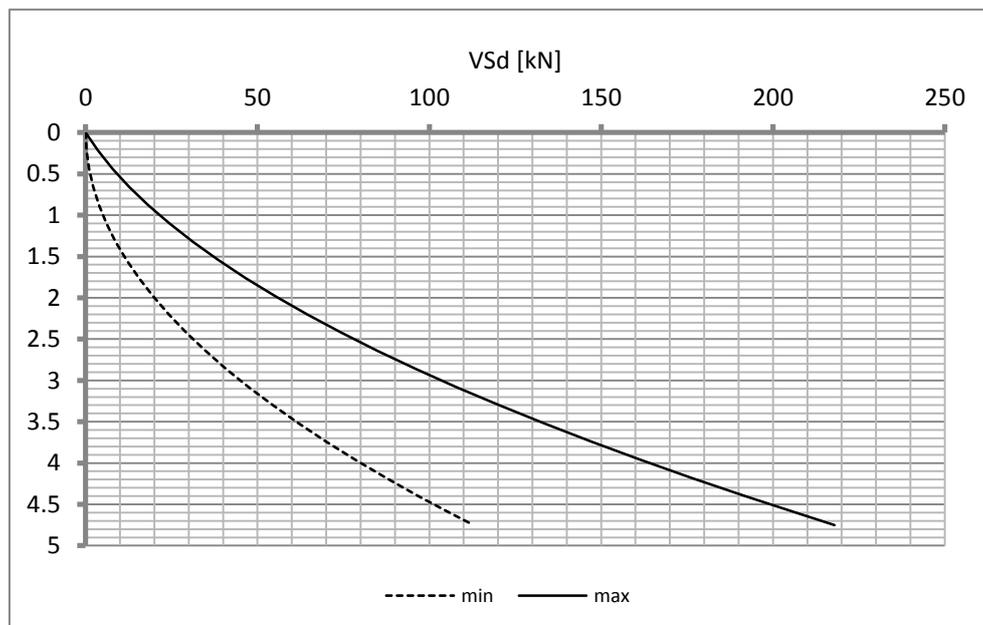
	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,370	370,673	83,114
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	14,100	148,956	-77,375
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,185	389,490	65,147
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	401,424	63,828
Mezzeria_M_min	3_SLU_STR	7,235	-86,576	0,000

#### 10.5.2. Combinazioni SLE

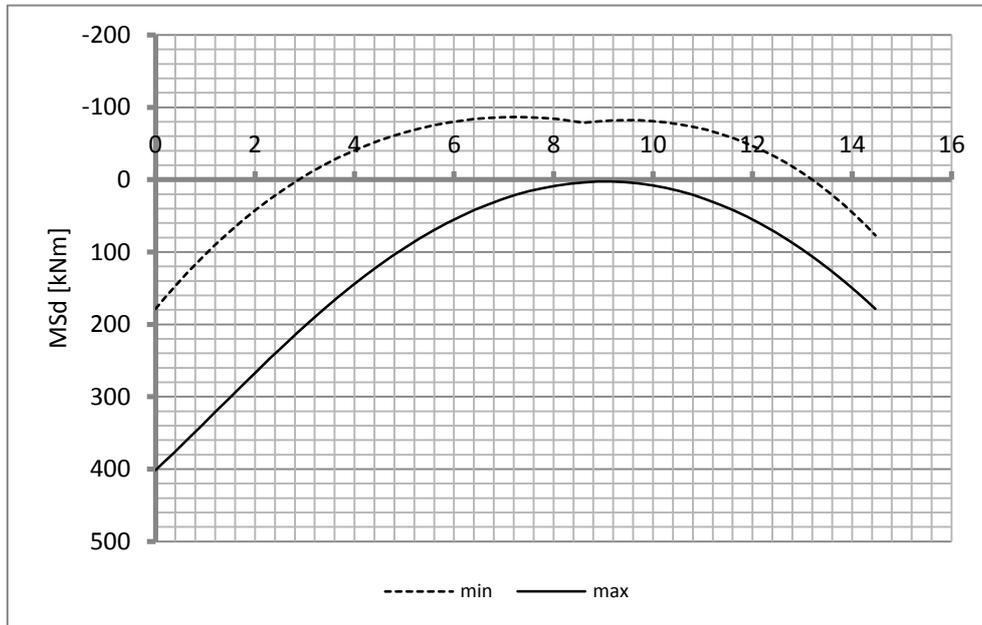
	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,370	155,62
Filo piedritto _FR	2_FR	0,370	239,81
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,370	267,88

1/4 piedritto _QP	1_QP	0,185	166,96
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,185	251,47
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,185	279,64

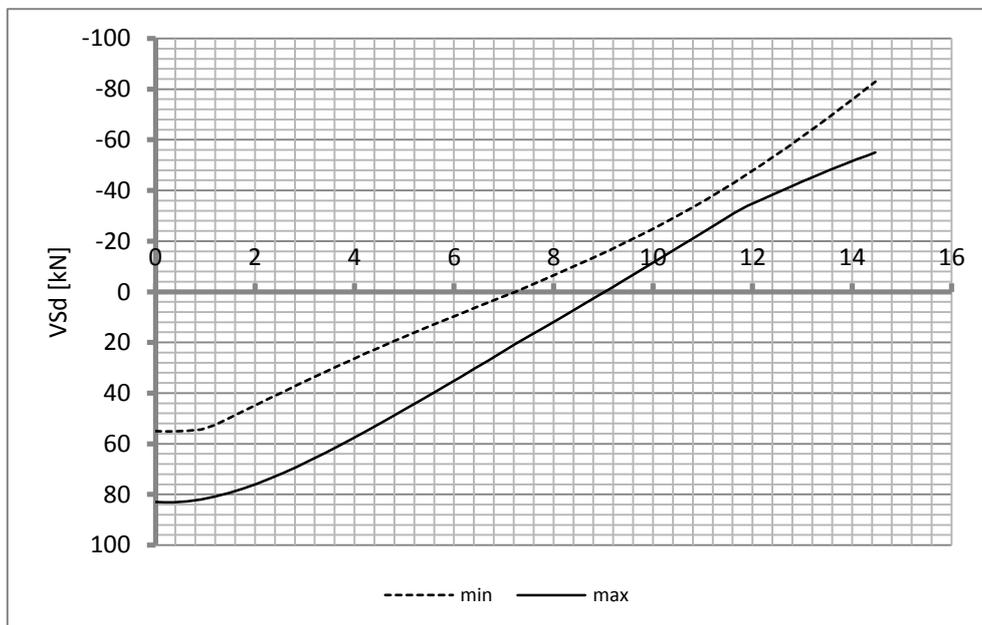
Mezzeria _QP	1_QP	7,235	-42,88
Mezzeria _FR	1_FR	7,235	-42,88
Mezzeria _CAR	1_CAR	7,235	-42,88

**10.6. Diagrammi di inviluppo SLU-SLV****10.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

**10.6.2. Soletta**  
Momento

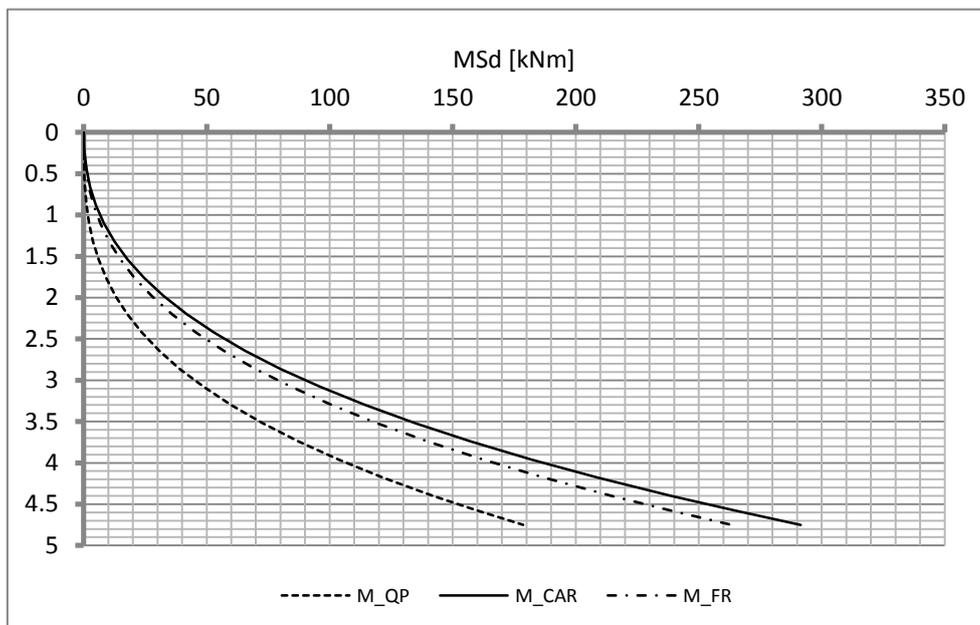


Taglio

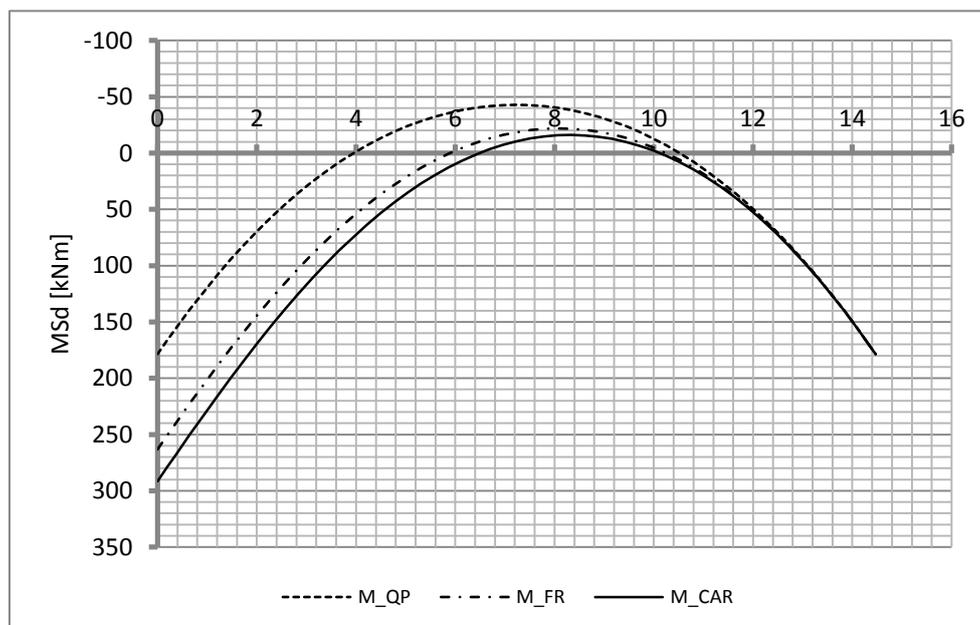


## 10.7. Diagrammi di involucro SLE

### 10.7.1. Piedritti

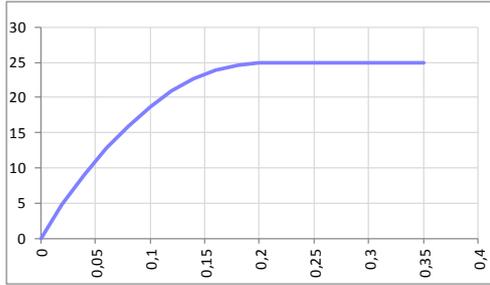
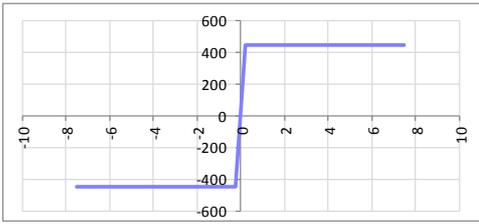
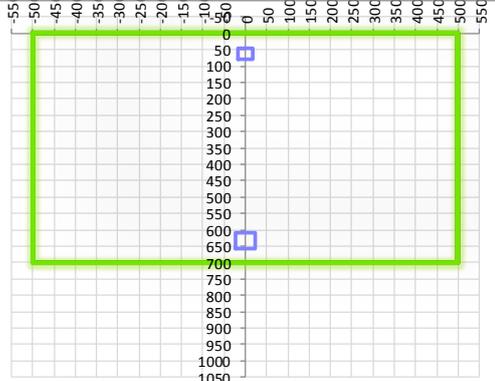


### 10.7.2. Soletta



### 10.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

#### 10.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
				
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,14			
n, lungo termine =	12,98 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	18	63	1272,345
2	5	24	634	2261,9467
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	14	47	769,6902
inferiore	5	14	653	769,6902
				

10.8.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		16,60 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm <sup>2</sup>	$=f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
2_SLU_STR	-	0,0	389,5	11259,98	-1382,98	532,48	-312,28	73%																																													
<b>Sezione:</b>																																																					
				<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																															
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,83	%																																															
				d=	634,00	mm																																															
				x=	69,85	mm																																															
				x/d=	0,11																																																
<b>Dominio M-N</b>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90ee90;"> <th style="text-align: center;">Combinazione</th> <th style="text-align: center;">fram/nodo</th> <th style="text-align: center;">NSd [kN]</th> <th style="text-align: center;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90ee90;"> <td style="text-align: center;">2_SLU_STR</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> <td style="text-align: center;">389,5</td> </tr> <tr style="background-color: #90ee90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLU_STR	-	0,0	389,5																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLU_STR	-	0,0	389,5																																																		

10.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	18	63	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1272 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	63 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	83,11 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	637 mm
Coefficiente	k	1,56
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,20%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,34 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	216,84 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>216,84 kN</b>
Verifica		0,38 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

10.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

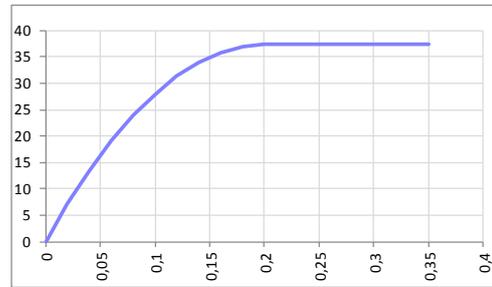
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	267,9	0,298	0,300	203,41	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	167,0	-3,04	127,81	-28,33	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	279,6	-5,09	214,06	-47,46	Sezione parzializzata

10.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

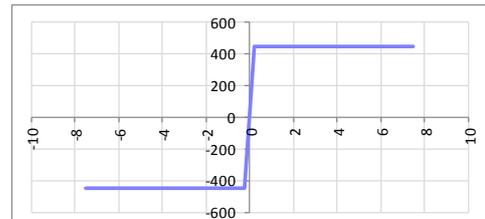
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,88	
n, lungo termine =	10,36 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

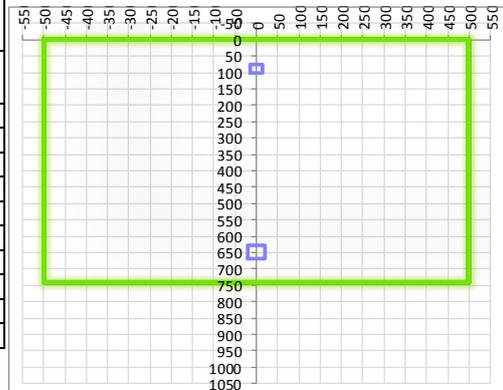
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	740 mm

Armature:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	14	89	769,6902
2	5	20	648	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	14	75	769,6902
inferiore	5	14	665	769,6902



10.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	740 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	14	89	770
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	770 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	89 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	57,2 kN
Taglio	$V_{Ed}$	191,84 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	651 mm
Coefficiente	k	1,55
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,12%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,08 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,41 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	277,38 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>277,38 kN</b>
Verifica		0,69 <i>Verifica soddisfatta</i>

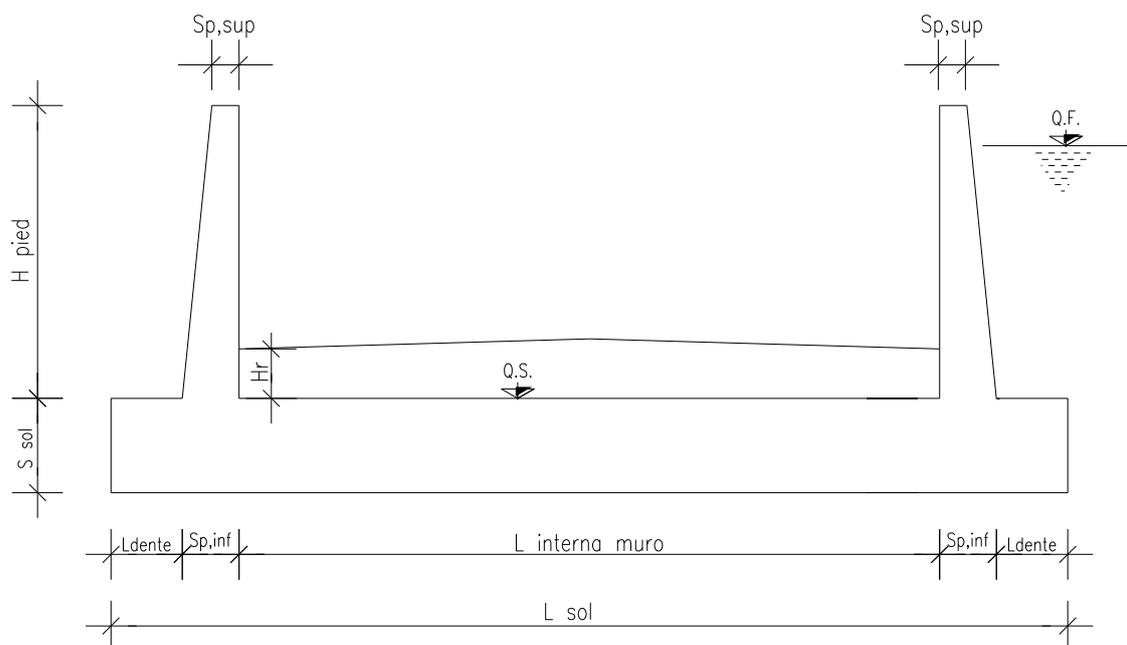
Non è necessario prevedere armatura a taglio.

10.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	57,2	238,8	Msd<Mf	0,200	286,04	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	60,5	159,6	-3,42	151,44	-23,45	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	60,5	264,3	-5,65	263,12	-36,92	Sezione parzializzata

## 11. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 5.60M

### 11.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.00 m
- $S_{sol}$  = 0.80 m
- $L_{int,muro}$  = 13.28 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 5.60 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 0.86 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 11.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	14,993	0,000	2,080	1,040
0,280	5,600	5,600	2,800	0,000	10,000	14,993	0,000	2,274	1,137
0,560	11,200	11,200	5,600	0,000	10,000	14,993	0,000	2,468	1,234
0,840	16,800	16,800	8,400	0,000	10,000	14,993	0,000	2,662	1,331
1,120	22,400	22,400	11,200	0,000	10,000	14,993	0,000	2,856	1,428
1,400	28,000	28,000	14,000	0,000	10,000	14,993	0,000	3,050	1,525
1,680	33,600	33,600	16,800	0,000	10,000	14,993	0,000	3,244	1,622
1,960	39,200	39,200	19,600	0,000	10,000	14,993	0,000	3,438	1,719
2,240	44,800	44,800	22,400	0,000	10,000	14,993	0,000	3,632	1,816
2,520	50,400	50,400	25,200	0,000	10,000	14,993	0,000	3,827	1,913
2,800	56,000	56,000	28,000	0,000	10,000	14,993	0,000	4,021	2,010
3,080	61,600	61,600	30,800	0,000	10,000	14,993	0,000	4,215	2,107
3,360	67,200	67,200	33,600	0,000	10,000	14,993	0,000	4,409	2,204
3,640	72,800	72,800	36,400	0,000	10,000	14,993	0,000	4,603	2,302
3,920	78,400	78,400	39,200	0,000	10,000	14,993	0,000	4,797	2,399
4,200	84,000	84,000	42,000	0,000	10,000	14,993	0,000	4,991	2,496
4,480	89,600	89,600	44,800	0,000	10,000	14,993	0,000	5,185	2,593
4,760	95,200	95,200	47,600	0,000	10,000	14,993	0,000	5,379	2,690
5,040	100,800	100,800	50,400	0,000	10,000	14,993	0,000	5,574	2,787
5,320	106,400	106,400	53,200	0,000	10,000	14,993	0,000	5,768	2,884
5,600	112,000	112,000	56,000	0,000	10,000	14,993	0,000	5,962	2,981
5,800	116,000	116,000	58,000	0,000	10,000	14,993	0,000	6,100	3,050
6,000	120,000	120,000	60,000	0,000	10,000	14,993	0,000	6,239	3,120

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 11.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	90,00		
2	STERRE k0_M1		360,00	180,00
2a	STERRE K0_M2		418,09	209,05
2b	STERRE ka_M1		240,00	120,00
2c	STERRE ka_M2		294,57	147,29
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		180,00	60,00
4a	SOVR. STATICO k0_M2		209,05	69,68
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		269,88	89,96
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		313,89	104,63
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		192,53	64,18
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		225,93	75,31
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		74,87	24,96
8	INERZIA VERT (BASSO)	12,48		

#### 11.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 11.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	81,20	615,70	287,84
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	85,55	675,04	305,66
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	90,00	738,00	324,00

##### 11.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	81,20	292,69
Filo soletta _FR	2_FR	81,20	410,29
Filo soletta _CAR	2_CAR	81,20	449,49
1/4 soletta _QP	1_QP	85,55	325,19
1/4 soletta _FR	2_FR	85,55	451,34
1/4 soletta _CAR	2_CAR	85,55	493,39

### 11.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

#### 11.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,961	622,913	121,065
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,710	311,086	-110,450
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,215	718,292	93,242
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	738,000	90,000
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	9,460	-57,666	-17,968

#### 11.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,430	322,02
Filo piedritto _FR	2_FR	0,430	456,28
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,430	501,03

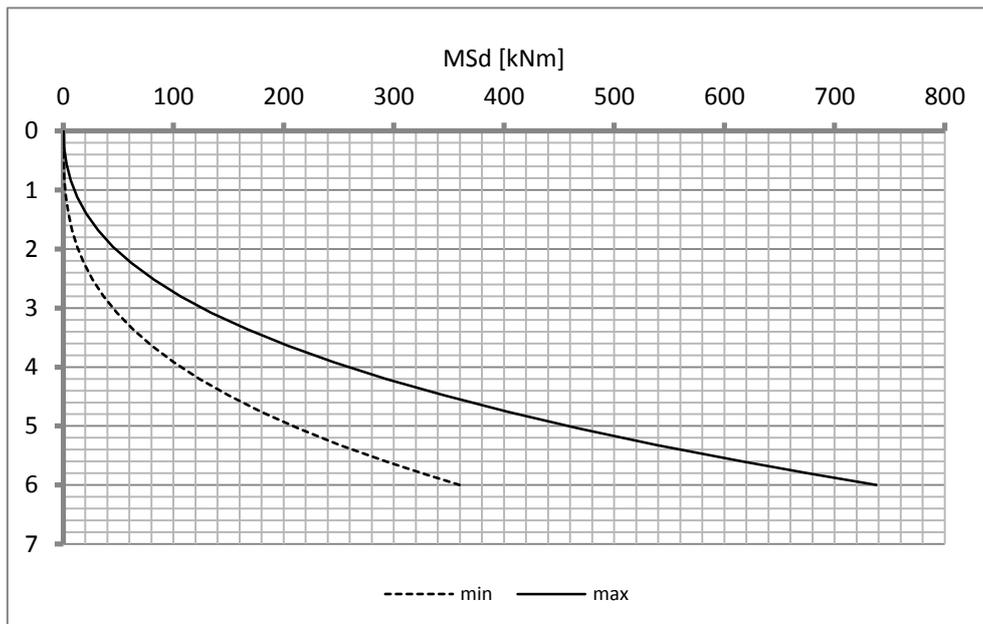
1/4 piedritto _QP	1_QP	0,215	340,82
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,215	475,63
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,215	520,57

Mezzeria _QP	1_QP	7,070	16,91
Mezzeria _FR	1_FR	7,070	16,91
Mezzeria _CAR	1_CAR	7,070	16,91

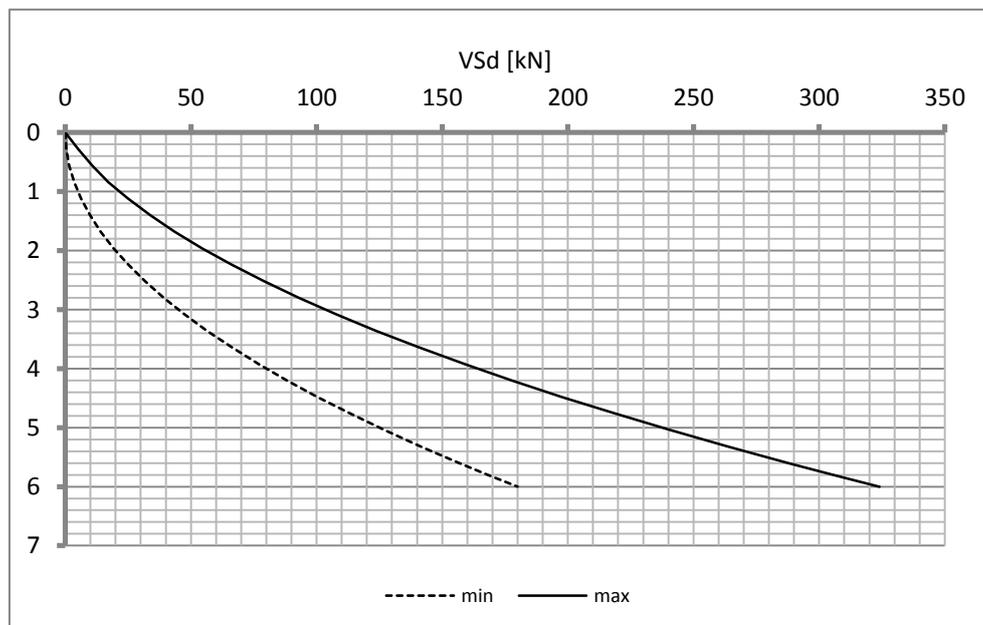
## 11.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV

### 11.6.1. Piedritti

#### Momento



#### Taglio



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

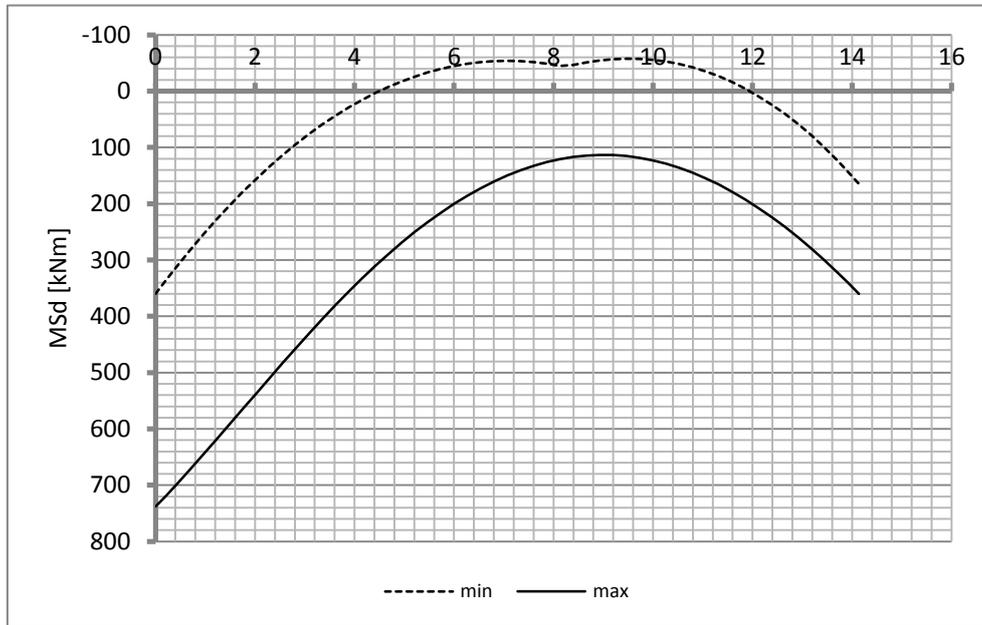
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

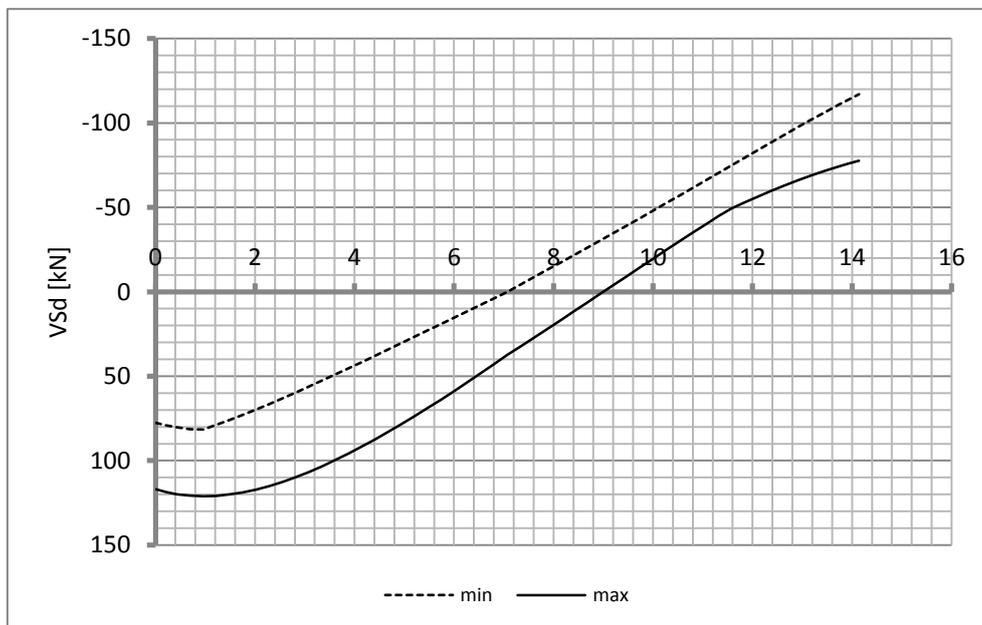
Foglio  
59 di 249

**11.6.2. Soletta**

Momento

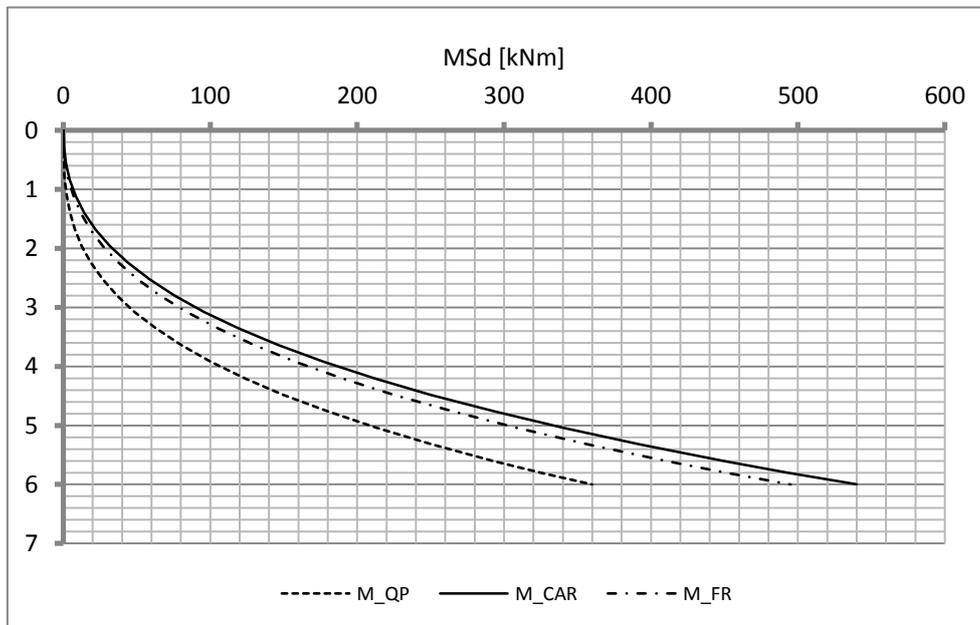


Taglio

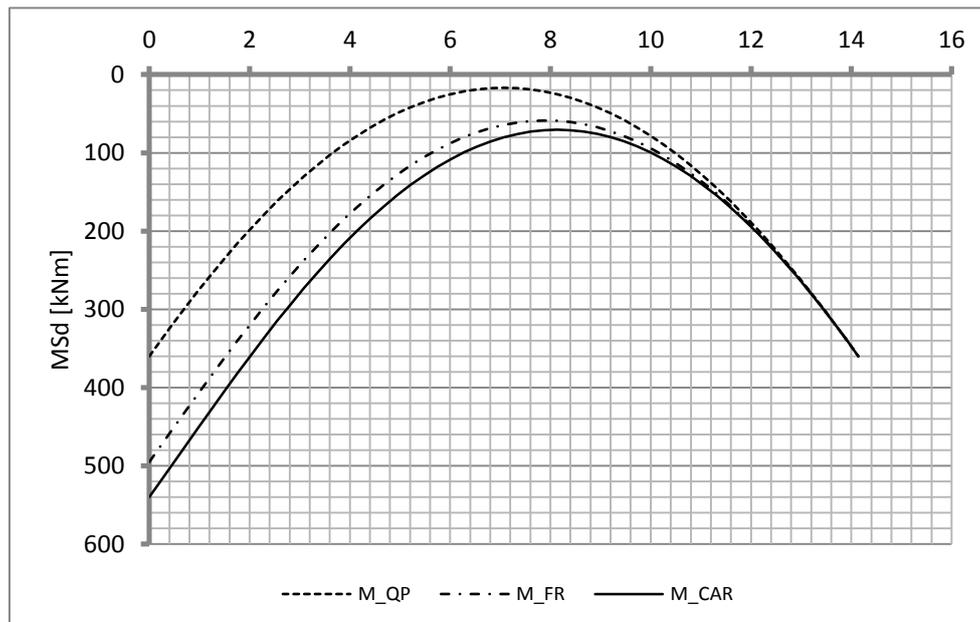


## 11.7. Diagrammi di involucro SLE

### 11.7.1. Piedritti



### 11.7.2. Soletta



## 11.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 11.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,13			
n, lungo termine =	12,90 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	800 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	18	65	1272,345
2	5	26	731	2654,6458
3	5	18	683	1272,345
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	752	1005,3096



11.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	800 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	18	65	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1272 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	65 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	121,07 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	735 mm
Coefficiente	k	1,52
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,17%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,33 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	240,95 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>240,95 kN</b>
Verifica		0,50 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

11.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

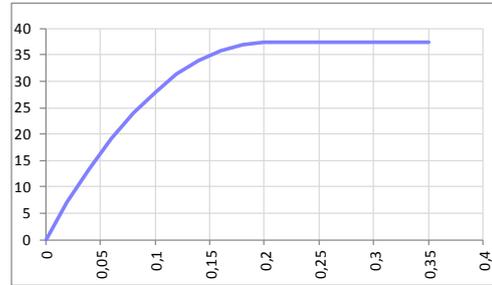
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	501,0	0,281	0,300	278,98	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	340,8	-4,18	139,48	-44,73	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	520,6	-6,39	213,04	-68,32	Sezione parzializzata

11.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

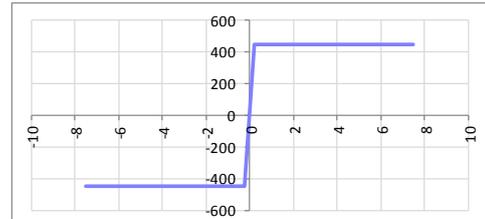
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,87	
n, lungo termine =	10,29 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

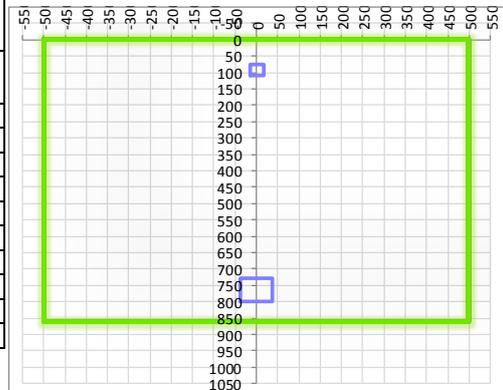
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	860 mm

Armature:

Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
1	5	16	92	1005,3096
2	10	26	763	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	76	1005,3096
inferiore	5	16	784	1005,3096



11.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	860 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	92	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	92 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	81,2 kN
Taglio	$V_{Ed}$	287,84 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	768 mm
Coefficiente	k	1,51
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,13%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,09 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,40 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	315,79 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>315,79 kN</b>
Verifica		0,91 <i>Verifica soddisfatta</i>

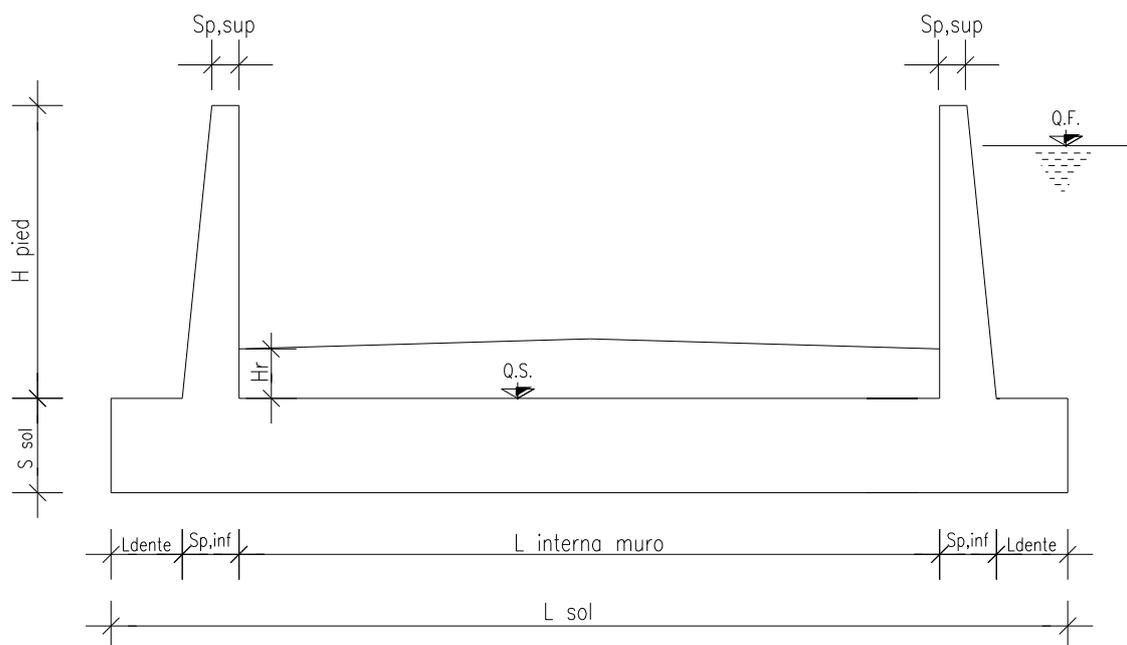
Non è necessario prevedere armatura a taglio.

11.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	81,2	449,5	0,159	0,200	445,50	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	85,6	325,2	-3,42	83,80	-35,00	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	85,6	493,4	-5,14	130,86	-52,08	Sezione parzializzata

## 12. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 5.90M

### 12.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 14.60 m
- $S_{sol}$  = 0.90 m
- $L_{int,muro}$  = 12.82 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 5.90 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 0.89 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura.

## 12.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	15,868	0,000	2,080	1,040
0,295	5,900	5,900	2,950	0,000	10,000	15,868	0,000	2,284	1,142
0,590	11,800	11,800	5,900	0,000	10,000	15,868	0,000	2,489	1,244
0,885	17,700	17,700	8,850	0,000	10,000	15,868	0,000	2,693	1,347
1,180	23,600	23,600	11,800	0,000	10,000	15,868	0,000	2,898	1,449
1,475	29,500	29,500	14,750	0,000	10,000	15,868	0,000	3,102	1,551
1,770	35,400	35,400	17,700	0,000	10,000	15,868	0,000	3,307	1,653
2,065	41,300	41,300	20,650	0,000	10,000	15,868	0,000	3,511	1,756
2,360	47,200	47,200	23,600	0,000	10,000	15,868	0,000	3,716	1,858
2,655	53,100	53,100	26,550	0,000	10,000	15,868	0,000	3,920	1,960
2,950	59,000	59,000	29,500	0,000	10,000	15,868	0,000	4,125	2,062
3,245	64,900	64,900	32,450	0,000	10,000	15,868	0,000	4,329	2,165
3,540	70,800	70,800	35,400	0,000	10,000	15,868	0,000	4,534	2,267
3,835	76,700	76,700	38,350	0,000	10,000	15,868	0,000	4,738	2,369
4,130	82,600	82,600	41,300	0,000	10,000	15,868	0,000	4,943	2,471
4,425	88,500	88,500	44,250	0,000	10,000	15,868	0,000	5,147	2,574
4,720	94,400	94,400	47,200	0,000	10,000	15,868	0,000	5,352	2,676
5,015	100,300	100,300	50,150	0,000	10,000	15,868	0,000	5,556	2,778
5,310	106,200	106,200	53,100	0,000	10,000	15,868	0,000	5,761	2,880
5,605	112,100	112,100	56,050	0,000	10,000	15,868	0,000	5,965	2,983
5,900	118,000	118,000	59,000	0,000	10,000	15,868	0,000	6,170	3,085
6,125	122,500	122,500	61,250	0,000	10,000	15,868	0,000	6,326	3,163
6,350	127,000	127,000	63,500	0,000	10,000	15,868	0,000	6,482	3,241

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 12.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	98,03		
2	STERRE k0_M1		426,75	201,61
2a	STERRE K0_M2		495,61	234,15
2b	STERRE ka_M1		284,50	134,41
2c	STERRE ka_M2		349,19	164,97
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		201,61	63,50
4a	SOVR. STATICO k0_M2		234,15	73,75
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		319,92	100,76
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		372,08	117,19
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		228,23	71,88
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		267,82	84,35
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		86,30	27,18
8	INERZIA VERT (BASSO)	13,59		

#### 12.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 12.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	87,76	706,06	314,77
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	92,83	779,23	335,73
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	98,03	857,19	357,35

##### 12.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	87,76	342,30
Filo soletta _FR	2_FR	87,76	472,84
Filo soletta _CAR	2_CAR	87,76	516,35
1/4 soletta _QP	1_QP	92,83	382,97
1/4 soletta _FR	2_FR	92,83	523,66
1/4 soletta _CAR	2_CAR	92,83	570,55

## 12.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

### 12.5.1. Combinazioni SLU - SLV

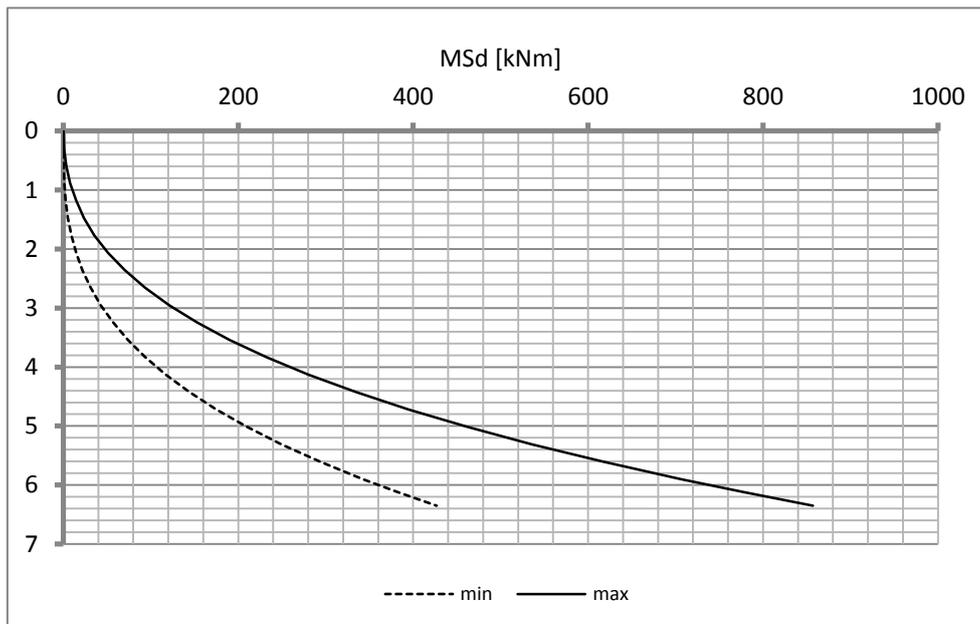
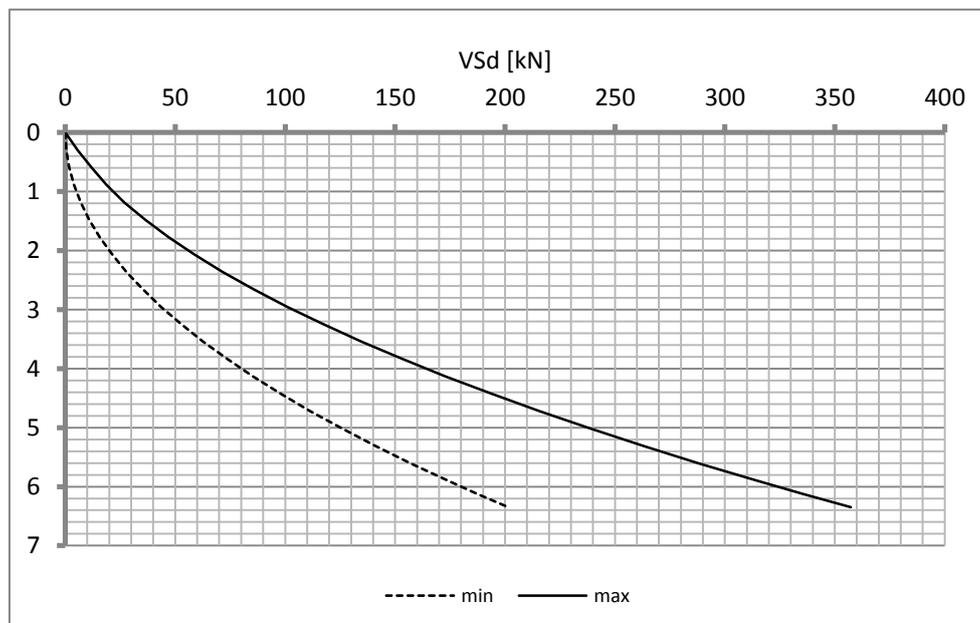
	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,958	732,866	130,850
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,265	371,626	-120,228
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,223	835,027	101,093
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	857,189	98,028
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	9,419	-29,572	-19,576

### 12.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,445	384,02
Filo piedritto _FR	2_FR	0,445	534,45
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,445	584,59

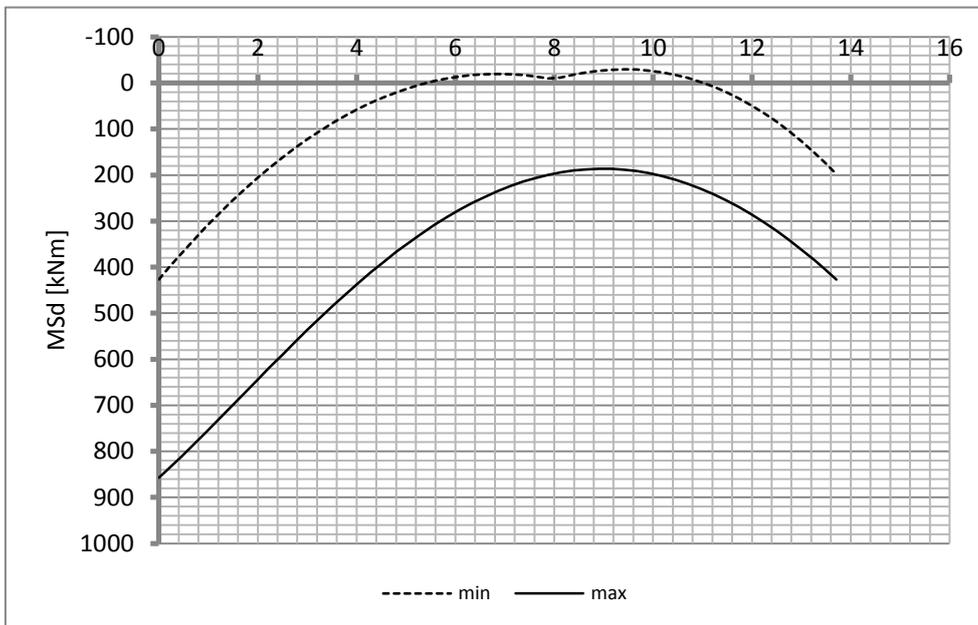
1/4 piedritto _QP	1_QP	0,223	405,15
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,223	556,16
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,223	606,50

Mezzeria _QP	1_QP	6,855	63,34
Mezzeria _FR	1_FR	6,855	63,34
Mezzeria _CAR	1_CAR	6,855	63,34

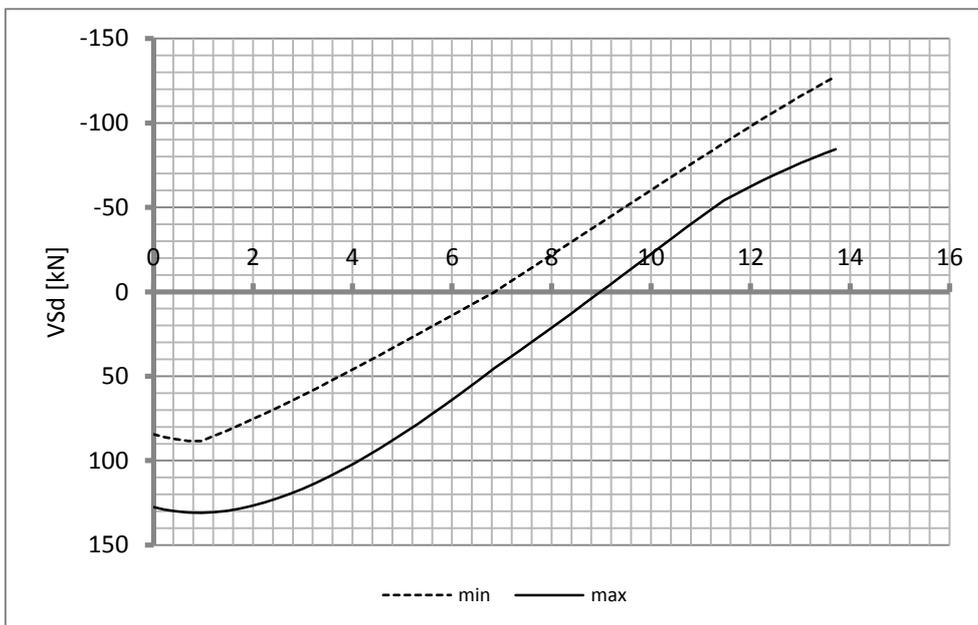
**12.6. Diagrammi di inviluppo SLU-SLV****12.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

**12.6.2. Soletta**

Momento

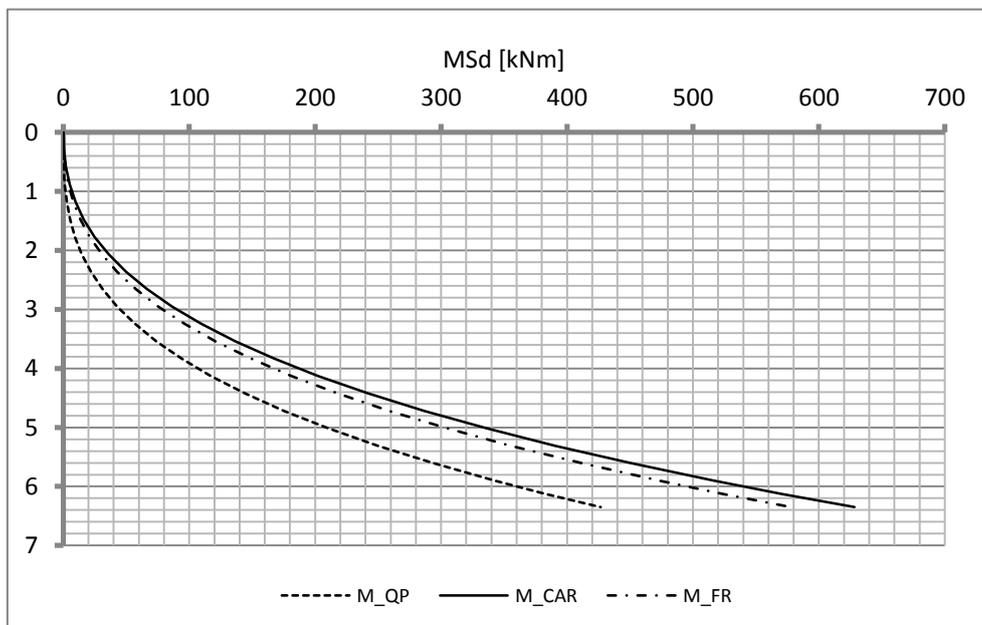


Taglio

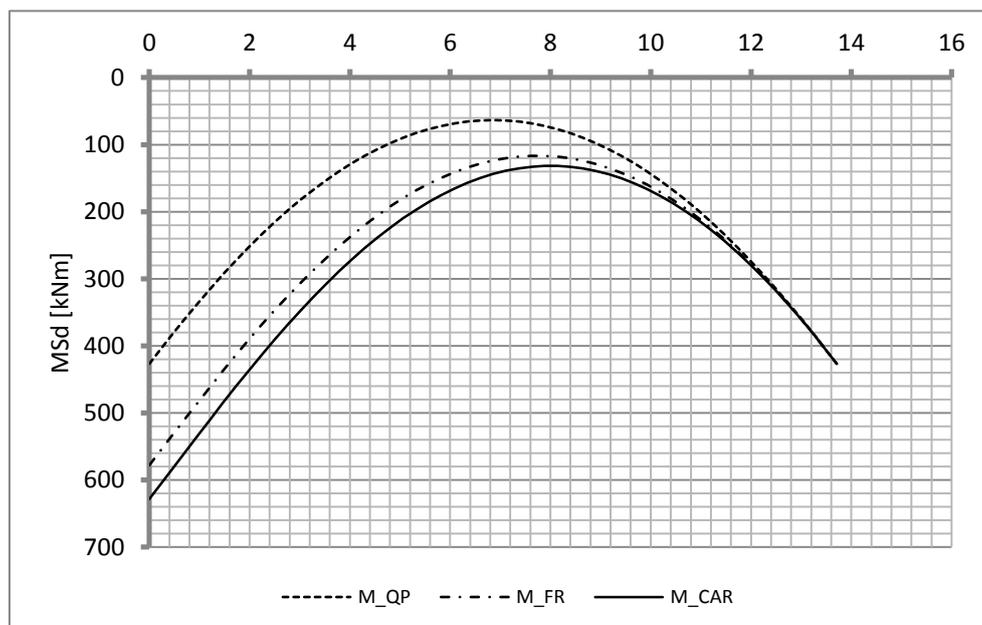


## 12.7. Diagrammi di involucro SLE

### 12.7.1. Piedritti



### 12.7.2. Soletta



## 12.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 12.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,12			
n, lungo termine =	12,83 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	900 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
1	5	18	65	1272,345
2	5	26	831	2654,6458
3	5	18	783	1272,345
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	852	1005,3096



12.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	900 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	18	65	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1272 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	65 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	130,85 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	835 mm
Coefficiente	k	1,49
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,15%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,32 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	265,08 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>265,08 kN</b>
Verifica		0,49 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

12.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

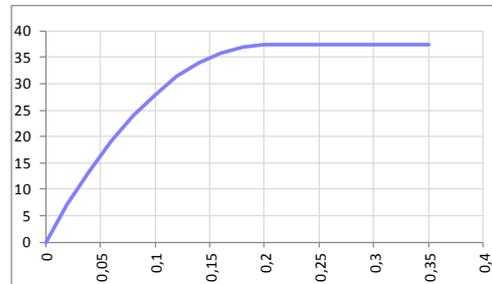
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	584,6	0,291	0,300	348,86	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	405,2	-4,02	143,96	-44,37	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	606,5	-6,02	215,50	-66,42	Sezione parzializzata

### 12.8.2. Piedritto

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

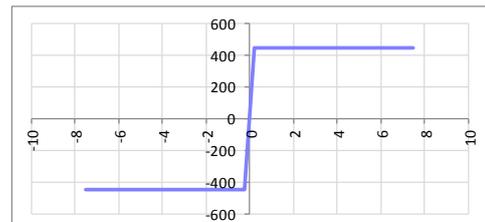
##### Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



##### Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



##### Coefficiente di omogeneizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,87	
n, lungo termine =	10,27 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

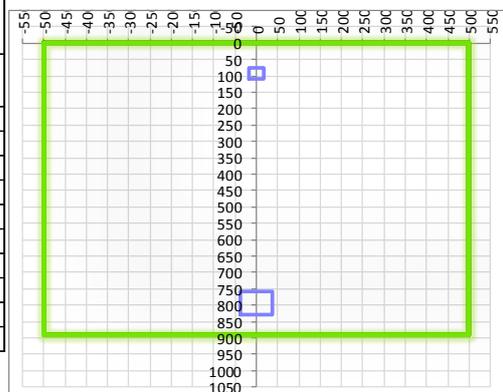
#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### Sezione:

B=	1000 mm
H=	890 mm

##### Armature:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	18	93	1272,345
2	10	26	793	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



##### Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	76	1005,3096
inferiore	5	16	814	1005,3096



12.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	890 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	18	93	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1272 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	93 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	87,76 kN
Taglio	$V_{Ed}$	314,77 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	797 mm
Coefficiente	k	1,50
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,16%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,10 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,39 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	325,27 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>325,27 kN</b>
Verifica		0,97 <i>Verifica soddisfatta</i>

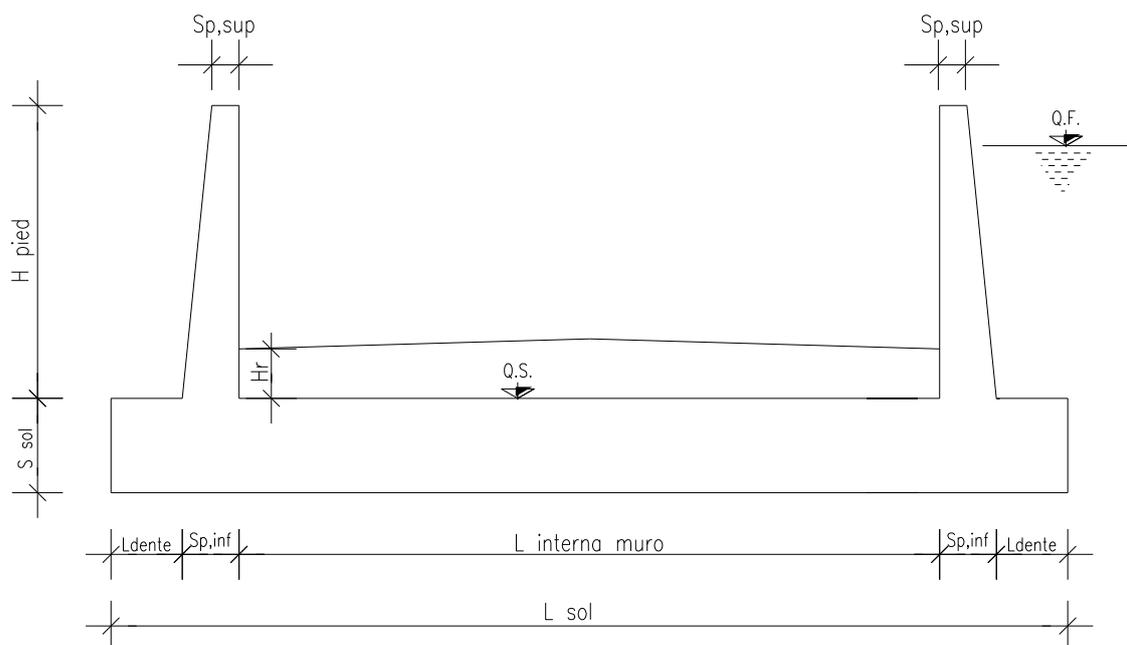
Non è necessario prevedere armatura a taglio.

12.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	87,8	516,4	0,178	0,200	478,21	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	92,8	383,0	-3,73	94,99	-38,26	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	92,8	570,6	-5,52	145,34	-55,98	Sezione parzializzata

### 13. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 7.30M

#### 13.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.28 m
- $S_{sol}$  = 1.00 m
- $L_{int,muro}$  = 13.22 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 7.30 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.03 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura.

### 13.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	19,491	0,000	2,080	1,040
0,365	7,300	7,300	3,650	0,000	10,000	19,491	0,000	2,333	1,166
0,730	14,600	14,600	7,300	0,000	10,000	19,491	0,000	2,586	1,293
1,095	21,900	21,900	10,950	0,000	10,000	19,491	0,000	2,839	1,419
1,460	29,200	29,200	14,600	0,000	10,000	19,491	0,000	3,092	1,546
1,825	36,500	36,500	18,250	0,000	10,000	19,491	0,000	3,345	1,672
2,190	43,800	43,800	21,900	0,000	10,000	19,491	0,000	3,598	1,799
2,555	51,100	51,100	25,550	0,000	10,000	19,491	0,000	3,851	1,925
2,920	58,400	58,400	29,200	0,000	10,000	19,491	0,000	4,104	2,052
3,285	65,700	65,700	32,850	0,000	10,000	19,491	0,000	4,357	2,178
3,650	73,000	73,000	36,500	0,000	10,000	19,491	0,000	4,610	2,305
4,015	80,300	80,300	40,150	0,000	10,000	19,491	0,000	4,863	2,431
4,380	87,600	87,600	43,800	0,000	10,000	19,491	0,000	5,116	2,558
4,745	94,900	94,900	47,450	0,000	10,000	19,491	0,000	5,369	2,685
5,110	102,200	102,200	51,100	0,000	10,000	19,491	0,000	5,622	2,811
5,475	109,500	109,500	54,750	0,000	10,000	19,491	0,000	5,875	2,938
5,840	116,800	116,800	58,400	0,000	10,000	19,491	0,000	6,128	3,064
6,205	124,100	124,100	62,050	0,000	10,000	19,491	0,000	6,381	3,191
6,570	131,400	131,400	65,700	0,000	10,000	19,491	0,000	6,634	3,317
6,935	138,700	138,700	69,350	0,000	10,000	19,491	0,000	6,887	3,444
7,300	146,000	146,000	73,000	0,000	10,000	19,491	0,000	7,140	3,570
7,550	151,000	151,000	75,500	0,000	10,000	19,491	0,000	7,314	3,657
7,800	156,000	156,000	78,000	0,000	10,000	19,491	0,000	7,487	3,743

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 13.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	134,55		
2	STERRE k0_M1		790,92	304,20
2a	STERRE K0_M2		918,55	353,29
2b	STERRE ka_M1		527,28	202,80
2c	STERRE ka_M2		647,18	248,92
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		304,20	78,00
4a	SOVR. STATICO k0_M2		353,29	90,59
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		592,93	152,03
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		689,61	176,82
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		422,99	108,46
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		496,37	127,28
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		145,51	37,31
8	INERZIA VERT (BASSO)	18,65		

### 13.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

#### 13.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	121,36	1242,55	455,89
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	127,88	1359,98	483,77
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	134,55	1484,50	512,46

#### 13.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	121,36	648,36
Filo soletta _FR	2_FR	121,36	848,20
Filo soletta _CAR	2_CAR	121,36	914,81
1/4 soletta _QP	1_QP	127,88	717,28
1/4 soletta _FR	2_FR	127,88	931,04
1/4 soletta _CAR	2_CAR	127,88	1002,29

### 13.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

#### 13.5.1. Combinazioni SLU - SLV

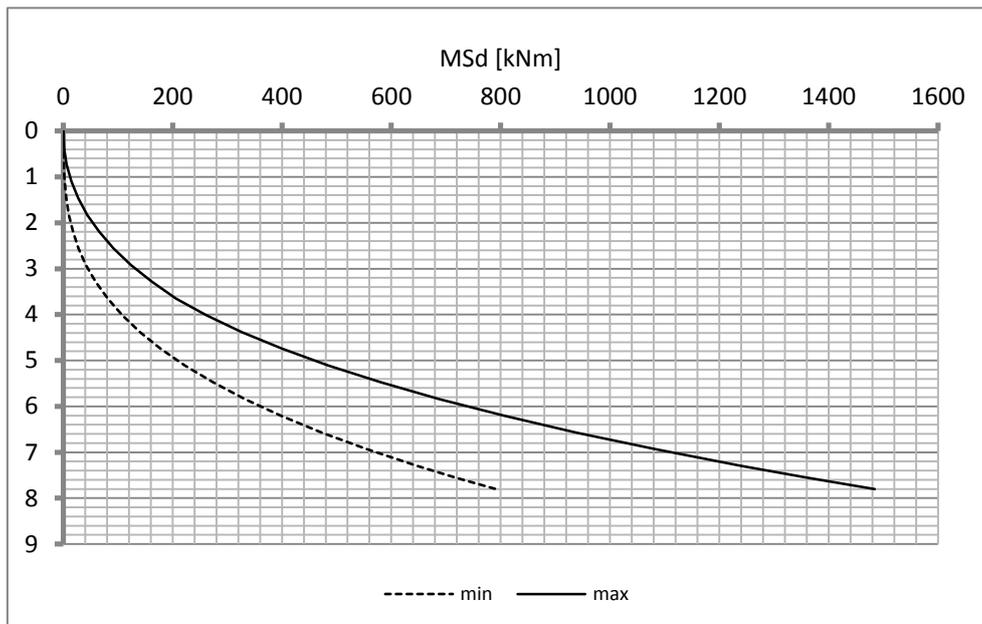
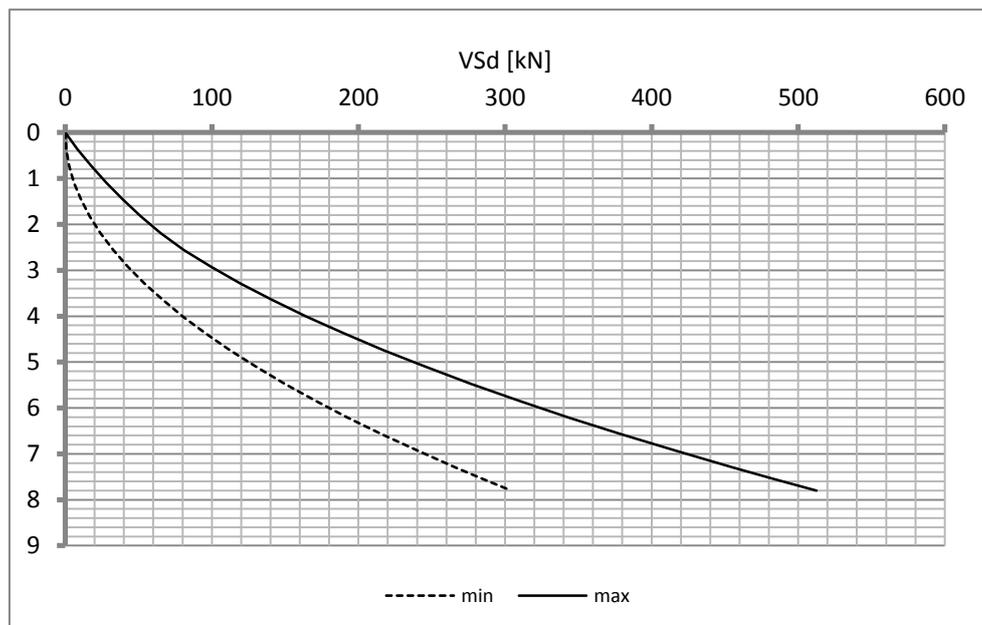
	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	1,308	1246,038	186,102
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,735	703,080	-166,018
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,258	1449,032	140,731
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	1484,496	134,550
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	10,033	76,078	-26,110

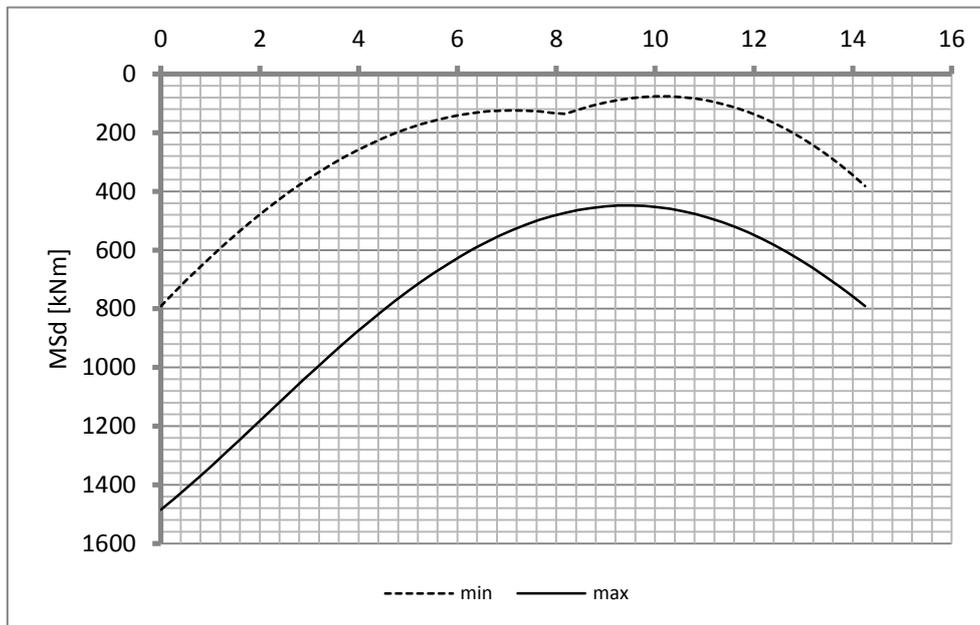
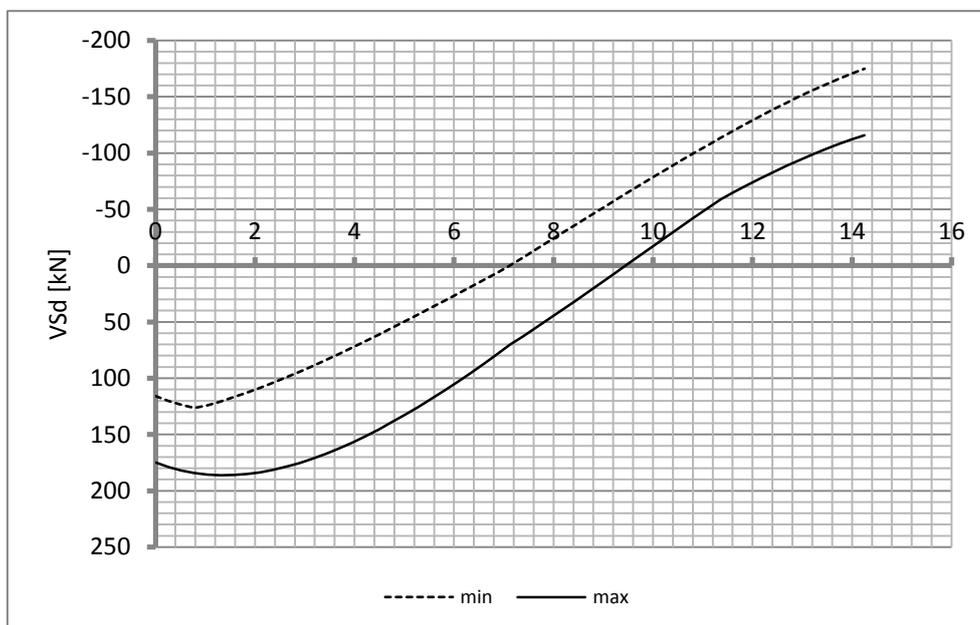
#### 13.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,515	722,71
Filo piedritto _FR	2_FR	0,515	949,49
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,515	1025,08

1/4 piedritto _QP	1_QP	0,258	756,53
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,258	984,33
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,258	1060,26

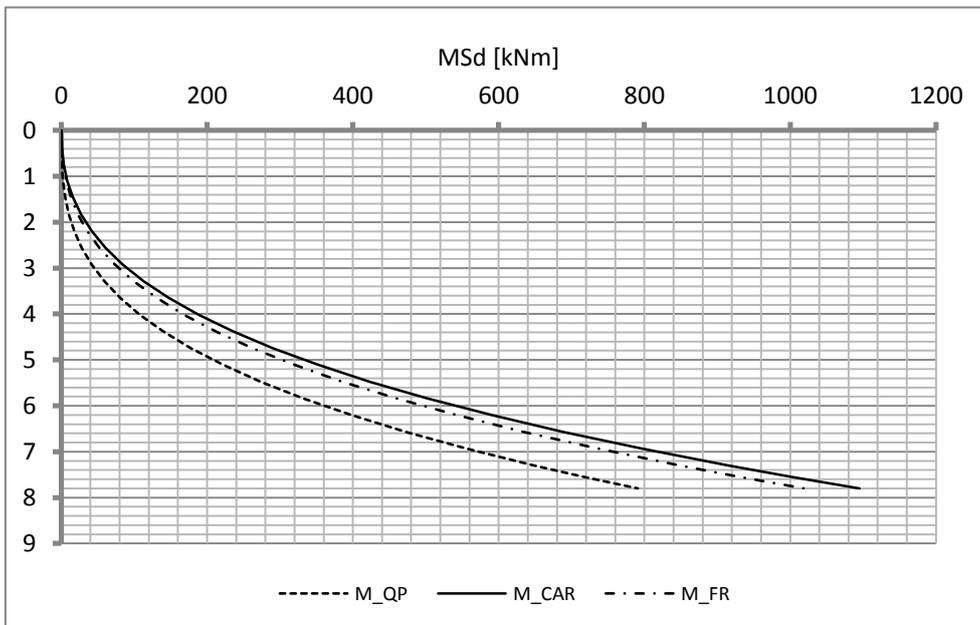
Mezzeria _QP	1_QP	7,125	245,30
Mezzeria _FR	1_FR	7,125	245,30
Mezzeria _CAR	1_CAR	7,125	245,30

**13.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV****13.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

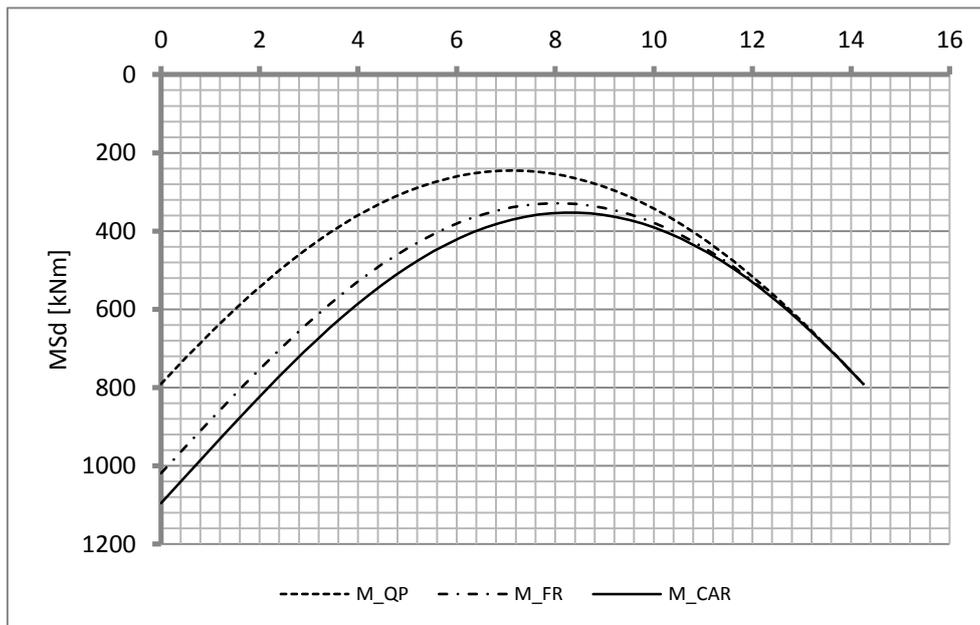
**13.6.2. Soletta**MomentoTaglio

### 13.7. Diagrammi di inviluppo SLE

#### 13.7.1. Piedritti



#### 13.7.2. Soletta



### 13.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

#### 13.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_{yk})_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,11			
n, lungo termine =	12,77 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	1000 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	20	70	1570,7963
2	8	26	927	3981,9687
3	5	26	875	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	950	1570,7963



13.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1000 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>coprifero in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	20	70	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	70 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case	1_SLU_STR	
Frame	-	
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	186,1 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	930 mm
Coefficiente	k	1,46
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,17%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,31 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	287,64 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>287,64 kN</b>
Verifica		0,65 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

13.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

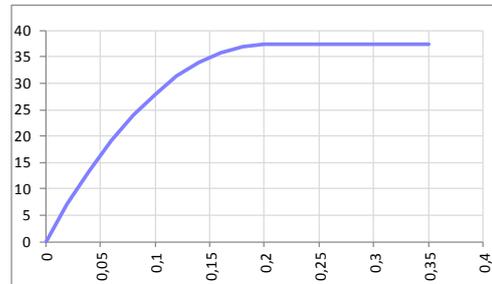
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1025,1	0,279	0,300	465,83	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	756,5	-5,23	146,92	-61,49	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1060,3	-7,34	205,90	-86,17	Sezione parzializzata

13.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

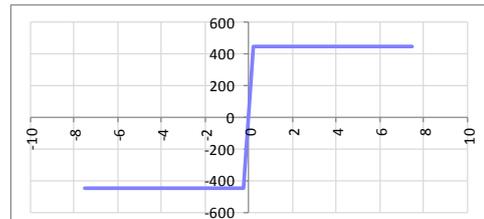
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



Coefficiente di omogeneizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,85	
n, lungo termine =	10,20 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

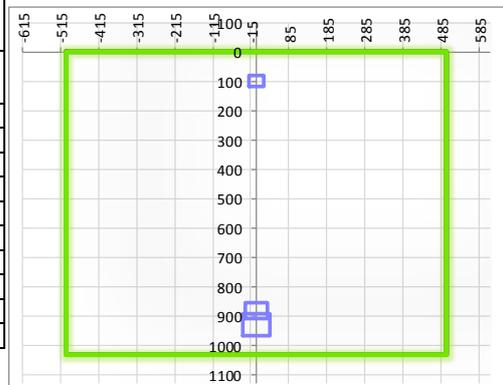
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	1030 mm

Armature:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	20	98	1570,7963
2	10	26	929	5309,2916
3	10	20	880	3141,5927
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	952	1570,7963

13.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$	0,85																																																				
$\gamma_c$	1,50																																																				
$f_{cd}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm <sup>2</sup>	$=f_{ctm} / 1,2$																																																			
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$	1,15																																																				
$f_{yd}$	391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																				
$\epsilon_{yd}$	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
2_SLU_STR	-	127,9	1360,0	25721,48	-3921,53	2818,50	-716,89	48%																																													
<b>Sezione:</b>																																																					
				<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-1,53	%																																															
				d	929,00	mm																																															
				x	172,71	mm																																															
				x/d	0,19																																																
<b>Dominio M-N</b>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>2_SLU_STR</td> <td>-</td> <td>127,9</td> <td>1360,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLU_STR	-	127,9	1360,0																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLU_STR	-	127,9	1360,0																																																		

13.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1030 mm
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	20	98
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$			1571 mm <sup>2</sup>
Posizione della barra equivalente	$c^*$			98 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	121,36 kN
Taglio	$V_{Ed}$	455,89 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	932 mm
Coefficiente	k	1,46
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,17%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,12 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,38 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	369,33 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>369,33 kN</b>
Verifica		<b>1,23</b> <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

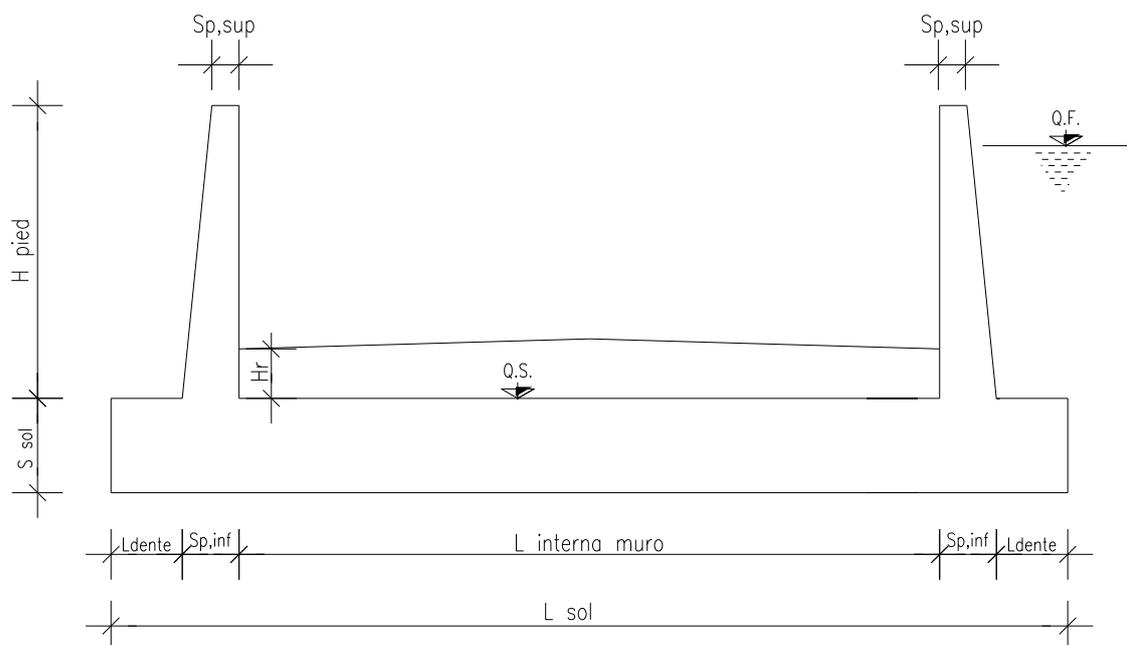
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,005566985
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,005566985
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	<b>618,07 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	<b>4463,01 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>618,07 kN</b>
Verifica		<b>0,74</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

13.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	121,4	914,8	0,185	0,200	684,92	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	127,9	717,3	-4,73	103,57	-52,48	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	127,9	1002,3	-6,56	147,40	-72,43	Sezione parzializzata

## 14. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 8.30M

### 14.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.08 m
- $S_{sol}$  = 1.10 m
- $L_{int,muro}$  = 12.82 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 8.30 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.13 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura.

## 14.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	22,115	0,000	2,080	1,040
0,415	8,300	8,300	4,150	0,000	10,000	22,115	0,000	2,367	1,184
0,830	16,600	16,600	8,300	0,000	10,000	22,115	0,000	2,655	1,328
1,245	24,900	24,900	12,450	0,000	10,000	22,115	0,000	2,943	1,471
1,660	33,200	33,200	16,600	0,000	10,000	22,115	0,000	3,230	1,615
2,075	41,500	41,500	20,750	0,000	10,000	22,115	0,000	3,518	1,759
2,490	49,800	49,800	24,900	0,000	10,000	22,115	0,000	3,806	1,903
2,905	58,100	58,100	29,050	0,000	10,000	22,115	0,000	4,093	2,047
3,320	66,400	66,400	33,200	0,000	10,000	22,115	0,000	4,381	2,191
3,735	74,700	74,700	37,350	0,000	10,000	22,115	0,000	4,669	2,334
4,150	83,000	83,000	41,500	0,000	10,000	22,115	0,000	4,957	2,478
4,565	91,300	91,300	45,650	0,000	10,000	22,115	0,000	5,244	2,622
4,980	99,600	99,600	49,800	0,000	10,000	22,115	0,000	5,532	2,766
5,395	107,900	107,900	53,950	0,000	10,000	22,115	0,000	5,820	2,910
5,810	116,200	116,200	58,100	0,000	10,000	22,115	0,000	6,107	3,054
6,225	124,500	124,500	62,250	0,000	10,000	22,115	0,000	6,395	3,198
6,640	132,800	132,800	66,400	0,000	10,000	22,115	0,000	6,683	3,341
7,055	141,100	141,100	70,550	0,000	10,000	22,115	0,000	6,970	3,485
7,470	149,400	149,400	74,700	0,000	10,000	22,115	0,000	7,258	3,629
7,885	157,700	157,700	78,850	0,000	10,000	22,115	0,000	7,546	3,773
8,300	166,000	166,000	83,000	0,000	10,000	22,115	0,000	7,833	3,917
8,575	171,500	171,500	85,750	0,000	10,000	22,115	0,000	8,024	4,012
8,850	177,000	177,000	88,500	0,000	10,000	22,115	0,000	8,215	4,107

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 14.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	164,28		
2	STERRE k0_M1		1155,26	391,61
2a	STERRE K0_M2		1341,68	454,81
2b	STERRE ka_M1		770,17	261,08
2c	STERRE ka_M2		945,30	320,44
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		391,61	88,50
4a	SOVR. STATICO k0_M2		454,81	102,78
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		866,06	195,72
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		1007,28	227,63
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		617,84	139,62
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		725,03	163,85
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		201,57	45,55
8	INERZIA VERT (BASSO)	22,78		

#### 14.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 14.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	148,36	1755,55	572,29
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	156,23	1917,62	606,57
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	164,28	2089,25	641,85

##### 14.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	148,36	952,98
Filo soletta _FR	2_FR	148,36	1211,32
Filo soletta _CAR	2_CAR	148,36	1297,43
1/4 soletta _QP	1_QP	156,23	1050,88
1/4 soletta _FR	2_FR	156,23	1326,62
1/4 soletta _CAR	2_CAR	156,23	1418,53

#### 14.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 14.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	1,591	1731,323	230,296
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,385	1037,754	-202,071
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,283	2041,604	172,827
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	2089,253	164,278
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	10,308	236,974	-34,209

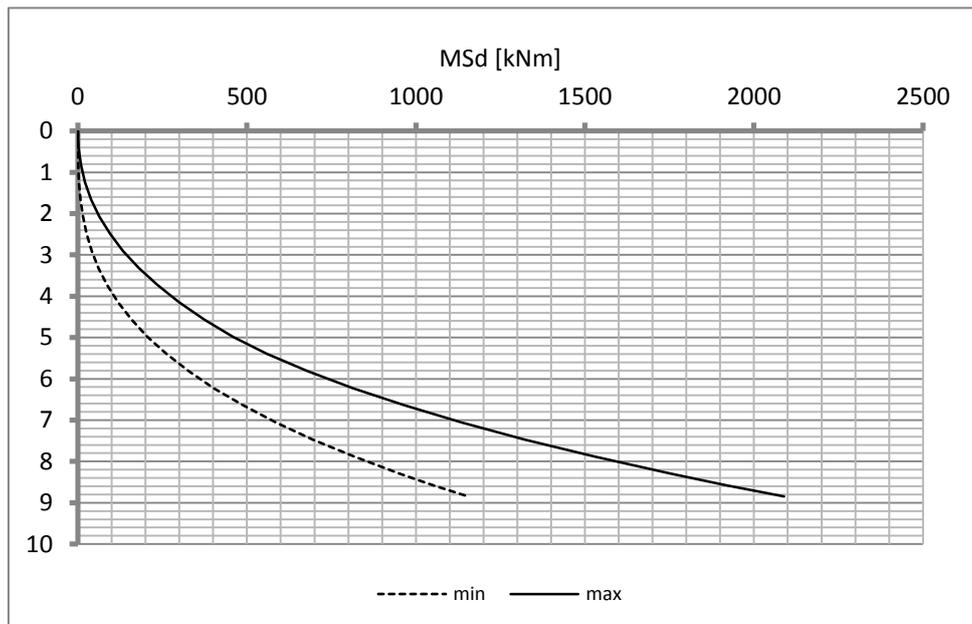
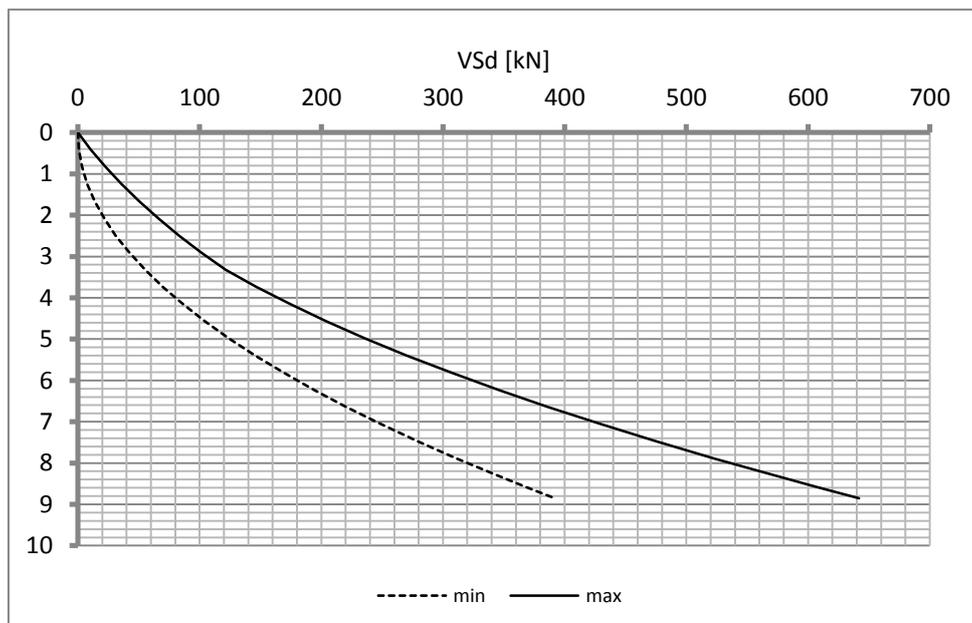
##### 14.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,565	1064,04
Filo piedritto _FR	2_FR	0,565	1355,77
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,565	1453,01

1/4 piedritto _QP	1_QP	0,283	1109,22
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,283	1402,42
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,283	1500,16

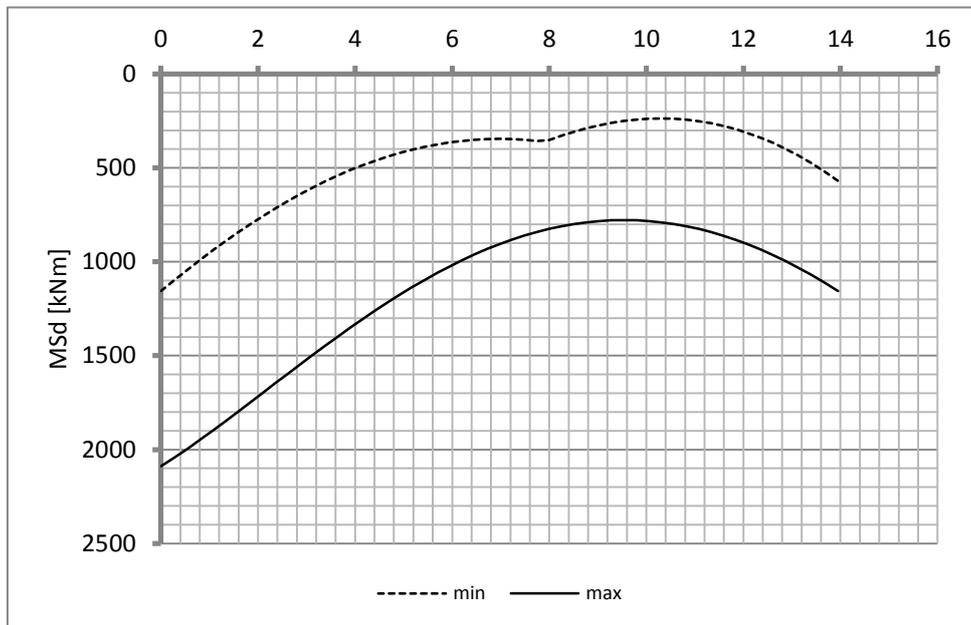
Mezzeria _QP	1_QP	6,975	498,48
Mezzeria _FR	1_FR	6,975	498,48
Mezzeria _CAR	1_CAR	6,975	498,48

Doc. N.

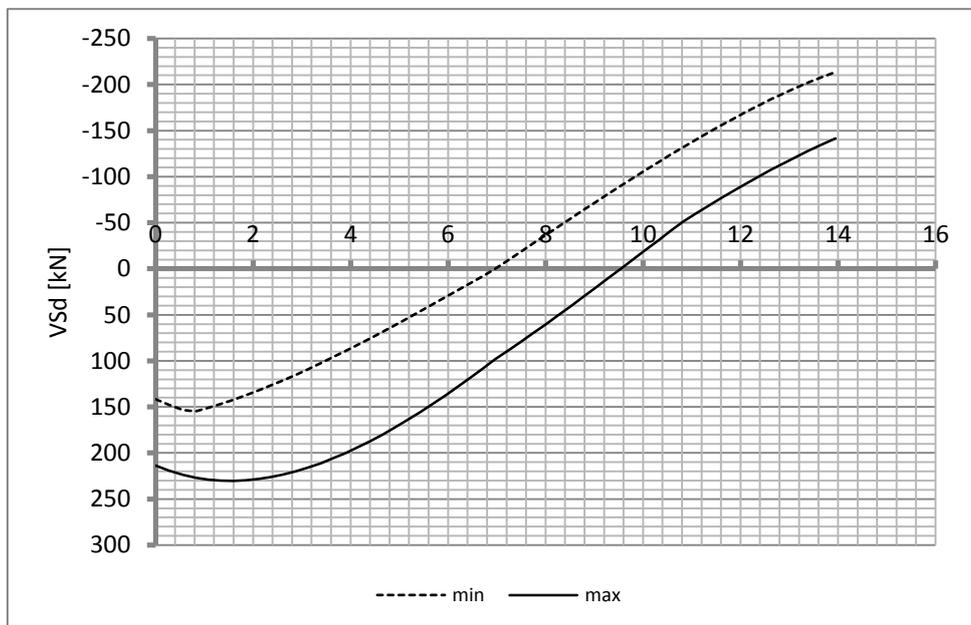
Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001Rev.  
AFoglio  
106 di 249**14.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV****14.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

**14.6.2. Soletta**

Momento

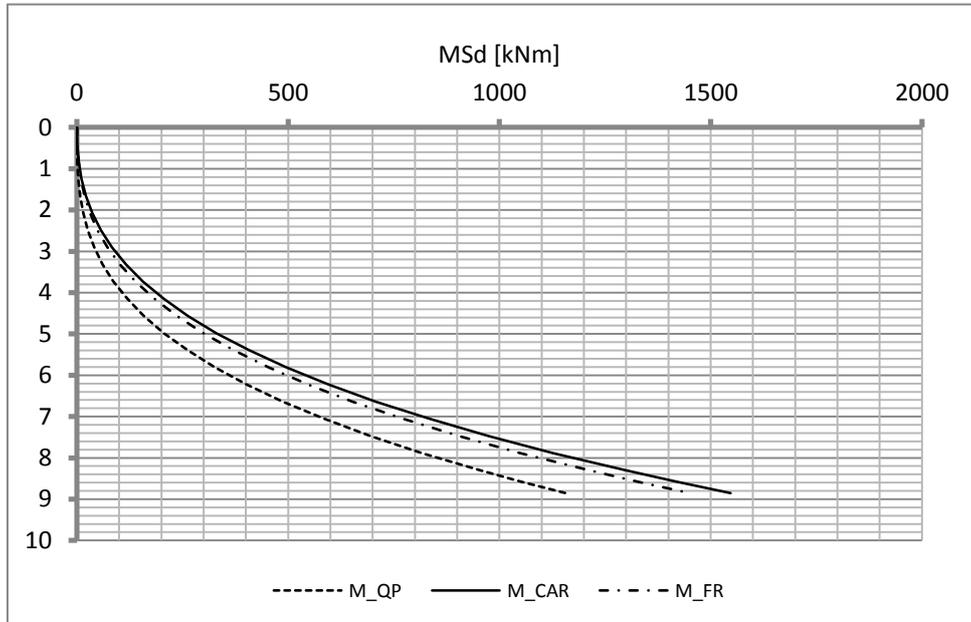


Taglio

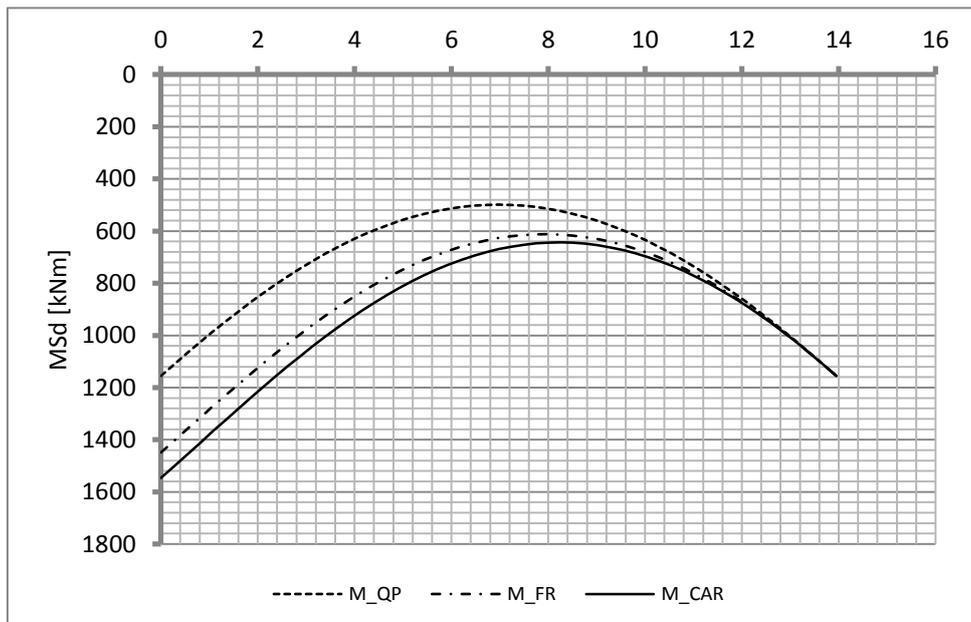


## 14.7. Diagrammi di involucro SLE

### 14.7.1. Piedritti



### 14.7.2. Soletta



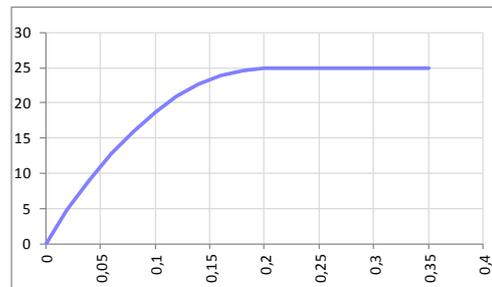
## 14.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 14.8.1. Soletta

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

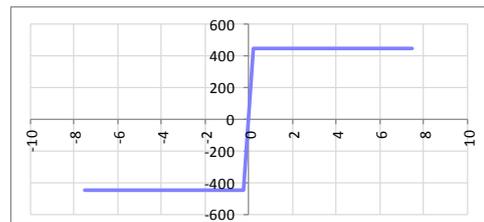
##### Calcestruzzo:

Classe	C25/30
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



##### Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



##### Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	2,10	
n, lungo termine =	12,73 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

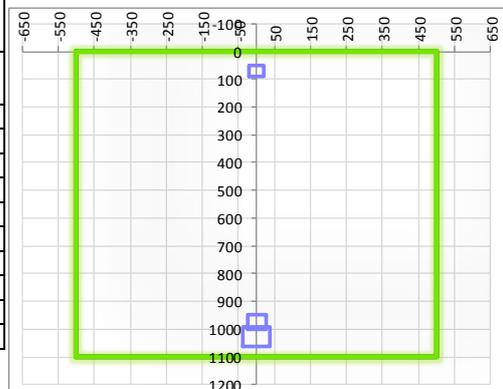
#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### Sezione:

B=	1000 mm
H=	1100 mm

##### Armature:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	20	70	1570,7963
2	10	26	1027	5309,2916
3	5	26	975	2654,6458
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



##### Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963



14.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			1000 mm
Altezza	h			1100 mm
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	20	70
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$			1571 mm <sup>2</sup>
Posizione della barra equivalente	$c^*$			70 mm

SOLLECITAZIONI			
Load Case			1_SLU_STR
Frame			
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$		0 kN
Taglio	$V_{Ed}$		230,296 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO			
Altezza utile della sezione	d		1030 mm
Coefficiente	k		1,44
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$		0,15%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$		0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$		2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$		0,30 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$		311,06 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>		<b>311,06 kN</b>
Verifica			<b>0,74</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO			
Diametro staffe	$\phi$		14 mm
Numero braccia	n		3,33
Passo staffe	s		200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$		90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$		45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$		22,15 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO			
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$		0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$		14,11 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$		512,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$		0
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$		1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$		<b>929,73 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$		<b>3269,99 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>		<b>929,73 kN</b>
Verifica			<b>0,25</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

14.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

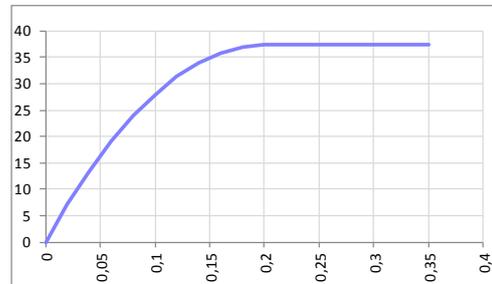
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR		0,0	1453,0	0,288	0,300	580,13	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP		0,0	1109,2	-6,07	160,44	-73,88	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR		0,0	1500,2	-8,21	216,98	-99,92	Sezione parzializzata

14.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

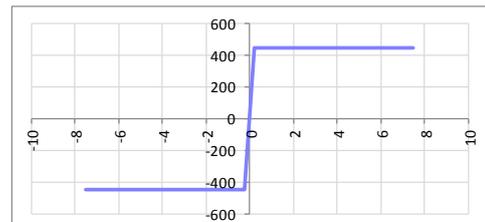
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



Coefficiente di omogeneizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,85	
n, lungo termine =	10,16 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

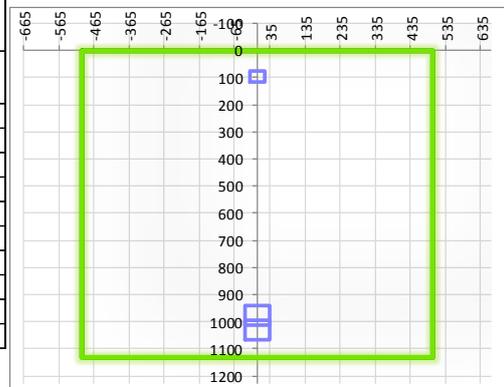
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	1130 mm

Armature:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	20	98	1570,7963
2	10	26	1029	5309,2916
3	10	26	977	5309,2916
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	1052	1570,7963



14.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b	1000 mm		
Altezza	h	1130 mm		
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	20	98
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>		
Posizione della barra equivalente	$c^*$	98 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	148,36 kN
Taglio	$V_{Ed}$	572,29 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1032 mm
Coefficiente	k	1,44
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,15%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,13 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,37 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	401,86 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>401,86 kN</b>
Verifica		<b>1,42 E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

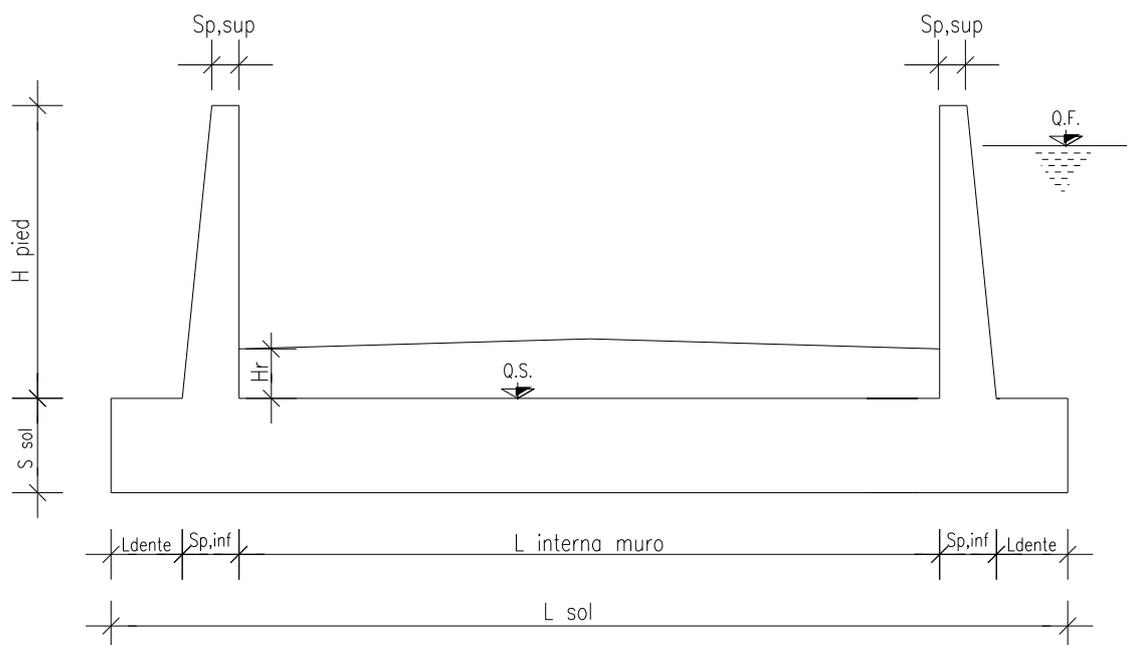
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,006203262
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,006203262
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	<b>684,39 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	<b>4945,00 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>684,39 kN</b>
Verifica		<b>0,84 Verifica soddisfatta</b>

14.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR		148,4	1267,4	0,198	0,200	857,07	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP		156,2	1050,9	-5,50	112,42	-63,92	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR		156,2	1418,5	-7,38	154,01	-85,43	Sezione parzializzata

## 15. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 8.90M

### 15.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.20 m
- $S_{sol}$  = 1.20 m
- $L_{int,muro}$  = 12.82 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 8.90 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.19 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura.

### 15.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	23,739	0,000	2,080	1,040
0,445	8,900	8,900	4,450	0,000	10,000	23,739	0,000	2,388	1,194
0,890	17,800	17,800	8,900	0,000	10,000	23,739	0,000	2,697	1,348
1,335	26,700	26,700	13,350	0,000	10,000	23,739	0,000	3,005	1,503
1,780	35,600	35,600	17,800	0,000	10,000	23,739	0,000	3,314	1,657
2,225	44,500	44,500	22,250	0,000	10,000	23,739	0,000	3,622	1,811
2,670	53,400	53,400	26,700	0,000	10,000	23,739	0,000	3,931	1,965
3,115	62,300	62,300	31,150	0,000	10,000	23,739	0,000	4,239	2,120
3,560	71,200	71,200	35,600	0,000	10,000	23,739	0,000	4,548	2,274
4,005	80,100	80,100	40,050	0,000	10,000	23,739	0,000	4,856	2,428
4,450	89,000	89,000	44,500	0,000	10,000	23,739	0,000	5,165	2,582
4,895	97,900	97,900	48,950	0,000	10,000	23,739	0,000	5,473	2,737
5,340	106,800	106,800	53,400	0,000	10,000	23,739	0,000	5,781	2,891
5,785	115,700	115,700	57,850	0,000	10,000	23,739	0,000	6,090	3,045
6,230	124,600	124,600	62,300	0,000	10,000	23,739	0,000	6,398	3,199
6,675	133,500	133,500	66,750	0,000	10,000	23,739	0,000	6,707	3,353
7,120	142,400	142,400	71,200	0,000	10,000	23,739	0,000	7,015	3,508
7,565	151,300	151,300	75,650	0,000	10,000	23,739	0,000	7,324	3,662
8,010	160,200	160,200	80,100	0,000	10,000	23,739	0,000	7,632	3,816
8,455	169,100	169,100	84,550	0,000	10,000	23,739	0,000	7,941	3,970
8,900	178,000	178,000	89,000	0,000	10,000	23,739	0,000	8,249	4,125
9,200	184,000	184,000	92,000	0,000	10,000	23,739	0,000	8,457	4,229
9,500	190,000	190,000	95,000	0,000	10,000	23,739	0,000	8,665	4,333

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

### 15.3. Riassunto delle sollecitazioni alla base del piedritto (in asse soletta)

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate alla base del piedritto, in asse soletta, per tutti i casi di carico:

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	184,06		
2	STERRE k0_M1		1428,96	451,25
2a	STERRE K0_M2		1659,55	524,07
2b	STERRE ka_M1		952,64	300,83
2c	STERRE ka_M2		1169,26	369,24
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		451,25	95,00
4a	SOVR. STATICO k0_M2		524,07	110,33
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		1071,24	225,52
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		1245,92	262,30
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		764,21	160,89
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		896,80	188,80
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		242,43	51,04
8	INERZIA VERT (BASSO)	25,52		

#### 15.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate per il piedritto ed adottate per le verifiche strutturali.

##### 15.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	165,76	2121,51	648,37
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	174,80	2321,96	688,16
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	184,06	2534,52	729,13

##### 15.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	165,76	1174,95
Filo soletta _FR	2_FR	165,76	1471,99
Filo soletta _CAR	2_CAR	165,76	1571,00
1/4 soletta _QP	1_QP	174,80	1297,81
1/4 soletta _FR	2_FR	174,80	1615,21
1/4 soletta _CAR	2_CAR	174,80	1721,01

### 15.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

#### 15.5.1. Combinazioni SLU - SLV

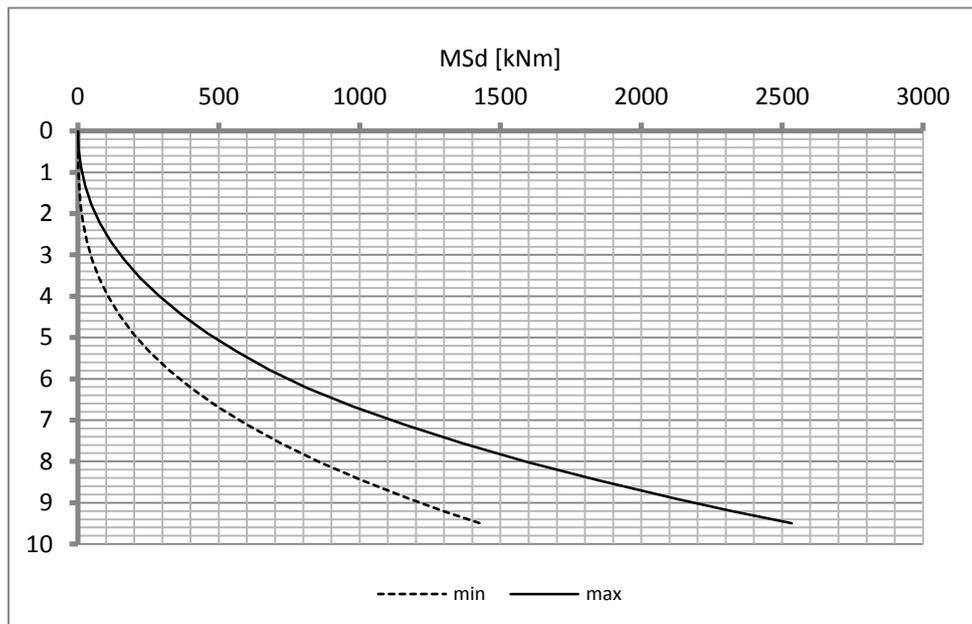
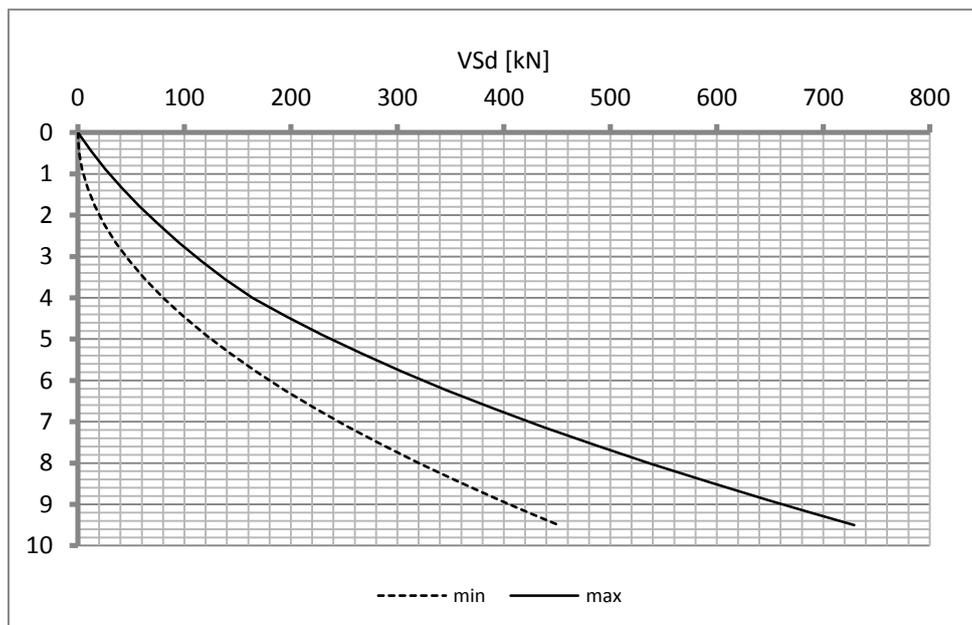
	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	1,621	2126,411	257,717
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,415	1290,584	-225,490
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,298	2478,304	193,599
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	2534,521	184,063
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	10,595	359,458	-37,608

#### 15.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,595	1321,62
Filo piedritto _FR	2_FR	0,595	1657,70
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,595	1769,73

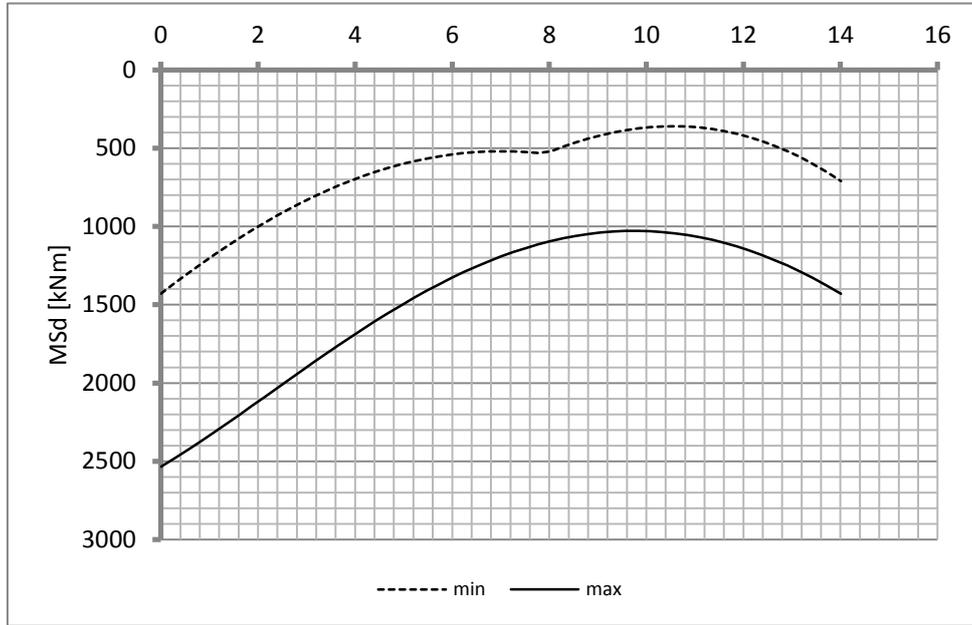
1/4 piedritto _QP	1_QP	0,298	1374,71
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,298	1712,55
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,298	1825,16

Mezzeria _QP	1_QP	7,005	695,55
Mezzeria _FR	1_FR	7,005	695,55
Mezzeria _CAR	1_CAR	7,005	695,55

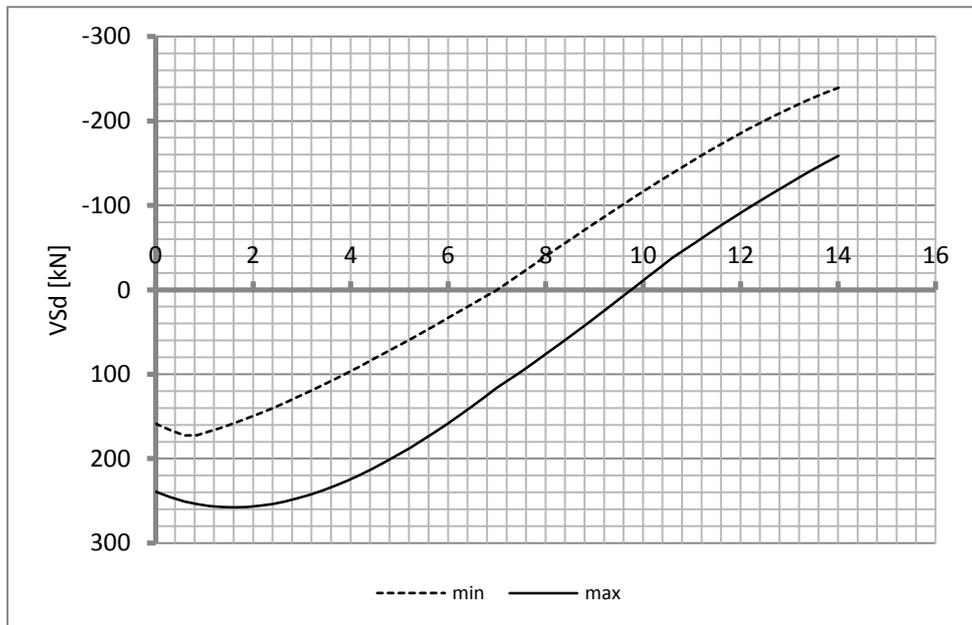
**15.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV****15.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

**15.6.2. Soletta**

Momento

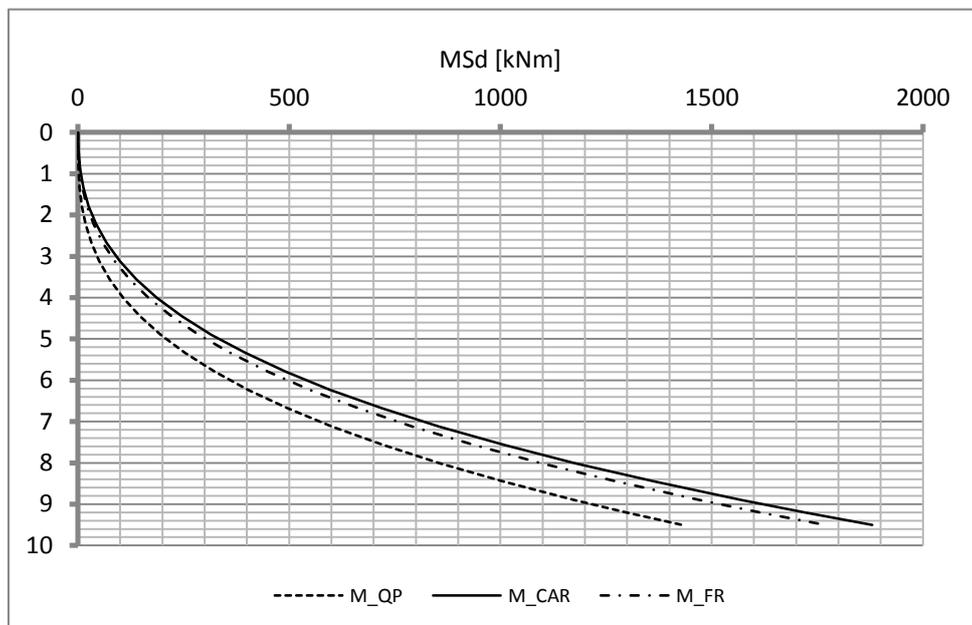


Taglio

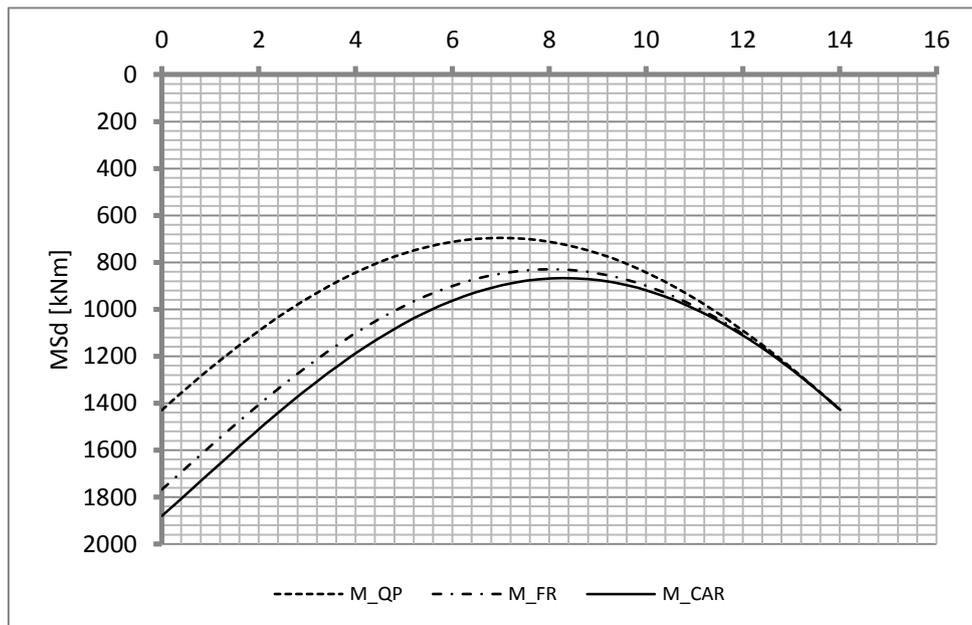


## 15.7. Diagrammi di involucro SLE

### 15.7.1. Piedritti



### 15.7.2. Soletta



## 15.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 15.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n, lungo termine =	12,69 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	20	70	1570,7963
2	10	26	1127	5309,2916
3	8	26	1075	3981,9687
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963



15.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1200 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		5	20	70	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	70 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	257,717 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1130 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,14%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,30 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	334,20 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>334,20 kN</b>
Verifica		0,77 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

15.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR		0,0	1769,7	0,269	0,300	702,59	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP		0,0	1374,7	-6,18	157,13	-77,21	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR		0,0	1825,2	-8,21	208,61	-102,50	Sezione parzializzata

### 15.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
<b>Calcestruzzo:</b>																																																								
Classe	C35/45																																																							
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{c2}$	0,200 %																																																							
$\epsilon_{c3}$	0,175 %																																																							
$\epsilon_{c4}$	0,070 %																																																							
$\epsilon_{cu}$	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
<b>Acciaio:</b>																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_t/f_y)_k$	1																																																							
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{su}$	7,500 %																																																							
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>																																																								
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$																																																							
umidità relativa	75 %																																																							
giorno app. carico	15 giorni																																																							
periodo lungo termine	50 anni																																																							
coefficiente di viscosità	1,84																																																							
n, lungo termine =	10,14 = $E_s/E_{cm}$																																																							
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine																																																							
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine																																																							
CARATTERISTICHE SEZIONE																																																								
<b>Sezione:</b>																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1190 mm																																																							
<b>Armature:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td><td>20</td><td>98</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>26</td><td>1089</td><td>5309,2916</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td><td>26</td><td>1037</td><td>5309,2916</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>26</td><td>985</td><td>2654,6458</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	1	5	20	98	1570,7963	2	10	26	1089	5309,2916	3	10	26	1037	5309,2916	4	5	26	985	2654,6458	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
1	5	20	98	1570,7963																																																				
2	10	26	1089	5309,2916																																																				
3	10	26	1037	5309,2916																																																				
4	5	26	985	2654,6458																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
<b>Armatura di ripartizione:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>20</td><td>78</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>20</td><td>1112</td><td>1570,7963</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	superiore	5	20	78	1570,7963	inferiore	5	20	1112	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
superiore	5	20	78	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	1112	1570,7963																																																				



15.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1190 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	20	98	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	98 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	165,76 kN
Taglio	$V_{Ed}$	648,37 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1092 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,14%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,14 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	421,39 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>421,39 kN</b>
Verifica		<b>1,54</b> <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

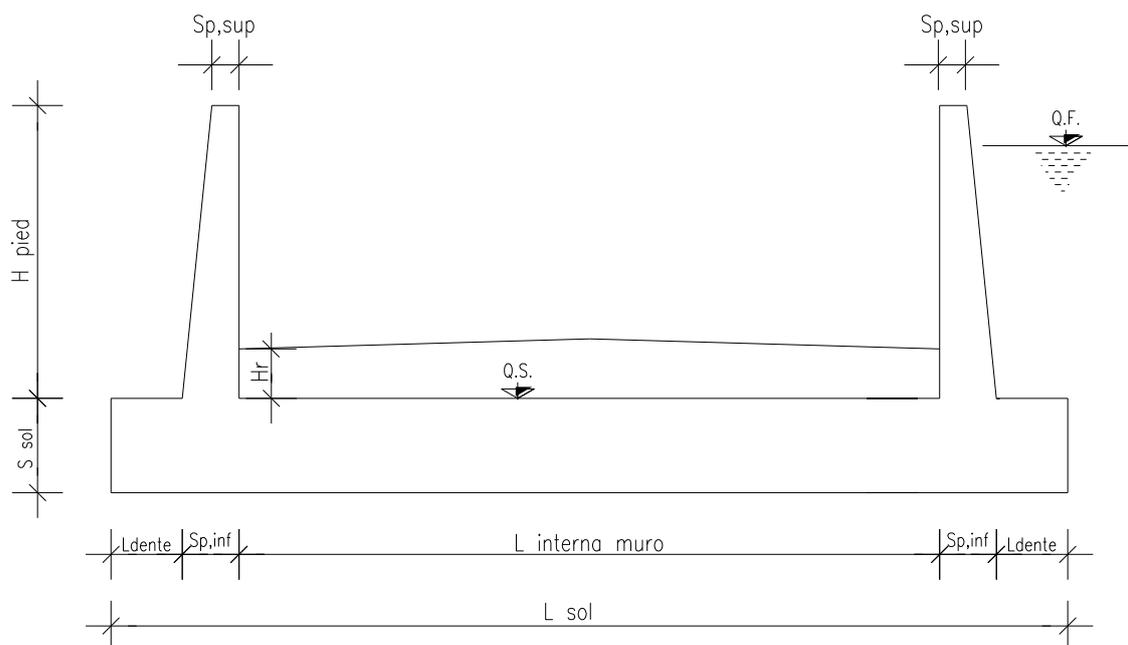
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,006581343
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,006581343
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	<b>724,18 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	<b>5234,47 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>724,18 kN</b>
Verifica		<b>0,90</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

15.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR		165,8	1571,0	0,196	0,200	987,03	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP		174,8	1297,8	-5,91	110,62	-70,70	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR		174,8	1721,0	-7,79	148,57	-92,93	Sezione parzializzata

## 16. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 10.12M

### 16.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.22 m
- $S_{sol}$  = 1.30 m
- $L_{int,muro}$  = 12.82 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{ped}$  = 10.10 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.20 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 16.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	26,913	0,000	2,080	1,040
0,506	10,120	10,120	5,060	0,000	10,000	26,913	0,000	2,392	1,196
1,012	20,240	20,240	10,120	0,000	10,000	26,913	0,000	2,704	1,352
1,518	30,360	30,360	15,180	0,000	10,000	26,913	0,000	3,016	1,508
2,024	40,480	40,480	20,240	0,000	10,000	26,913	0,000	3,327	1,664
2,530	50,600	50,600	25,300	0,000	10,000	26,913	0,000	3,639	1,820
3,036	60,720	60,720	30,360	0,000	10,000	26,913	0,000	3,951	1,976
3,542	70,840	70,840	35,420	0,000	10,000	26,913	0,000	4,263	2,132
4,048	80,960	80,960	40,480	0,000	10,000	26,913	0,000	4,575	2,288
4,554	91,080	91,080	45,540	0,000	10,000	26,913	0,000	4,887	2,444
5,060	101,200	101,200	50,600	0,000	10,000	26,913	0,000	5,199	2,600
5,566	111,320	111,320	55,660	0,000	10,000	26,913	0,000	5,511	2,756
6,072	121,440	121,440	60,720	0,000	10,000	26,913	0,000	5,823	2,912
6,578	131,560	131,560	65,780	0,000	10,000	26,913	0,000	6,135	3,068
7,084	141,680	141,680	70,840	0,000	10,000	26,913	0,000	6,447	3,223
7,590	151,800	151,800	75,900	0,000	10,000	26,913	0,000	6,759	3,379
8,096	161,920	161,920	80,960	0,000	10,000	26,913	0,000	7,071	3,535
8,602	172,040	172,040	86,020	0,000	10,000	26,913	0,000	7,383	3,691
9,108	182,160	182,160	91,080	0,000	10,000	26,913	0,000	7,695	3,847
9,614	192,280	192,280	96,140	0,000	10,000	26,913	0,000	8,007	4,003
10,120	202,400	202,400	101,200	0,000	10,000	26,913	0,000	8,319	4,159
10,445	208,900	208,900	104,450	0,000	10,000	26,913	0,000	8,519	4,260
10,770	215,400	215,400	107,700	0,000	10,000	26,913	0,000	8,719	4,360

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

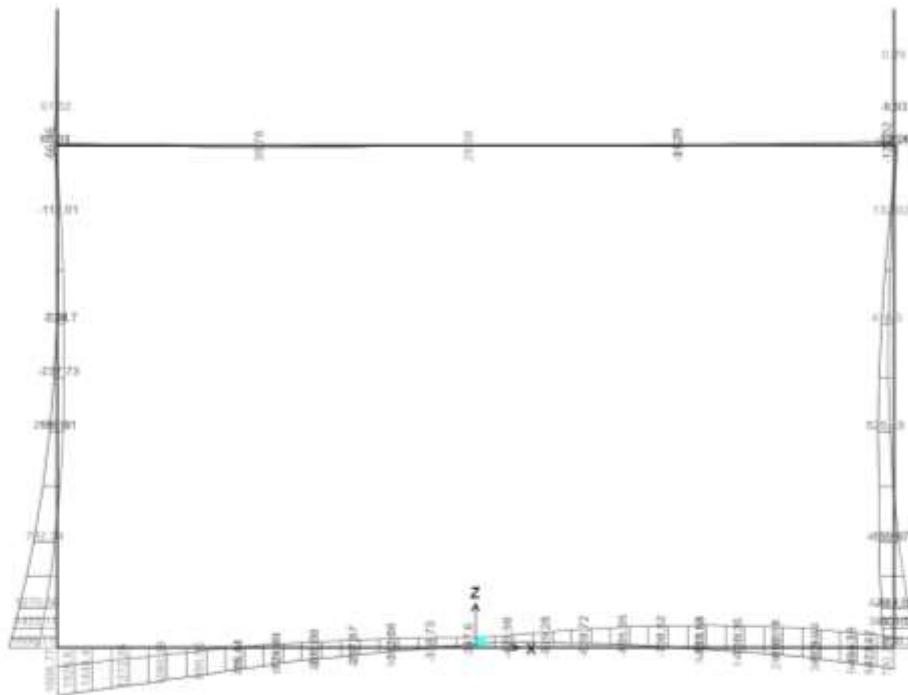
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
135 di 249

### 16.3. Diagrammi di involucro SLU-SLV

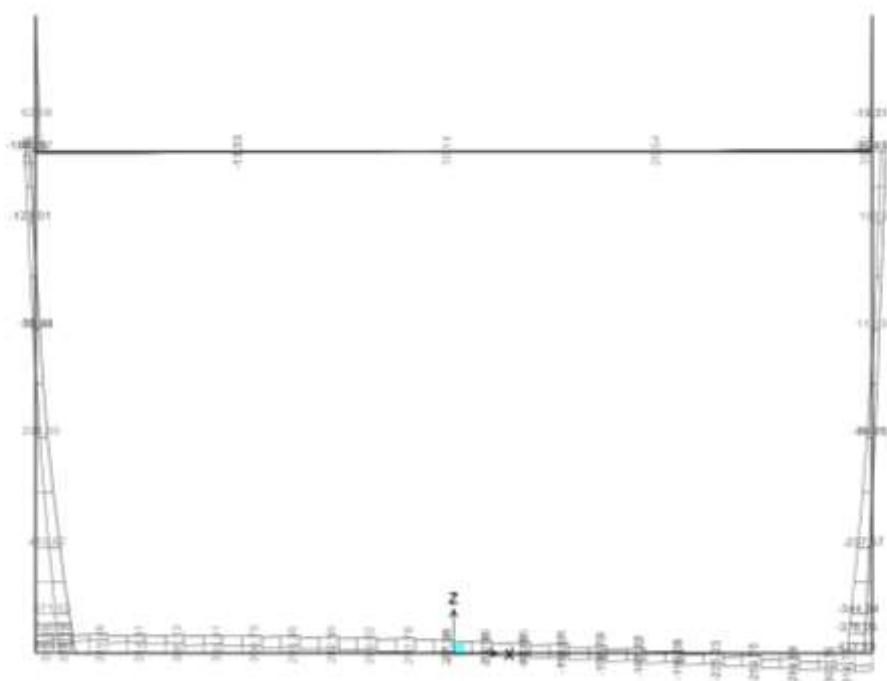
#### 16.3.1. Momento flettente



Click on any Value Element for detailed diagram.

Click on any Value Element for detailed diagram.

#### 16.3.2. Taglio



Click on any Value Element for detailed diagram.

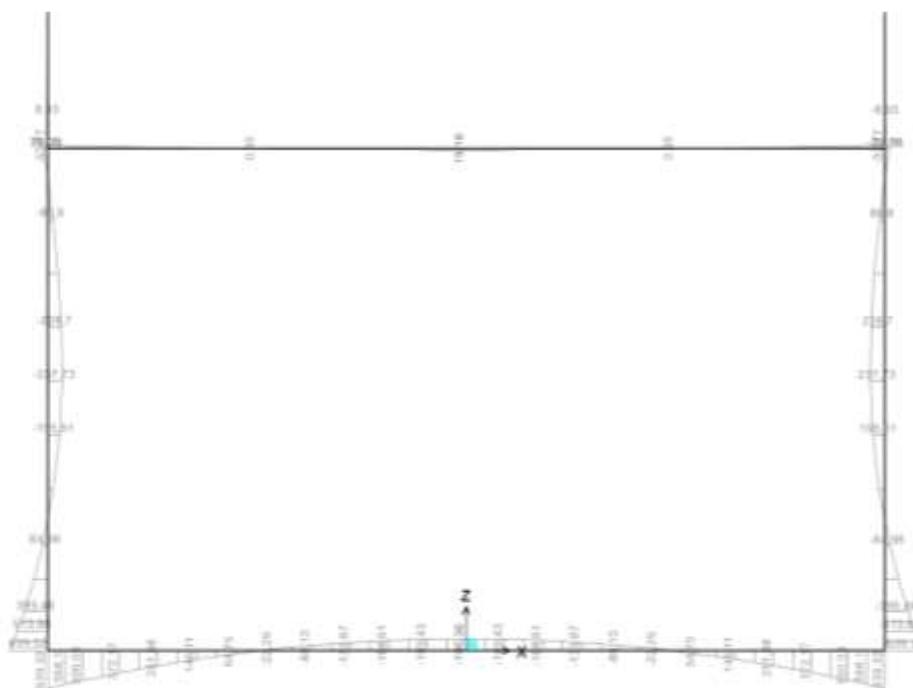
Click on any Value Element for detailed diagram.

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001Rev.  
AFoglio  
136 di 249

## 16.4. Diagrammi di involucro SLE

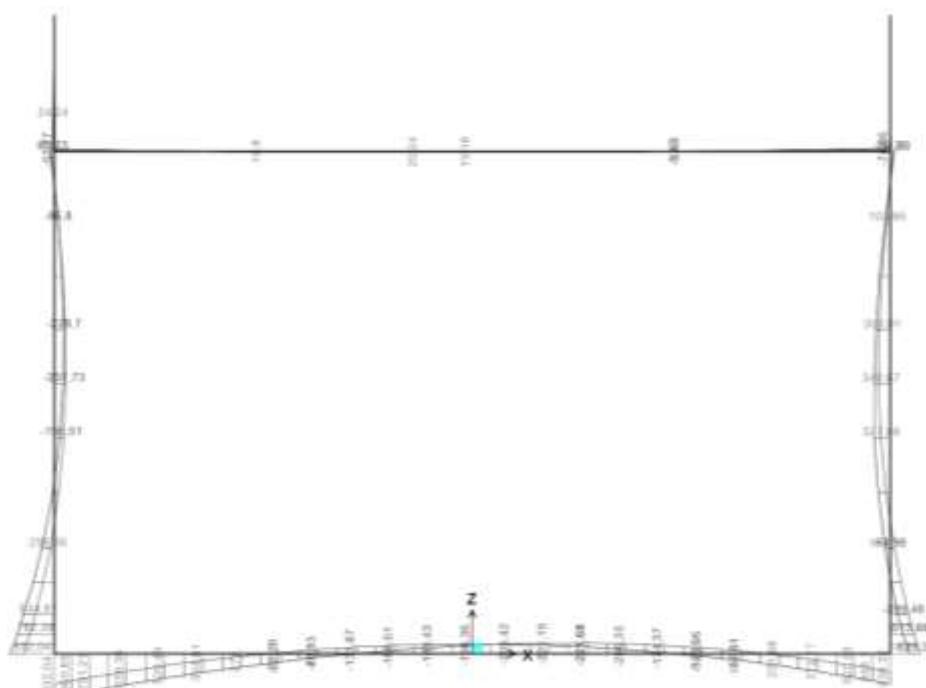
### 16.4.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente



Click on any frame element for detailed diagram

13/05/2014 10:58:00

### 16.4.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica



Click on any frame element for detailed diagram

13/05/2014 10:58:00

## 16.5. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 16.5.1. Soletta incastro

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n, lungo termine =	12,65 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	1300 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
1	5	26	73	2654,6458
2	8	26	1227	3981,9687
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1250	1570,7963



16.5.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1300 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	26	73	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	73 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLV
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	319,48 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1227 mm
Coefficiente	k	1,40
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,22%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,29 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	356,40 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>362,32 kN</b>
Verifica		0,88 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

16.5.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	791,2	0,249	0,300	717,90	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	568,1	-2,76	126,19	-31,47	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	860,9	-4,19	191,22	-47,68	Sezione parzializzata



16.5.2.1. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-221,7	Msd<Mf	0,300	-687,40	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	-196,4	-1,11	64,60	-11,85	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-221,7	-1,26	72,93	-13,37	Sezione parzializzata

Doc. N.

Progetto  
INOR

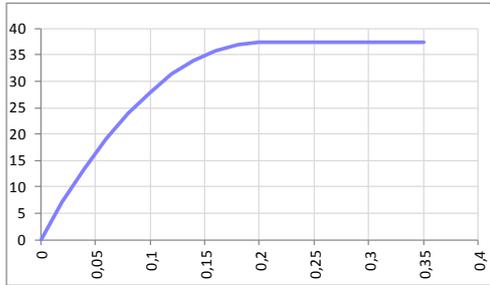
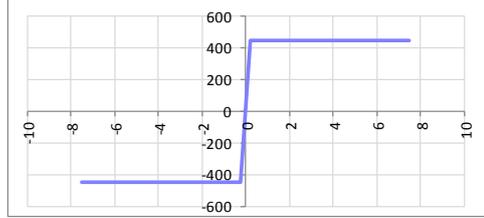
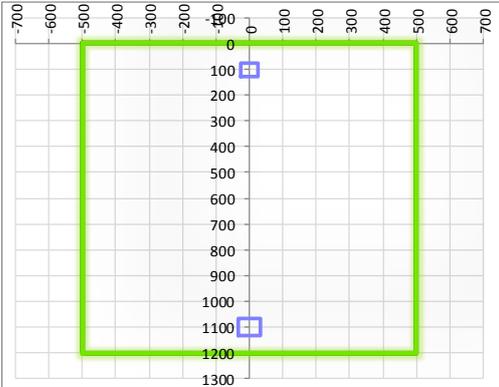
Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
143 di 249

### 16.5.3. Piedritto incastro fondazione

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
<b>Calcestruzzo:</b>																																																								
Classe	C35/45																																																							
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{c2}$	0,200 %																																																							
$\epsilon_{c3}$	0,175 %																																																							
$\epsilon_{c4}$	0,070 %																																																							
$\epsilon_{cu}$	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
																																																								
<b>Acciaio:</b>																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_t/f_y)_k$	1																																																							
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{su}$	7,500 %																																																							
																																																								
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>																																																								
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$																																																							
umidità relativa	75 %																																																							
giorno app. carico	15 giorni																																																							
periodo lungo termine	50 anni																																																							
coefficiente di viscosità	1,84																																																							
n, lungo termine =	10,14 = $E_s/E_{cm}$																																																							
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine																																																							
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine																																																							
CARATTERISTICHE SEZIONE																																																								
<b>Sezione:</b>																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1200 mm																																																							
<b>Armature:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>26</td> <td>101</td> <td>2654,6458</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>26</td> <td>1099</td> <td>3981,9687</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	1	5	26	101	2654,6458	2	8	26	1099	3981,9687	3				0	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
1	5	26	101	2654,6458																																																				
2	8	26	1099	3981,9687																																																				
3				0																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
<b>Armatura di ripartizione:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>superiore</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>78</td> <td>1570,7963</td> </tr> <tr> <td>inferiore</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>1122</td> <td>1570,7963</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	superiore	5	20	78	1570,7963	inferiore	5	20	1122	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
superiore	5	20	78	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	1122	1570,7963																																																				



16.5.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1200 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	26	101	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	101 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	283,42 kN
Taglio	$V_{Ed}$	571,62 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1099 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,24 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	439,49 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>439,49 kN</b>
Verifica		<b>1,30</b> <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,011159146
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,011159146
Resistenza a taglio per rottura delle armature	<b><math>V_{rds}</math></b>	<b>728,82 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	<b><math>V_{rcd}</math></b>	<b>5291,98 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>728,82 kN</b>
Verifica		<b>0,78</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

16.5.3.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	220,2	644,8	Msd<Mf	0,200	843,87	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	232,9	513,9	-3,16	102,16	-33,66	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	230,0	782,4	-4,76	169,46	-49,20	Sezione parzializzata



16.5.4.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

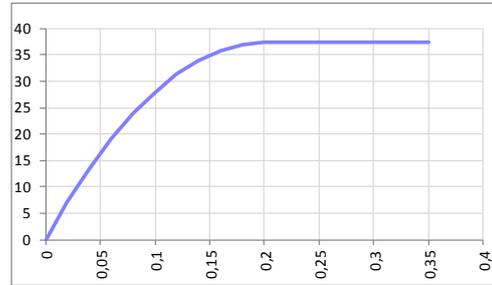
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	120,1	-340,7	Msd<Mf	0,200	-505,96	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	116,9	-237,7	-2,54	94,62	-22,28	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	120,1	-340,7	-3,62	143,97	-30,71	Sezione parzializzata

16.5.5. Puntone

CARATTERISTICHE MATERIALI

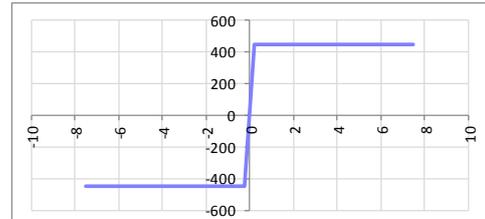
Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,92	
n, lungo termine =	10,55 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

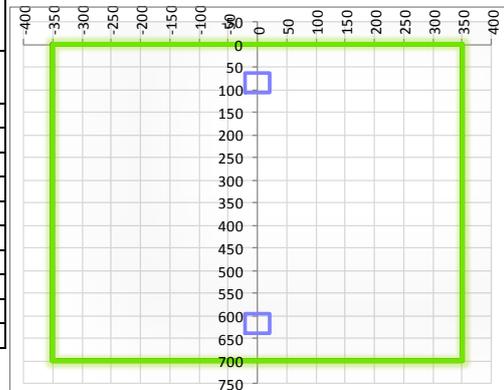
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	700 mm
H=	700 mm

Armature:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	4	24	84	1809,5574
2	4	24	616	1809,5574
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	ø mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	12	66	565,48668
inferiore	5	12	634	565,48668

16.5.5.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																	
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																	
<b>Calcestruzzo</b>																																																	
$\alpha_{cc}$		0,85																																															
$\gamma_c$		1,50																																															
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																															
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	$= f_{ctm} / 1,2$																																														
<b>Acciaio</b>																																																	
$\gamma_s$		1,15																																															
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																															
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
1_SLV	-	564,6	364,6	11787,03	-1416,18	577,53	-577,53	63%																																									
<b>Sezione:</b>																																																	
				<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																											
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-1,93	%																																											
				d	616,00	mm																																											
				x	94,44	mm																																											
x/d	0,15																																																
<b>Dominio M-N</b>																																																	
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>-</td> <td>564,6</td> <td>364,6</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	1_SLV	-	564,6	364,6																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				1_SLV	-	564,6	364,6																																										

16.5.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	700 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		4	24	84	1810
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1810 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	84 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	101,13 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,42%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	181,41 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>203,28 kN</b>
Verifica		0,50 <i>Verifica soddisfatta</i>

16.5.5.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w <sub>d</sub>	w <sub>lim</sub>	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	624,7	223,7	Msd<Mf	0,200	268,55	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	1_QP	-	530,0	161,3	-4,06	41,64	-46,96	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	624,7	223,7	-5,69	76,21	-63,32	Sezione parzializzata	

16.5.5.4. Verifiche a punzonamento

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

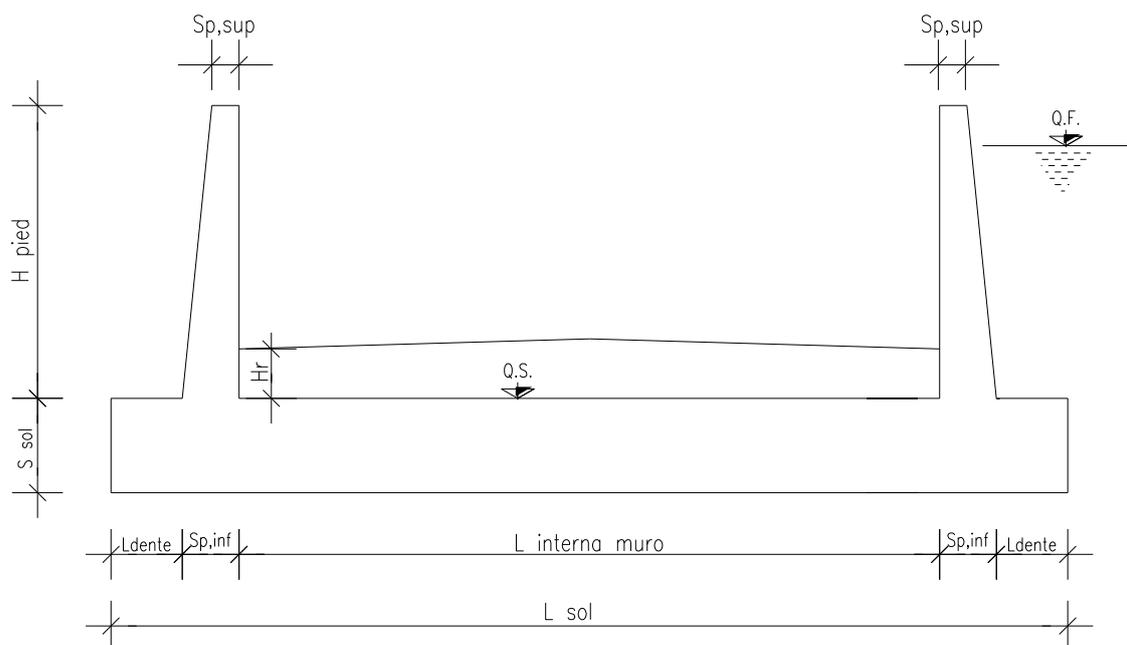
GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	8391 mm			
Altezza	h	530 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		24	26	101	12742
strato2		24	20	78	7540
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	20282 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	92,44981413 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	765,39 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	437,5501859 mm
Coefficiente	k	1,68
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,55%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,46 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	1704,14 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	2025,40 kN
Verifica		0,38 <i>Verifica soddisfatta</i>

## 17. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 11.90M

### 17.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.22 m
- $S_{sol}$  = 1.30 m
- $L_{int,muro}$  = 12.82 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 11.90 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.20 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 17.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	31,361	0,000	2,080	1,040
0,595	11,900	11,900	5,950	0,000	10,000	31,361	0,000	2,392	1,196
1,190	23,800	23,800	11,900	0,000	10,000	31,361	0,000	2,704	1,352
1,785	35,700	35,700	17,850	0,000	10,000	31,361	0,000	3,016	1,508
2,380	47,600	47,600	23,800	0,000	10,000	31,361	0,000	3,327	1,664
2,975	59,500	59,500	29,750	0,000	10,000	31,361	0,000	3,639	1,820
3,570	71,400	71,400	35,700	0,000	10,000	31,361	0,000	3,951	1,976
4,165	83,300	83,300	41,650	0,000	10,000	31,361	0,000	4,263	2,132
4,760	95,200	95,200	47,600	0,000	10,000	31,361	0,000	4,575	2,288
5,355	107,100	107,100	53,550	0,000	10,000	31,361	0,000	4,887	2,444
5,950	119,000	119,000	59,500	0,000	10,000	31,361	0,000	5,199	2,600
6,545	130,900	130,900	65,450	0,000	10,000	31,361	0,000	5,511	2,756
7,140	142,800	142,800	71,400	0,000	10,000	31,361	0,000	5,823	2,912
7,735	154,700	154,700	77,350	0,000	10,000	31,361	0,000	6,135	3,068
8,330	166,600	166,600	83,300	0,000	10,000	31,361	0,000	6,447	3,223
8,925	178,500	178,500	89,250	0,000	10,000	31,361	0,000	6,759	3,379
9,520	190,400	190,400	95,200	0,000	10,000	31,361	0,000	7,071	3,535
10,115	202,300	202,300	101,150	0,000	10,000	31,361	0,000	7,383	3,691
10,710	214,200	214,200	107,100	0,000	10,000	31,361	0,000	7,695	3,847
11,305	226,100	226,100	113,050	0,000	10,000	31,361	0,000	8,007	4,003
11,900	238,000	238,000	119,000	0,000	10,000	31,361	0,000	8,319	4,159
12,225	244,500	244,500	122,250	0,000	10,000	31,361	0,000	8,489	4,245
12,550	251,000	251,000	125,500	0,000	10,000	31,361	0,000	8,659	4,330

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

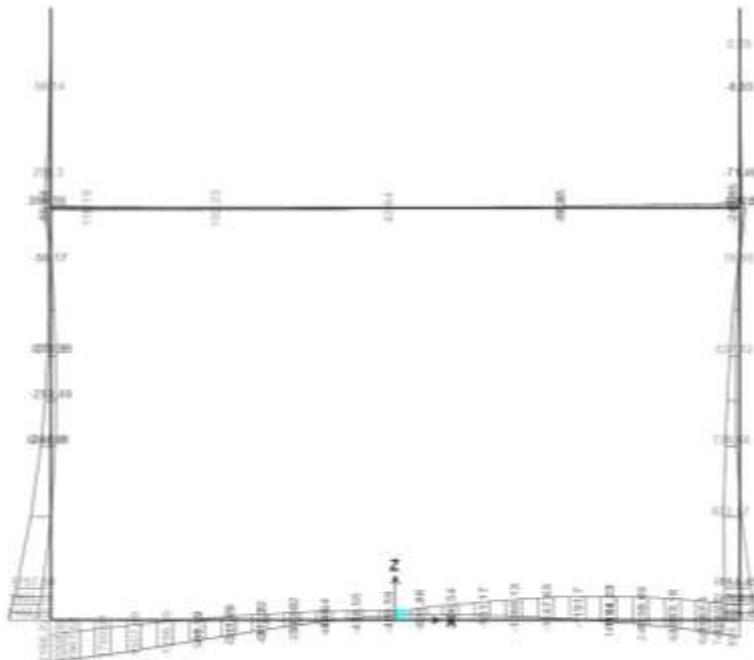
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
156 di 249

## 17.1. Diagrammi di involucro SLU-SLV

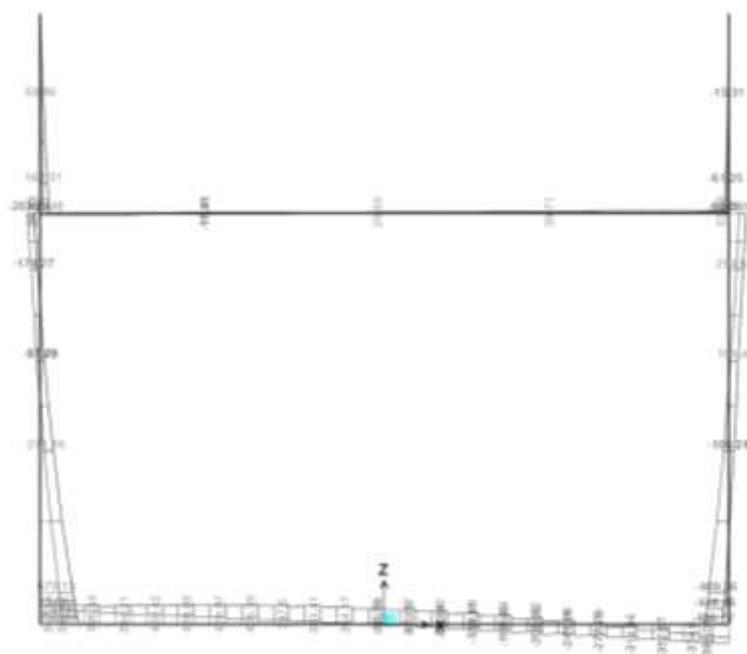
### 17.1.1. Momento flettente



Click on any Frame Element for detailed display

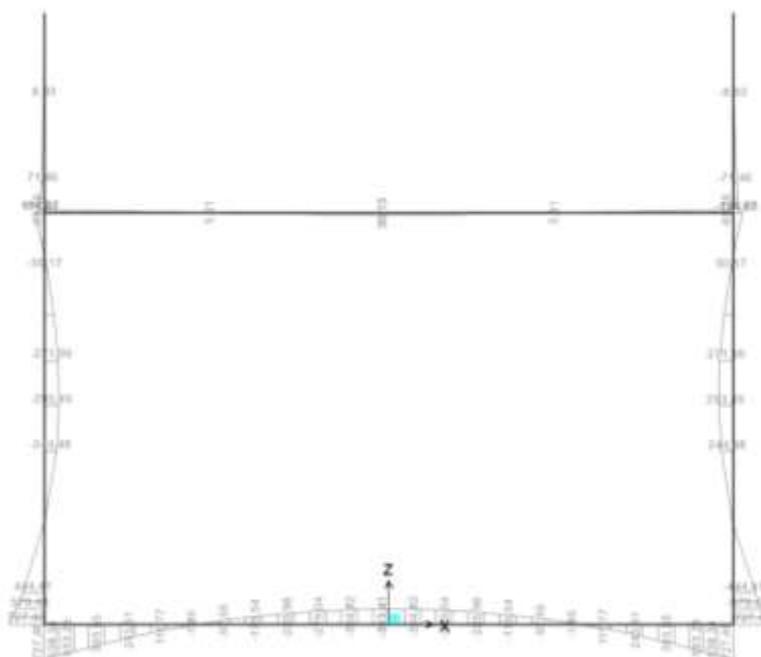
15.000% 15.000% 15.000%

### 17.1.2. Taglio

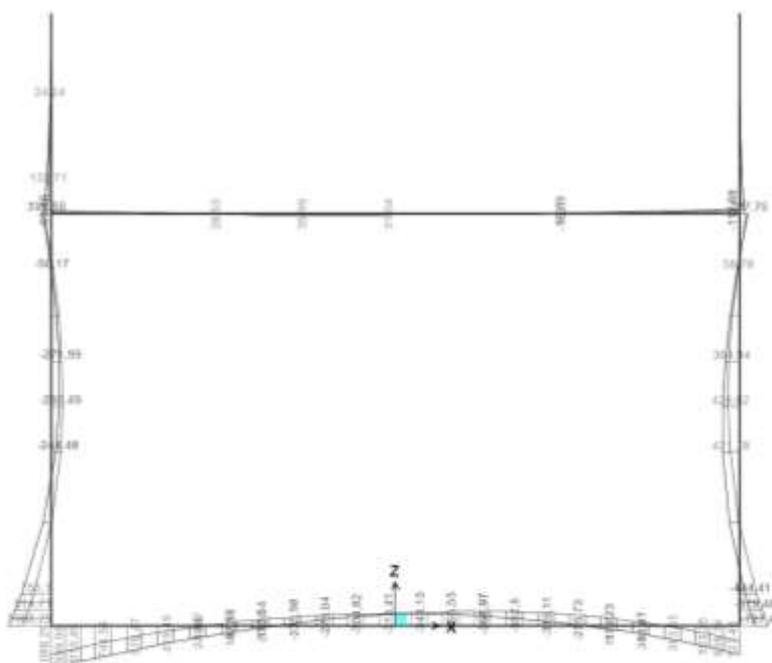


Click on any Frame Element for detailed display

15.000% 15.000% 15.000%

**17.2. Diagrammi di involucro SLE****17.2.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente**

Click on any Table Element for detailed diagram.


**17.2.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica**

Click on any Table Element for detailed diagram.



### 17.3. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

#### 17.3.1. Soletta incastro

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,09			
n, lungo termine =	12,65 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	1300 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	26	73	2654,6458
2	10	26	1227	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1250	1570,7963



## 17.3.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1300 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		5	26	73	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	73 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLV
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	409,97 kN

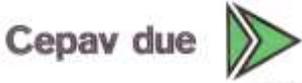
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1227 mm
Coefficiente	k	1,40
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,22%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,29 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	356,40 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>362,32 kN</b>
Verifica		<b>1,13 E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	10 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	14,11 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	261,54 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	565,07 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	3895,42 kN
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>565,07 kN</b>
Verifica		<b>0,73 Verifica soddisfatta</b>

17.3.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	913,5	0,200	0,300	748,30	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	638,3	-2,80	107,49	-33,11	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1000,0	-4,39	168,38	-51,87	Sezione parzializzata



### 17.3.1. Soletta mezzeria

#### 17.3.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		16,60 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
1_SLV	-	0,0	-1191,7	20420,55	-2077,55	1234,95	-1234,95	96%																																													
<i>Sezione:</i>																																																					
				<table border="0"> <tr> <td><i>Fibre compresse</i></td> <td></td> <td><i>Inferiori</i></td> </tr> <tr> <td><math>\sigma_{c,max}</math></td> <td>14,11</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\sigma_{s,min}</math></td> <td>-391,30</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\epsilon_{c,max}</math></td> <td>0,35</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><math>\epsilon_{s,min}</math></td> <td>-5,10</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>1227,00</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>78,86</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x/d</td> <td>0,06</td> <td></td> </tr> </table>						<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>	$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{c,max}$	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	-5,10	%	d	1227,00	mm	x	78,86	mm	x/d	0,06																					
<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																																			
$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>																																																			
$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																			
$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																			
$\epsilon_{s,min}$	-5,10	%																																																			
d	1227,00	mm																																																			
x	78,86	mm																																																			
x/d	0,06																																																				
<i>Dominio M-N</i>																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90ee90;">1_SLV</td> <td style="background-color: #90ee90;">-</td> <td style="background-color: #90ee90;">0,0</td> <td style="background-color: #90ee90;">-1191,7</td> </tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td><td style="background-color: #90ee90;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	1_SLV	-	0,0	-1191,7																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
1_SLV	-	0,0	-1191,7																																																		

17.3.1.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-369,0	Msd<Mf	0,300	-687,40	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	-313,4	-1,78	103,10	-18,91	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-369,0	-2,09	121,38	-22,26	Sezione parzializzata

17.3.2. Piedritto incastro

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,84			
n, lungo termine =	10,14 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	26	101	2654,6458
2	10	26	1099	5309,2916
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	1122	1570,7963



17.3.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b	1000 mm		
Altezza	h	1200 mm		
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	26	101
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>		
Posizione della barra equivalente	$c^*$	101 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	353,69 kN
Taglio	$V_{Ed}$	679,13 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1099 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,29 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	449,14 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>449,14 kN</b>
Verifica		<b>1,51</b> <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

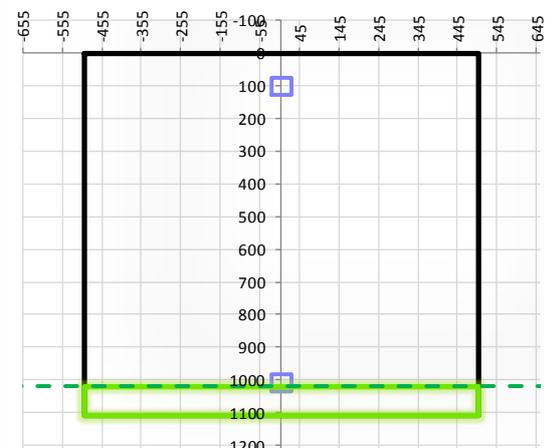
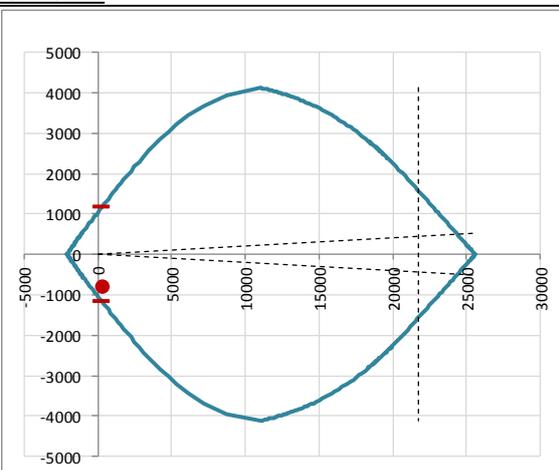
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,0139259
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,0139259
Resistenza a taglio per rottura delle armature	<b><math>V_{rds}</math></b>	<b>728,82 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	<b><math>V_{rcd}</math></b>	<b>5306,46 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>728,82 kN</b>
Verifica		<b>0,93</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

17.3.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	277,9	755,1	Msd<Mf	0,200	890,75	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	294,0	579,5	-3,26	85,63	-36,56	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	287,7	914,7	-5,06	149,47	-55,12	Sezione parzializzata

17.3.3. Piedritto mezzeria

17.3.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																									
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																									
<b>Calcestruzzo</b>																																																									
$\alpha_{cc}$		0,85																																																							
$\gamma_c$		1,50																																																							
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	$=f_{ctm} / 1,2$																																																						
<b>Acciaio</b>																																																									
$\gamma_s$		1,15																																																							
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																							
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																									
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																	
1_SLV	-	296,2	-822,5	25570,70	-2077,55	1175,92	-1175,92	70%																																																	
<b>Sezione:</b>																																																									
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																																			
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																																			
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																			
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																			
				$\epsilon_{s,min}$	-3,55	%																																																			
				d	1009,00	mm																																																			
				x	90,50	mm																																																			
x/d	0,09																																																								
<b>Dominio M-N</b>																																																									
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Combinazione</th> <th style="text-align: center;">fram/nodo</th> <th style="text-align: center;">NSd [kN]</th> <th style="text-align: center;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1_SLV</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">296,2</td> <td style="text-align: center;">-822,5</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	1_SLV	-	296,2	-822,5																																								
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																						
1_SLV	-	296,2	-822,5																																																						

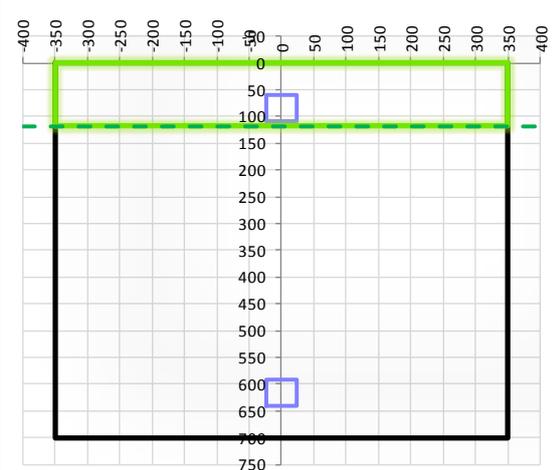
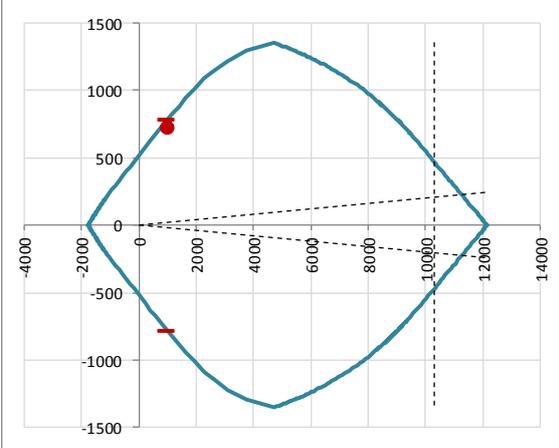
17.3.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	178,2	-428,6	Msd<Mf	0,200	-691,43	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	171,5	-293,5	-2,38	88,82	-23,30	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	178,2	-171,5	-1,39	39,18	-14,81	Sezione parzializzata

17.3.4. Puntone

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,92			
n, lungo termine =	10,55 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	700 mm			
H=	700 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	24	84	2261,9467
2	5	24	616	2261,9467
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	12	66	565,48668
inferiore	5	12	634	565,48668

17.3.4.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																																																	
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																																																																	
<b>Calcestruzzo</b>																																																																																																	
$\alpha_{cc}$		0,85																																																																																															
$\gamma_c$		1,50																																																																																															
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																																																															
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																																														
<b>Acciaio</b>																																																																																																	
$\gamma_s$		1,15																																																																																															
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																																																															
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																									
1_SLV	-	987,8	722,6	12141,07	-1770,22	783,03	-783,03	92%																																																																																									
<b>Sezione:</b>																																																																																																	
				<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																																																																											
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																																																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-1,48	%																																																																																											
				d	616,00	mm																																																																																											
				x	118,07	mm																																																																																											
x/d	0,19																																																																																																
<b>Dominio M-N</b>																																																																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>-</td> <td>987,8</td> <td>722,6</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]					1_SLV	-	987,8	722,6																																																																												
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																										
				1_SLV	-	987,8	722,6																																																																																										

17.3.4.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b			700 mm
Altezza	h			700 mm
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	24	84
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$			2262 mm <sup>2</sup>
Posizione della barra equivalente	$c^*$			84 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	161,64 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,52%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	181,41 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>218,98 kN</b>
Verifica		0,74 <i>Verifica soddisfatta</i>

17.3.4.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	1071,2	338,6	0,091	0,200	334,12	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	935,9	207,5	-4,96	19,99	-61,48	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	1071,2	338,6	-8,00	79,02	-92,86	Sezione parzializzata

17.3.4.4. Verifiche a punzonamento

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

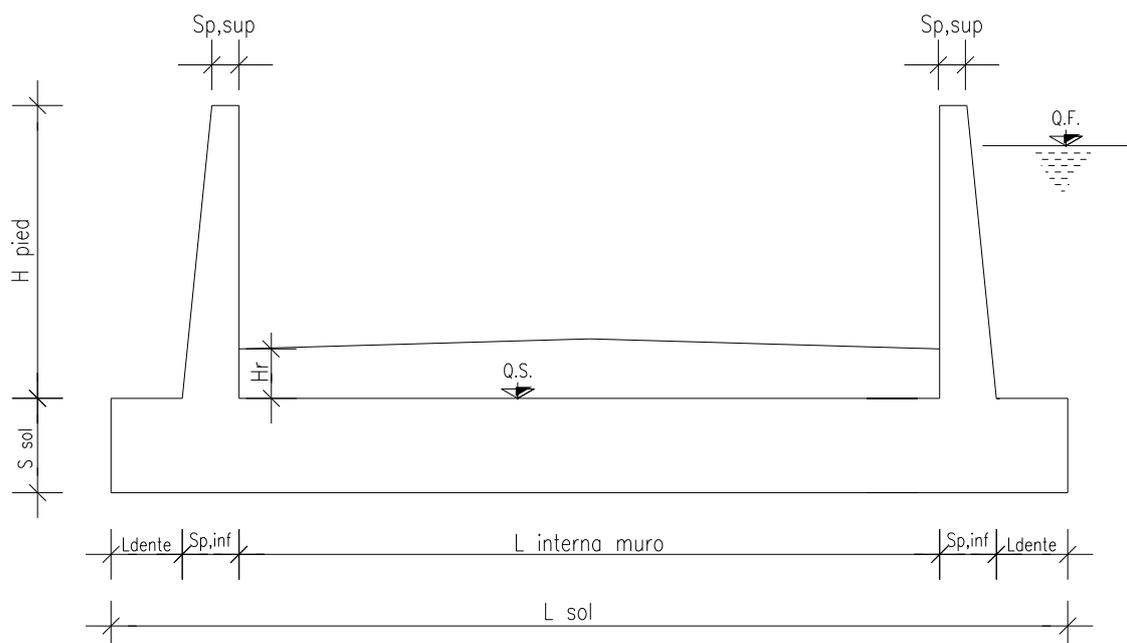
ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	10826 mm			
Altezza	h	710 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		32	26	101	16990
strato2		32	20	78	10053
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	27043 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	92,44981413 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	1299,03 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	617,5501859 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,40%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	2810,72 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	3111,94 kN
Verifica		0,42 <b>Verifica soddisfatta</b>

**18. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 12.95M****18.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.29 m
- $S_{sol}$  = 1.30 m
- $L_{int,muro}$  = 12.89 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 12.95 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.20 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 18.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	33,985	0,000	2,080	1,040
0,648	12,950	12,950	6,475	0,000	10,000	33,985	0,000	2,392	1,196
1,295	25,900	25,900	12,950	0,000	10,000	33,985	0,000	2,704	1,352
1,943	38,850	38,850	19,425	0,000	10,000	33,985	0,000	3,016	1,508
2,590	51,800	51,800	25,900	0,000	10,000	33,985	0,000	3,327	1,664
3,238	64,750	64,750	32,375	0,000	10,000	33,985	0,000	3,639	1,820
3,885	77,700	77,700	38,850	0,000	10,000	33,985	0,000	3,951	1,976
4,533	90,650	90,650	45,325	0,000	10,000	33,985	0,000	4,263	2,132
5,180	103,600	103,600	51,800	0,000	10,000	33,985	0,000	4,575	2,288
5,828	116,550	116,550	58,275	0,000	10,000	33,985	0,000	4,887	2,444
6,475	129,500	129,500	64,750	0,000	10,000	33,985	0,000	5,199	2,600
7,123	142,450	142,450	71,225	0,000	10,000	33,985	0,000	5,511	2,756
7,770	155,400	155,400	77,700	0,000	10,000	33,985	0,000	5,823	2,912
8,418	168,350	168,350	84,175	0,000	10,000	33,985	0,000	6,135	3,068
9,065	181,300	181,300	90,650	0,000	10,000	33,985	0,000	6,447	3,223
9,713	194,250	194,250	97,125	0,000	10,000	33,985	0,000	6,759	3,379
10,360	207,200	207,200	103,600	0,000	10,000	33,985	0,000	7,071	3,535
11,008	220,150	220,150	110,075	0,000	10,000	33,985	0,000	7,383	3,691
11,655	233,100	233,100	116,550	0,000	10,000	33,985	0,000	7,695	3,847
12,303	246,050	246,050	123,025	0,000	10,000	33,985	0,000	8,007	4,003
12,950	259,000	259,000	129,500	0,000	10,000	33,985	0,000	8,319	4,159
13,275	265,500	265,500	132,750	0,000	10,000	33,985	0,000	8,475	4,238
13,600	272,000	272,000	136,000	0,000	10,000	33,985	0,000	8,632	4,316

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

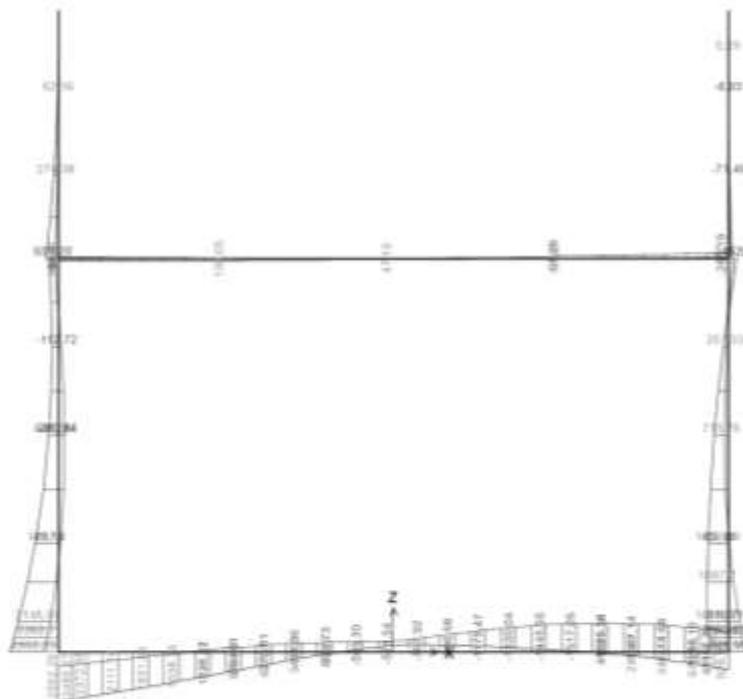
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
177 di 249

### 18.3. Diagrammi di involucro SLU-SLV

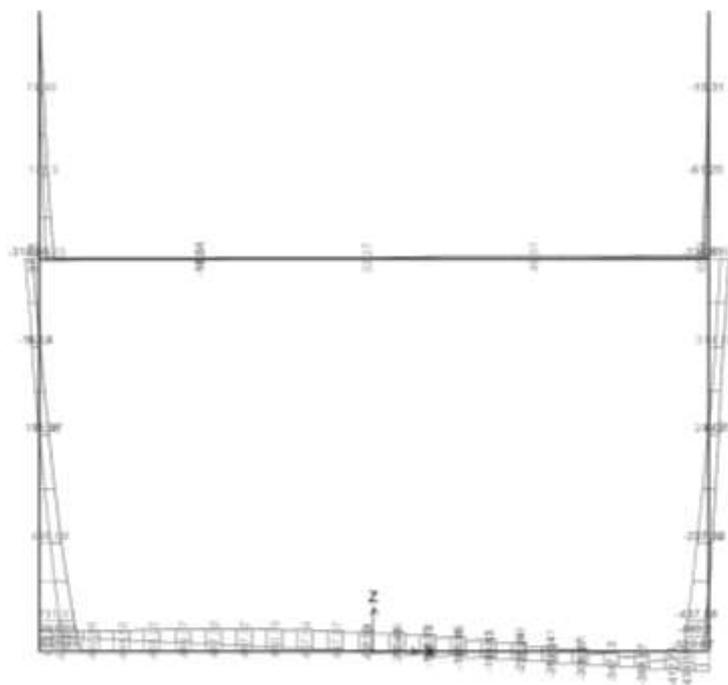
#### 18.3.1. Momento flettente



Click on any Frame Element for detailed display

100% 1/10/11

#### 18.3.2. Taglio

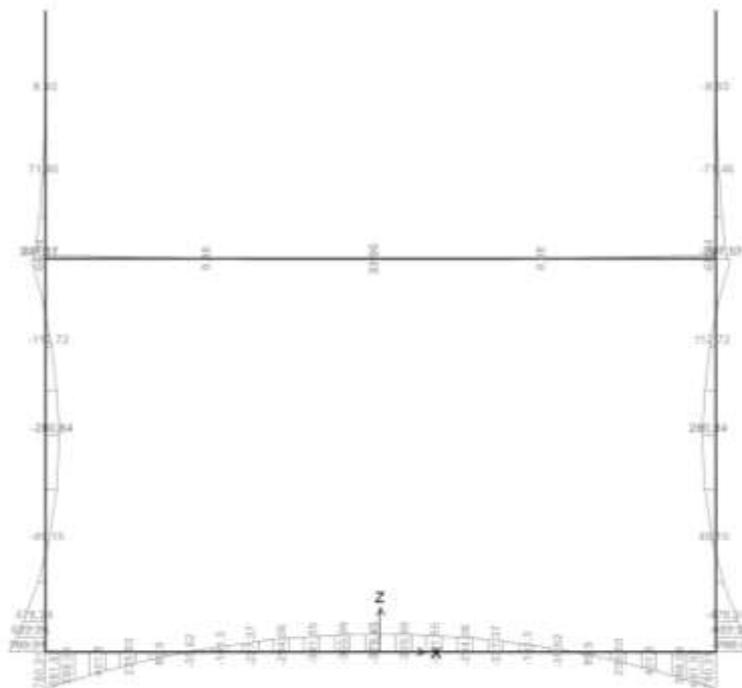


Click on any Frame Element for detailed display

100% 1/10/11

## 18.4. Diagrammi di involucro SLE

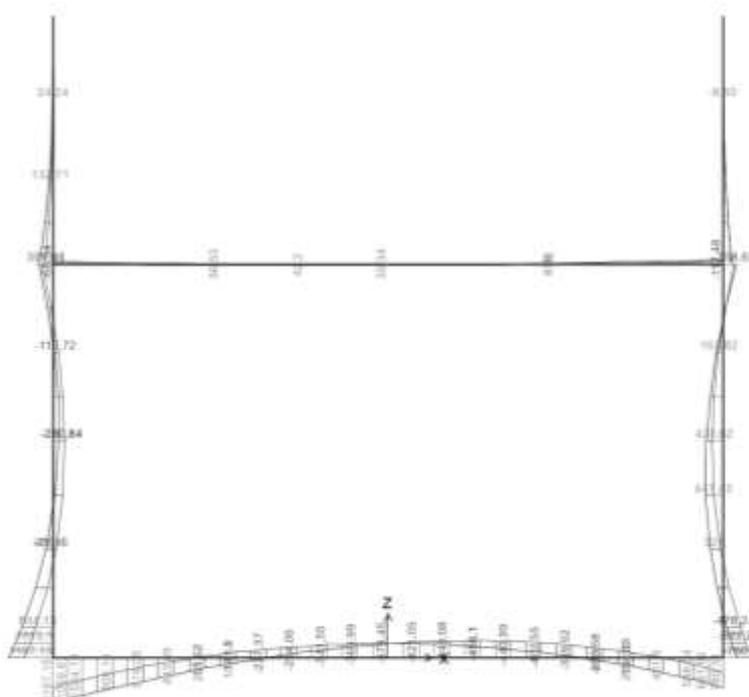
### 18.4.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente



Click on any Value Element for detailed values

11.0000 1.0000 C

### 18.4.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica



Click on any Value Element for detailed values

11.0000 1.0000 C

### 18.5. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

#### 18.5.1. Soletta incastro

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
<b>Calcestruzzo:</b>																																																								
Classe	C25/30																																																							
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{c2}$	0,200 %																																																							
$\epsilon_{c3}$	0,175 %																																																							
$\epsilon_{c4}$	0,070 %																																																							
$\epsilon_{cu}$	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
<b>Acciaio:</b>																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_t/f_y)_k$	1																																																							
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{su}$	7,500 %																																																							
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>																																																								
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$																																																							
umidità relativa	75 %																																																							
giorno app. carico	15 giorni																																																							
periodo lungo termine	50 anni																																																							
coefficiente di viscosità	2,09																																																							
n, lungo termine =	12,65 = $E_s/E_{cm}$																																																							
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine																																																							
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine																																																							
CARATTERISTICHE SEZIONE																																																								
<b>Sezione:</b>																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1300 mm																																																							
<b>Armature:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>A<sub>s</sub> mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td><td>26</td><td>73</td><td>2654,6458</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>26</td><td>1227</td><td>5309,2916</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td><td>20</td><td>1178</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	1	5	26	73	2654,6458	2	10	26	1227	5309,2916	3	5	20	1178	1570,7963	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>																																																				
1	5	26	73	2654,6458																																																				
2	10	26	1227	5309,2916																																																				
3	5	20	1178	1570,7963																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
<b>Armatura di ripartizione:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>A<sub>s</sub> mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>20</td><td>50</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>20</td><td>1250</td><td>1570,7963</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	superiore	5	20	50	1570,7963	inferiore	5	20	1250	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>																																																				
superiore	5	20	50	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	1250	1570,7963																																																				



## 18.5.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1300 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		5	26	73	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	73 mm			

SOLLECITAZIONI			
Load Case		1_SLV	
Frame		-	
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN	
Taglio	$V_{Ed}$	487,37 kN	

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO			
Altezza utile della sezione	d	1227 mm	
Coefficiente	k	1,40	
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,22%	
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>	
	$v_{min}$	0,29 N/mm <sup>2</sup>	
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	356,40 kN	
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>362,32 kN</b>	
Verifica		1,35 <b>E' necessario prevedere armatura a taglio</b>	

ARMATURA A TAGLIO			
Diametro staffe	$\phi$	10 mm	
Numero braccia	n	3,33	
Passo staffe	s	200 mm	
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °	
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °	
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °	

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO			
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5	
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	14,11 N/mm <sup>2</sup>	
Area armatura a taglio	$A_{st}$	261,54 mm <sup>2</sup>	
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0	
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1	
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	565,07 kN	
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	3895,42 kN	
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>565,07 kN</b>	
Verifica		0,86 <b>Verifica soddisfatta</b>	

18.5.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1004,2	0,160	0,300	778,99	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	681,9	-2,78	91,62	-33,72	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1099,7	-4,48	147,74	-54,38	Sezione parzializzata

18.5.2. Soletta mezzeria

18.5.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																																													
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																																																													
<b>Calcestruzzo</b>																																																																																													
$\alpha_{cc}$		0,85																																																																																											
$\gamma_c$		1,50																																																																																											
$f_{cd}$		16,60 N/mm <sup>2</sup>																																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm <sup>2</sup>	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																																										
<b>Acciaio</b>																																																																																													
$\gamma_s$		1,15																																																																																											
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																																																											
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																					
1_SLV	-	0,0	-1539,4	20939,94	-2596,94	1234,81	-1834,33	84%																																																																																					
<i>Sezione:</i>																																																																																													
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																																																																							
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>																																																																																							
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																																																							
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																							
				$\epsilon_{s,min}$	-4,09	%																																																																																							
				d	1227,00	mm																																																																																							
				x	96,63	mm																																																																																							
x/d	0,08																																																																																												
<i>Dominio M-N</i>																																																																																													
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>-</td> <td>0,0</td> <td>-1539,4</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="3"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]				1_SLV	-	0,0	-1539,4																																																																									
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																						
				1_SLV	-	0,0	-1539,4																																																																																						

18.5.2.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

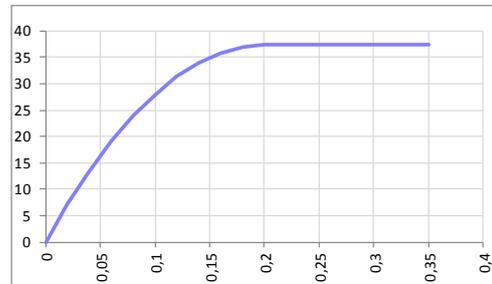
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-456,1	Msd<Mf	0,300	-700,00	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	0,0	-379,5	-1,85	84,29	-21,02	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	-456,1	-2,22	101,31	-25,26	Sezione parzializzata

### 18.5.3. Piedritto incastrato

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

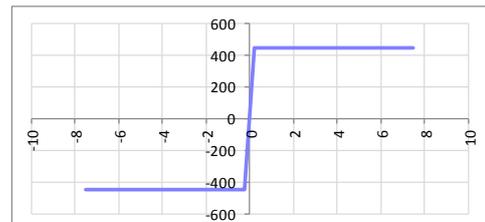
##### Calcestruzzo:

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



##### Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



##### Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,84	
n, lungo termine =	10,14 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

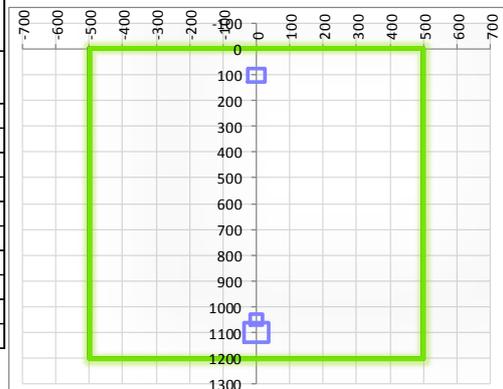
#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### Sezione:

B=	1000 mm
H=	1200 mm

##### Armature:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	26	101	2654,6458
2	10	26	1099	5309,2916
3	5	20	1050	1570,7963
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



##### Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	1122	1570,7963



18.5.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1200 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		5	26	101	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	101 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	391,18 kN
Taglio	$V_{Ed}$	731,51 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1099 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,33 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	454,29 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>454,29 kN</b>
Verifica		<b>1,61 E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	565,49 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,015402
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,015402
Resistenza a taglio per rottura delle armature	<b><math>V_{rds}</math></b>	<b>1094,33 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	<b><math>V_{rcd}</math></b>	<b>5314,18 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>1094,33 kN</b>
Verifica		<b>0,67 Verifica soddisfatta</b>

18.5.3.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	308,5	844,1	Msd<Mf	0,200	931,19	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	325,7	622,3	-3,29	73,80	-38,01	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	318,3	1013,1	-5,23	133,34	-58,97	Sezione parzializzata



18.5.4.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

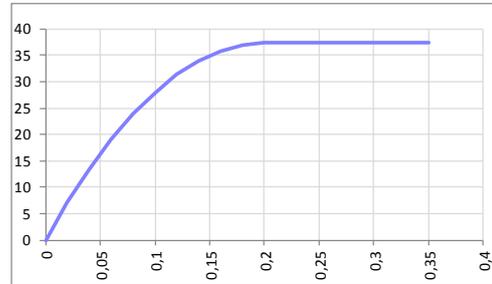
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	-	239,4	-447,4	Msd<Mf	0,200	-813,83	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	-	197,5	-280,8	-1,99	69,89	-20,72	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	-	239,4	-447,4	-3,17	123,91	-31,83	Sezione parzializzata

18.5.5. **Puntone**

**CARATTERISTICHE MATERIALI**

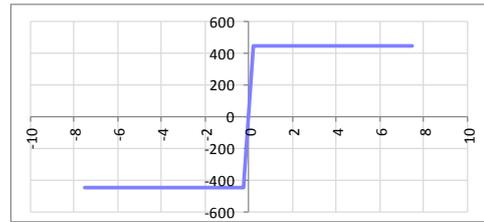
**Calcestruzzo:**

Classe	C35/45
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



**Acciaio:**

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



**Coefficiente di omogeneizzazione:**

n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	1,92	
n, lungo termine =	10,55 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

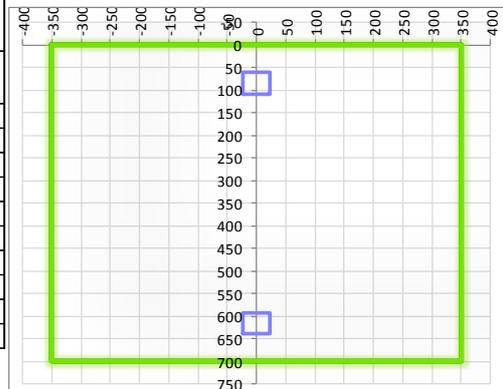
**CARATTERISTICHE SEZIONE**

**Sezione:**

B=	700 mm
H=	700 mm

**Armature:**

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	24	84	2261,9467
2	5	24	616	2261,9467
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



**Armatura di ripartizione:**

Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	12	66	565,48668
inferiore	5	12	634	565,48668

18.5.5.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																					
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$	0,85																																																				
$\gamma_c$	1,50																																																				
$f_{cd}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																				
$f_{ct,eff}$	2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																			
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$	1,15																																																				
$f_{yd}$	391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																				
$\epsilon_{yd}$	0,196 %																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
1_SLV	-	1316,6	858,6	12141,07	-1770,22	866,46	-866,46	99%																																													
<b>Sezione:</b>																																																					
				<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-1,26	%																																															
				d	616,00	mm																																															
				x	134,20	mm																																															
x/d	0,22																																																				
<b>Dominio M-N</b>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>-</td> <td>1316,6</td> <td>858,6</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	1_SLV	-	1316,6	858,6																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
				1_SLV	-	1316,6	858,6																																														

18.5.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	700 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	24	84	2262
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2262 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	84 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	182,22 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,52%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	181,41 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>218,98 kN</b>
Verifica		<b>0,83</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

18.5.5.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	1412,9	352,4	Msd<Mf	0,200	377,54	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	1_QP	-	1249,7	199,0	-5,10	0,02	-66,12	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	1412,9	352,4	-8,35	48,97	-101,49	Sezione parzializzata	

18.5.5.4. Verifiche a punzonamento

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

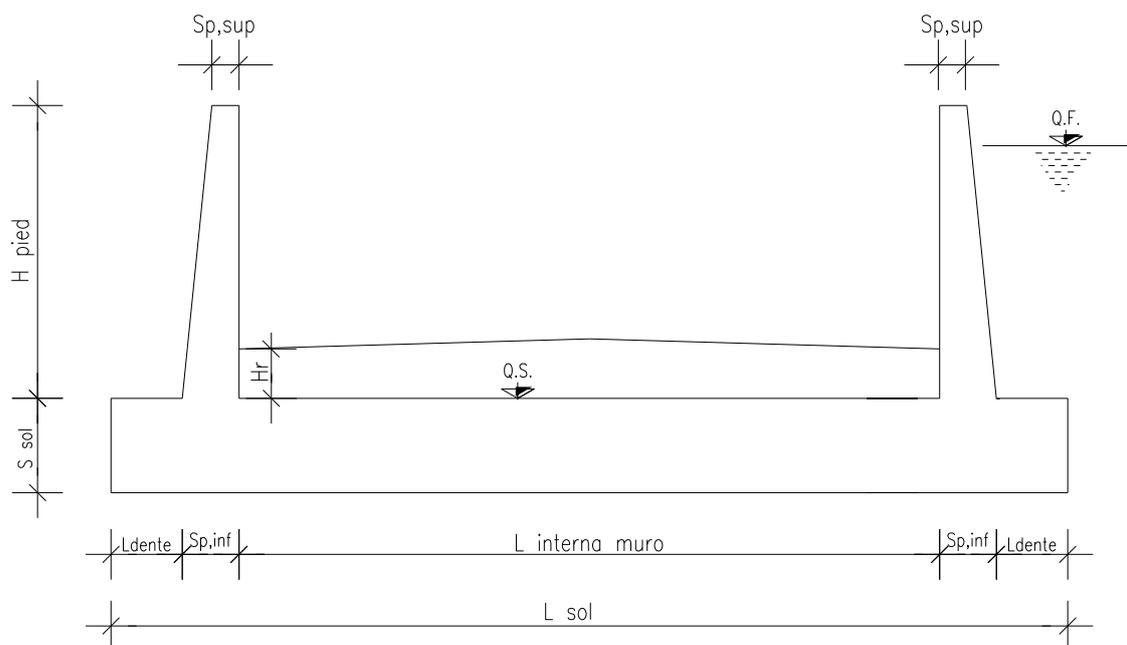
GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	12069 mm			
Altezza	h	820 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		32	26	101	16990
strato2		32	20	78	10053
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	27043 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	92,44981413 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	1705,38 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	727,5501859 mm
Coefficiente	k	1,52
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,31%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,40 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	3534,80 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	3625,74 kN
Verifica		0,47 <b>Verifica soddisfatta</b>

## 19. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 13.31M

### 19.1. Geometria della struttura



#### Dimensioni geometriche trasversali:

- $L_{sol}$  = 15.29 m
- $S_{sol}$  = 1.30 m
- $L_{int,muro}$  = 12.89 m
- $L_{dente}$  = 0.00 m
- $H_{pied}$  = 13.31 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 1.20 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 19.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

Si riportano di seguito le pressioni statiche e sismiche esercitate sui piedritti dal terreno, dalla falda e dall'azione sismica, per i casi di carico fondamentali.

z [m]	$\sigma_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_w$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta\sigma_{idr}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_h$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$f_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	34,884	0,000	2,080	1,040
0,666	13,310	13,310	6,655	0,000	10,000	34,884	0,000	2,392	1,196
1,331	26,620	26,620	13,310	0,000	10,000	34,884	0,000	2,704	1,352
1,997	39,930	39,930	19,965	0,000	10,000	34,884	0,000	3,016	1,508
2,662	53,240	53,240	26,620	0,000	10,000	34,884	0,000	3,327	1,664
3,328	66,550	66,550	33,275	0,000	10,000	34,884	0,000	3,639	1,820
3,993	79,860	79,860	39,930	0,000	10,000	34,884	0,000	3,951	1,976
4,659	93,170	93,170	46,585	0,000	10,000	34,884	0,000	4,263	2,132
5,324	106,480	106,480	53,240	0,000	10,000	34,884	0,000	4,575	2,288
5,990	119,790	119,790	59,895	0,000	10,000	34,884	0,000	4,887	2,444
6,655	133,100	133,100	66,550	0,000	10,000	34,884	0,000	5,199	2,600
7,321	146,410	146,410	73,205	0,000	10,000	34,884	0,000	5,511	2,756
7,986	159,720	159,720	79,860	0,000	10,000	34,884	0,000	5,823	2,912
8,652	173,030	173,030	86,515	0,000	10,000	34,884	0,000	6,135	3,068
9,317	186,340	186,340	93,170	0,000	10,000	34,884	0,000	6,447	3,223
9,983	199,650	199,650	99,825	0,000	10,000	34,884	0,000	6,759	3,379
10,648	212,960	212,960	106,480	0,000	10,000	34,884	0,000	7,071	3,535
11,314	226,270	226,270	113,135	0,000	10,000	34,884	0,000	7,383	3,691
11,979	239,580	239,580	119,790	0,000	10,000	34,884	0,000	7,695	3,847
12,645	252,890	252,890	126,445	0,000	10,000	34,884	0,000	8,007	4,003
13,310	266,200	266,200	133,100	0,000	10,000	34,884	0,000	8,319	4,159
13,635	272,700	272,700	136,350	0,000	10,000	34,884	0,000	8,471	4,236
13,960	279,200	279,200	139,600	0,000	10,000	34,884	0,000	8,623	4,312

Dove la coordinata verticale z è positiva verso il basso con l'origine posta in sommità al piedritto.

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

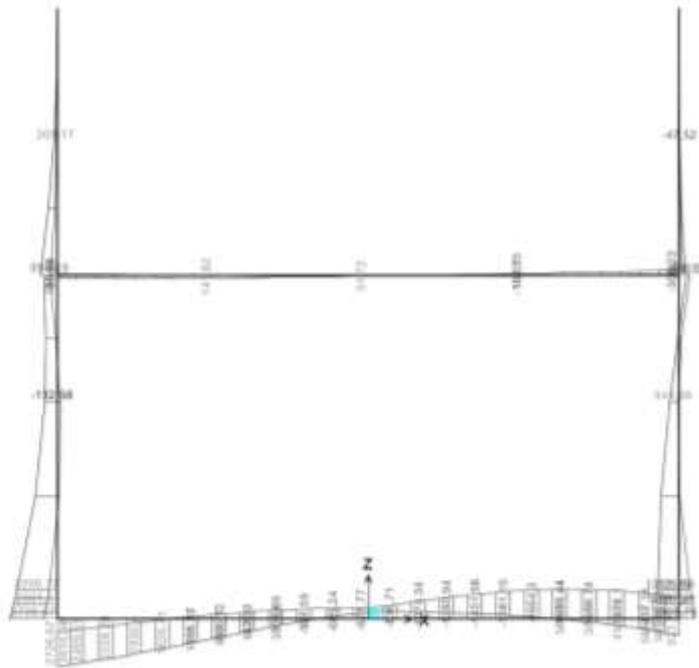
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
198 di 249

### 19.3. Diagrammi di involucro SLU-SLV

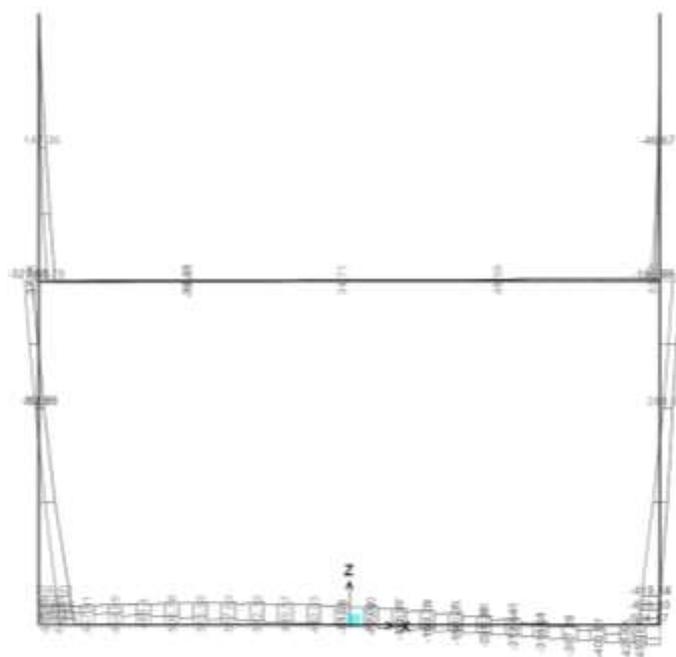
#### 19.3.1. Momento flettente



Click on any Frame Element for detailed diagram

100% 1/19/14

#### 19.3.2. Taglio



Click on any Frame Element for detailed diagram

100% 1/19/14

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

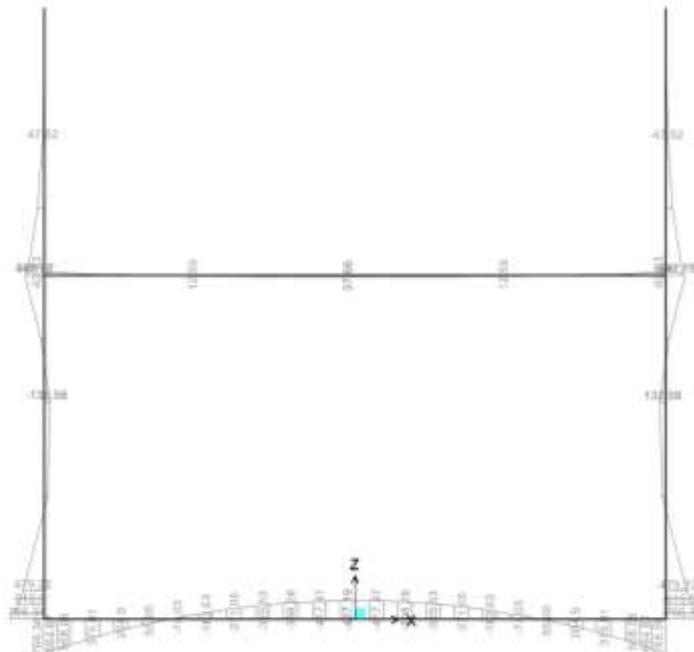
Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
199 di 249

## 19.4. Diagrammi di inviluppo SLE

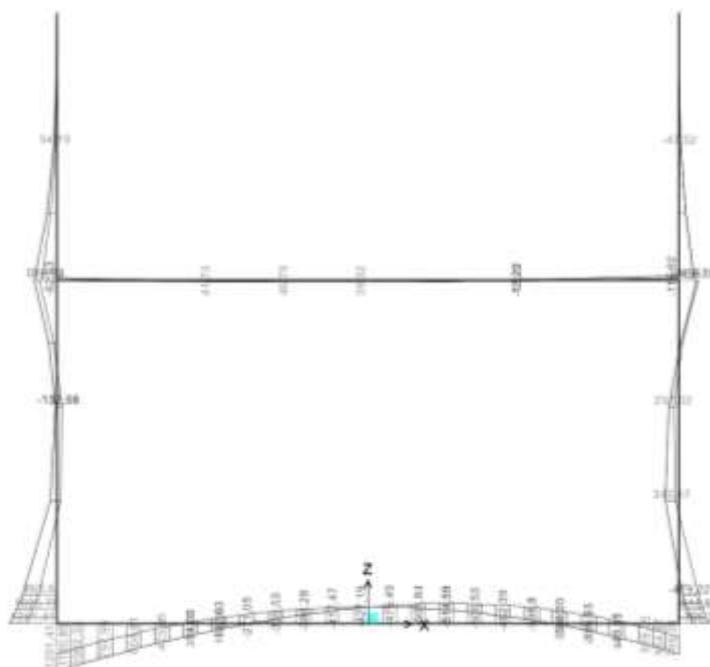
### 19.4.1. Momento flettente – Combinazione Quasi Permanente



Click on any Frame Element for detailed diagram

GLOBAL - EN 1992

### 19.4.2. Momento flettente – Combinazione Caratteristica



Click on any Frame Element for detailed diagram

GLOBAL - EN 1992

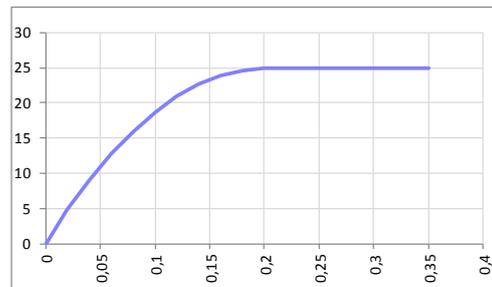
## 19.5. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

### 19.5.1. Soletta incastro

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

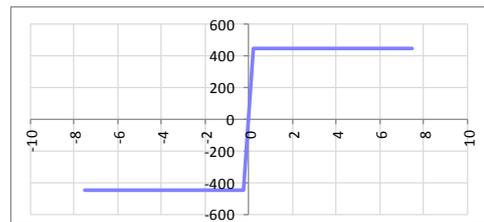
##### Calcestruzzo:

Classe	C25/30
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



##### Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_t/f_y)_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



##### Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	2,09	
n, lungo termine =	12,65 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

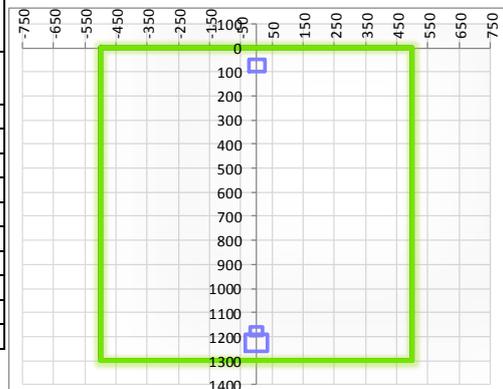
#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### Sezione:

B=	1000 mm
H=	1300 mm

##### Armature:

Pos.	n° barre	ø mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	26	73	2654,6458
2	10	26	1227	5309,2916
3	5	20	1178	1570,7963
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



##### Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	ø mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1250	1570,7963



## 19.5.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1300 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		5	26	73	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	73 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLV
Frame		8
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	517,63 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1227 mm
Coefficiente	k	1,40
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,22%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,29 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	356,40 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>362,32 kN</b>
Verifica		1,43 <b>E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	10 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	14,11 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	261,54 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	565,07 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	3895,42 kN
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>565,07 kN</b>
Verifica		0,92 <b>Verifica soddisfatta</b>

19.5.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Ordinarie</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	2	0,0	1002,3	0,160	0,300	778,99	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	1_QP	1	0,0	664,9	-2,71	89,33	-32,88	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	1	0,0	1100,9	-4,48	147,90	-54,44	Sezione parzializzata	

19.5.2. Soletta mezzeria

19.5.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																																						
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																						
<b>Calcestruzzo</b>																																																																																						
$\alpha_{cc}$		0,85																																																																																				
$\gamma_c$		1,50																																																																																				
$f_{cd}$		16,60 N/mm <sup>2</sup>																																																																																				
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																			
<b>Acciaio</b>																																																																																						
$\gamma_s$		1,15																																																																																				
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																																																				
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																						
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																														
1_SLV	19	0,0	-1695,4	20939,94	-2596,94	1234,81	-1834,33	92%																																																																														
<u>Sezione:</u>																																																																																						
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																																																																
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm <sup>2</sup>																																																																																
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																																																
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																
				$\epsilon_{s,min}$	-4,09	%																																																																																
				d	1227,00	mm																																																																																
				x	96,63	mm																																																																																
x/d	0,08																																																																																					
<u>Dominio M-N</u>																																																																																						
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>19</td> <td>0,0</td> <td>-1695,4</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="3"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]				1_SLV	19	0,0	-1695,4																																																																		
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																															
				1_SLV	19	0,0	-1695,4																																																																															

19.5.2.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Ordinarie</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	15	0,0	-514,6	Msd<Mf	0,300	-700,00	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	1_QP	11	0,0	-427,2	-2,08	94,89	-23,66	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	15	0,0	-514,6	-2,50	114,31	-28,50	Sezione parzializzata	

### 19.5.3. Piedritto incastro

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
<b>Calcestruzzo:</b>																																																								
Classe	C35/45																																																							
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{c2}$	0,200 %																																																							
$\epsilon_{c3}$	0,175 %																																																							
$\epsilon_{c4}$	0,070 %																																																							
$\epsilon_{cu}$	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
<b>Acciaio:</b>																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_t/f_y)_k$	1																																																							
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{su}$	7,500 %																																																							
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>																																																								
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$																																																							
umidità relativa	75 %																																																							
giorno app. carico	15 giorni																																																							
periodo lungo termine	50 anni																																																							
coefficiente di viscosità	1,84																																																							
n, lungo termine =	10,14 = $E_s/E_{cm}$																																																							
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine																																																							
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine																																																							
CARATTERISTICHE SEZIONE																																																								
<b>Sezione:</b>																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1200 mm																																																							
<b>Armature:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>26</td> <td>101</td> <td>2654,6458</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> <td>26</td> <td>1099</td> <td>5309,2916</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>1050</td> <td>1570,7963</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	1	5	26	101	2654,6458	2	10	26	1099	5309,2916	3	5	20	1050	1570,7963	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
1	5	26	101	2654,6458																																																				
2	10	26	1099	5309,2916																																																				
3	5	20	1050	1570,7963																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
<b>Armatura di ripartizione:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>superiore</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>78</td> <td>1570,7963</td> </tr> <tr> <td>inferiore</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>1122</td> <td>1570,7963</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	superiore	5	20	78	1570,7963	inferiore	5	20	1122	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
superiore	5	20	78	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	1122	1570,7963																																																				



19.5.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1200 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	26	101	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	101 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU
Frame		25
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	403,75 kN
Taglio	$V_{Ed}$	706,62 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1099 mm
Coefficiente	k	1,43
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,34 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	456,02 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>456,02 kN</b>
Verifica		<b>1,55</b> <i>E' necessario prevedere armatura a taglio</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

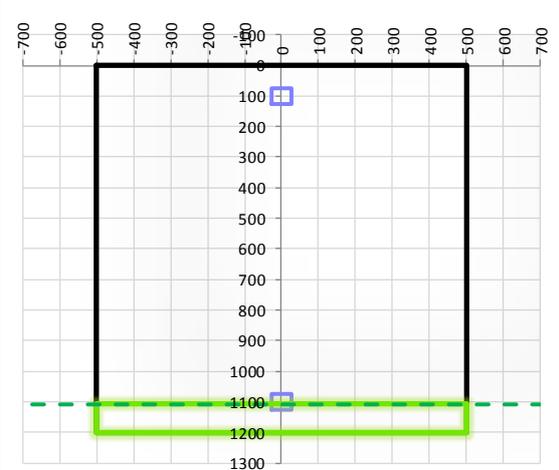
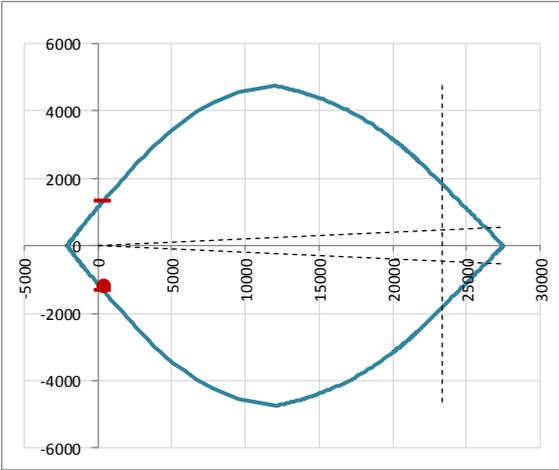
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	565,49 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0,015896921
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1,015896921
Resistenza a taglio per rottura delle armature	<b><math>V_{rds}</math></b>	<b>1094,33 kN</b>
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	<b><math>V_{rcd}</math></b>	<b>5316,77 kN</b>
<b>Resistenza al taglio</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>1094,33 kN</b>
Verifica		<b>0,65</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

19.5.3.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	25	318,9	865,6	Msd<Mf	0,200	933,57	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	27	336,4	615,6	-3,26	72,14	-37,79	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	27	328,6	1025,8	-5,30	134,60	-59,80	Sezione parzializzata

19.5.4. Piedritto mezzeria

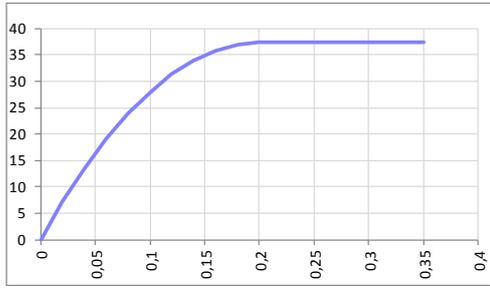
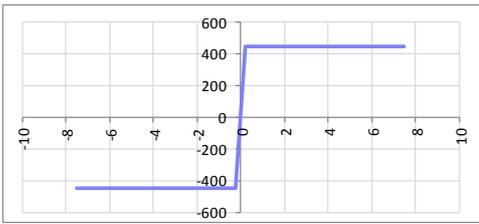
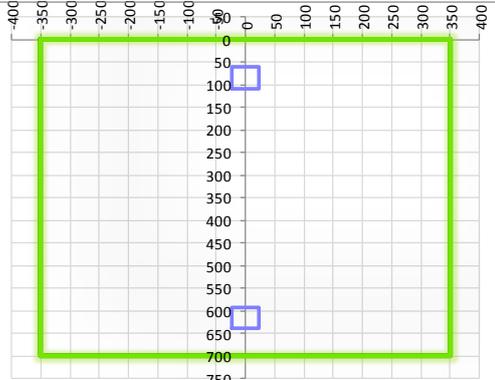
19.5.4.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																																						
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																						
<b>Calcestruzzo</b>																																																																																						
$\alpha_{cc}$		0,85																																																																																				
$\gamma_c$		1,50																																																																																				
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																																																				
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																			
<b>Acciaio</b>																																																																																						
$\gamma_s$		1,15																																																																																				
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																																																				
$\epsilon_{yd}$		0,196 %																																																																																				
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																						
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																														
1_SLV	30	402,8	-1209,8	27475,55	-2077,55	1337,09	-1337,09	90%																																																																														
<u>Sezione:</u>																																																																																						
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Inferiori</i>																																																																																
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																																																																
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																																																
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																
				$\epsilon_{s,min}$	-3,78	%																																																																																
				d	1099,00	mm																																																																																
				x	93,21	mm																																																																																
x/d	0,08																																																																																					
<u>Dominio M-N</u>																																																																																						
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>1_SLV</td> <td>30</td> <td>402,8</td> <td>-1209,8</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td colspan="3"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]				1_SLV	30	402,8	-1209,8																																																																		
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																															
				1_SLV	30	402,8	-1209,8																																																																															

19.5.4.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	2_CAR	30	270,2	-342,7	Msd<Mf	0,200	-820,40	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	1_QP	30	197,4	-132,6	-0,90	17,61	-10,68	Sezione parzializzata
Caratteristica	2_CAR	30	270,2	-342,7	-2,43	80,51	-25,68	Sezione parzializzata

19.5.5. Puntone

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
<b>Calcestruzzo:</b>																																																								
Classe	C35/45																																																							
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{c2}$	0,200 %																																																							
$\epsilon_{c3}$	0,175 %																																																							
$\epsilon_{c4}$	0,070 %																																																							
$\epsilon_{cu}$	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
																																																								
<b>Acciaio:</b>																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_t/f_{yk})_k$	1																																																							
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>																																																							
$\epsilon_{su}$	7,500 %																																																							
																																																								
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>																																																								
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$																																																							
umidità relativa	75 %																																																							
giorno app. carico	15 giorni																																																							
periodo lungo termine	50 anni																																																							
coefficiente di viscosità	1,92																																																							
n, lungo termine =	10,55 = $E_s/E_{cm}$																																																							
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine																																																							
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine																																																							
CARATTERISTICHE SEZIONE																																																								
<b>Sezione:</b>																																																								
B=	700 mm																																																							
H=	700 mm																																																							
<b>Armature:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>24</td> <td>84</td> <td>2261,9467</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>24</td> <td>616</td> <td>2261,9467</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	1	5	24	84	2261,9467	2	5	24	616	2261,9467	3				0	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
1	5	24	84	2261,9467																																																				
2	5	24	616	2261,9467																																																				
3				0																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
<b>Armatura di ripartizione:</b>																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y<sub>i</sub> mm</th> <th>As mm<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>superiore</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>66</td> <td>565,48668</td> </tr> <tr> <td>inferiore</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>634</td> <td>565,48668</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>	superiore	5	12	66	565,48668	inferiore	5	12	634	565,48668																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>																																																				
superiore	5	12	66	565,48668																																																				
inferiore	5	12	634	565,48668																																																				



19.5.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	700 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>coprifero in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	24	84	2262
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2262 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	84 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case	1_SLU	
Frame	-	
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	189,54 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,52%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	181,41 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>218,98 kN</b>
Verifica		0,87 <i>Verifica soddisfatta</i>

19.5.5.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
CRITERI DI VERIFICA									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	1648,4	347,8	Msd<Mf	0,200	407,46	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	1_QP	-	1463,9	187,9	-5,27	-9,14	-69,58	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	1648,4	347,8	-8,35	27,73	-104,45	Sezione parzializzata	

19.5.5.4. Verifiche a punzonamento

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

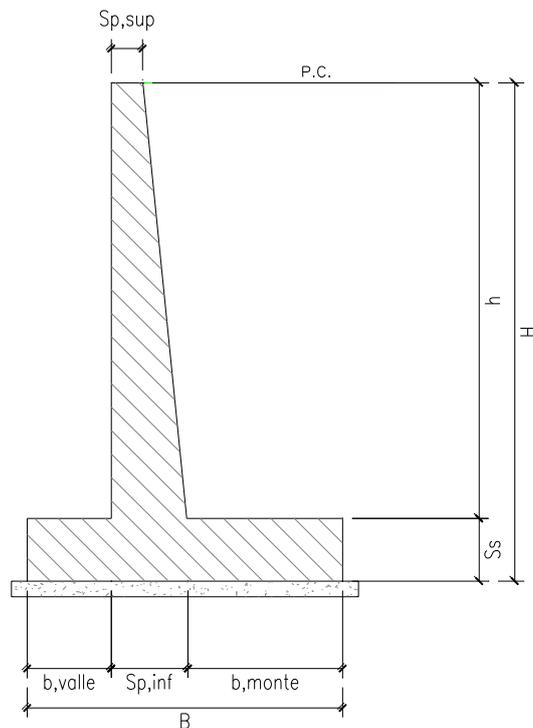
ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	13087 mm			
Altezza	h	910 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm <sup>2</sup> ]
strato1		32	26	101	16990
strato2		32	20	78	10053
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	27043 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	92,44981413 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		
Frame		
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	1986,78 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	817,5501859 mm
Coefficiente	k	1,49
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,25%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,39 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	4181,63 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	4181,63 kN
Verifica		0,48 <b>Verifica soddisfatta</b>

**20. MURO A MENSOLA - H = 3.26M****20.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 3.00 m
- $b_{monte}$  = 1.97 m
- $b_{valle}$  = 0.40 m
- h = 3.26 m
- H = 3.86 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 0.63 m
- $S_s$  = 0.60 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 20.2. Criteri di calcolo delle spinte sul muro

### 20.2.1. Spinta statica del terreno

La spinta delle terre è calcolata con la teoria di Coulomb, ricercando per tentativi il prisma di massima spinta, tenendo conto anche delle forze d'inerzia agenti sul prisma per effetto del sisma. Lo schema di calcolo è basato sull'ipotesi di fondazione rigida e superficie di rottura piana passante per il piede del muro.

La spinta statica dovuta alla presenza del terrapieno è data da:

$$S_{st} = \frac{1}{2} \times \gamma_t \times H^2 \times K_a$$

in cui:

$\gamma_t$  = peso specifico del terreno;

H = altezza del muro dalla base della fondazione;

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva valutato tramite la seguente espressione (Muller-Breslau):

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta \times \cos(\beta + \delta) \times \left( 1 + \left( \frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - i)}{\cos(\beta + \delta) \times \cos(\beta - i)} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^2}$$

avendo indicato con:

$\beta$  = angolo che il paramento interno forma con la verticale;

$\phi$  = angolo di attrito interno del terreno;

$\delta$  = angolo di attrito terra-muro;

i = inclinazione del terreno a tergo del muro.

Tale spinta è applicata a 1/3 H.

### 20.2.2. Spinta statica del sovraccarico a tergo della parete

La spinta statica sulla parete dovuta alla presenza del sovraccarico verticale Q è data da:

$$S_q = Q \times H \times K_a$$

Tale spinta è applicata a 1/2 H.

Per la struttura in esame si considera applicato un sovraccarico accidentale a tergo del muro pari a 20 kN/m<sup>2</sup>.

### 20.2.3. Spinta in presenza di sisma

Analogamente a quanto svolto e riportato per i muri ad U, per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “Analisi semplificata per le strutture di contenimento” come esplicitato al capitolo 4 “Criteri di definizione dell'azione sismica”.

La forza totale di progetto in assenza di falda è quindi pari a:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \times (1 \pm k_v) \times K \times H^2$$

Considerando che la spinta attiva è pari a:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma \times k_a \times H^2$$

si determina la sovra spinta sismica corrispondente, applicata come carico uniformemente distribuito sulla parete stessa.

Per quanto riguarda la risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma, viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \times a_{gh}$$

$$F_v = P \times a_{gv}$$

P = peso proprio;

$a_g$  = accelerazioni sismiche al suolo.

### 20.3. Criteri di verifica globale

#### 20.3.1. Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta S, dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Si esclude, a favore di sicurezza, il contributo stabilizzante dovuto all'eventuale presenza di un sovraccarico accidentale sulla suola di monte.

#### 20.3.2. Verifica a scorrimento

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_s}{F_r} \geq \eta_s$$

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

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

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

Si esclude, a favore di sicurezza, il contributo nelle forze resistenti dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro, ed il contributo stabilizzante dovuta ad una eventuale porzione di sovraccarico accidentale che insiste sullo sbalzo di monte della fondazione.

### 20.3.3. Verifica a carico limite

Per i criteri di verifica al carico limite si rimanda a quanto indicato in Rif. [1].

## 20.4. Combinazioni di carico

Per i valori dei coefficienti parziali per le azioni si fa riferimento alla Tab. 6.2.I delle N.T.C., per i coefficienti  $\Psi$  per le azioni variabili si fa riferimento ai valori dello Schema 1 della Tab. 5.1.V delle N.T.C.:

Coeff. di combinazione:  $\Psi_0 = 0,75$        $\Psi_1 = 0,75$        $\Psi_2 = 0,00$

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici sono ricavati dalla tabella 6.2.II delle N.T.C., mentre i coefficienti parziali sulle resistenze sono ricavati dalla Tabella 6.5.I delle N.T.C.

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Carico
1	Peso cuneo di spinta
2	Peso zavorra
3	Peso proprio muro
4	Sovraccarico accidentale
5	Azioni sismiche – $k_v > 0$
6	Azioni sismiche – $k_v < 0$

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle tabelle sotto riportate indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la combinazione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.

### 20.4.1. Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 1

Si riportano di seguito tutte le combinazioni di carico corrispondenti all'Approccio 1 Combinazione 1; congruamente a questo approccio, le spinte delle terre sono considerate applicando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici M1, ed in particolare il coefficiente  $\gamma_\phi = 1.00$  sull'angolo d'attrito, a cui corrisponde un coefficiente di spinta attiva  $k_{a,M2} = 0.271$ .

Combinazione			Peso cuneo di spinta	Peso zavorra	Peso proprio muro	Sovraccarico accidentale	Sisma ( $k_v > 0$ )	Sisma ( $k_v < 0$ )
			1	2	3	4	5	6
1	SLU	STR	1.3	1	1	1.5	0	0
2	SLU	STR	1.3	1	1.3	1.5	0	0
3	SLV	STR	1	1	1	0	1	0
4	SLV	STR	1	1	1	0	0	1

### 20.4.2. Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 2

Si riportano di seguito tutte le combinazioni di carico corrispondenti all'Approccio 1 Combinazione 2; congruamente a questo approccio, le spinte delle terre sono considerate applicando i coefficienti parziali per i parametri geotecnici M2, ed in particolare il coefficiente  $\gamma_\phi = 1.25$  sull'angolo d'attrito, a cui corrisponde un coefficiente di spinta attiva  $k_{a,M2} = 0.343$ .

Combinazione			Peso cuneo di spinta	Peso zavorra	Peso proprio muro	Sovraccarico accidentale	Sisma ( $k_v > 0$ )	Sisma ( $k_v < 0$ )
			1	2	3	4	5	6
1	SLU	EQU	1.1	0.9	0.9	1.5	0	0
2	SLU	GEO	1	1	1	1.3	0	0
3	SLV	GEO	1	1	1	0	1	0
4	SLV	GEO	1	1	1	0	0	1

### 20.4.3. Combinazioni SLE

Combinazione			Peso cuneo di spinta	Peso zavorra	Peso proprio muro	Sovraccarico accidentale	Sisma ( $k > 0$ )	Sisma ( $k < 0$ )
			1	2	3	4	5	6
1	SLE	QP	1	1	1	0	0	0
2	SLE	FR	1	1	1	0.75	0	0
3	SLE	CAR	1	1	1	1	0	0

**20.5. Calcolo delle sollecitazioni**

**20.5.1. Approccio 1 – Combinazione 1**

Titolo :

Altezza paraghiaia (m) h1  Angolo attrito interno  $\phi^{\circ}$    
 Spessore paraghiaia (m) s1  Ang. attrito terra-muro  $\delta^{\circ}$    
 Inclinazione parete (%) i  Ang. attrito fondazione  $\phi_f^{\circ}$    
 Altezza parete (m) h2  Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$    
 Spessore in testa (m) s2  Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$    
 Spessore alla base (m) s3  Dati Sisma  $K_v$    $K_h$    
 Altezza fondazione (m) h3  N° lati terreno   
 Sbalzo fond. contro terra L1   
 Larghezza totale fond. L2

Impalcato  
 Ni  dN   
 Vi  kN

Lato 1	Lungh.	Dislivello	q
	10	0	20

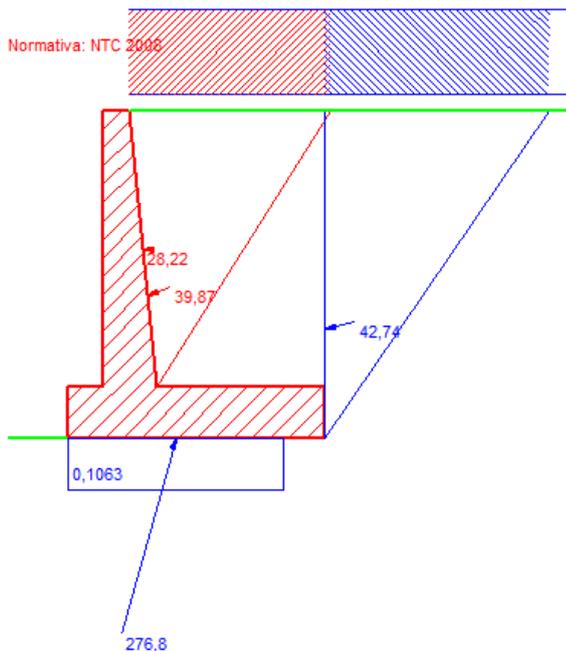
**Parete**

St  kN  
 Sq  kN  
 Ss  kN  
 Si  kN  
 M  kNm  
 N  kN  
 V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento		Scorrimento		Schiacciamento	
St	<input type="text" value="36,92"/> ?3	St	<input type="text" value="47,99"/> ?1	St	<input type="text" value="47,99"/> ?1
Sq	<input type="text" value="0"/>	Sq	<input type="text" value="28,69"/>	Sq	<input type="text" value="28,69"/>
Ss	<input type="text" value="5,824"/>	Ss	<input type="text" value="0"/>	Ss	<input type="text" value="0"/>
Si	<input type="text" value="19,00"/>	Si	<input type="text" value="0"/>	Si	<input type="text" value="0"/>
Mr	<input type="text" value="54,74"/>	V	<input type="text" value="74,07"/>	M	<input type="text" value="65,53"/>
Ms	<input type="text" value="345,1"/>	N	<input type="text" value="241,8"/>	N	<input type="text" value="266,7"/>
Ms/Mr	<input type="text" value="6,304"/>	c. scor.	<input type="text" value="2,286"/>	V	<input type="text" value="74,07"/>

Sbalzi Fondazione  
 M valle   
 M monte   
 $\sigma_{t, valle}$   MPa  
 $\sigma_{t, monte}$    
 % comp.



Dati  
 $\phi = 35^{\circ}$   
 $\delta = 15^{\circ}$   
 $\phi_f = 35^{\circ}$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $k_h = 0,0856$ ;  $k_v = 0,0428$   
 Ni = 0  
 dN = 0  
 Vi = 0  
 Vi = 0

Sollecitazioni Parete  
 St = 39,87  
 Sq = 28,22  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 81,82  
 N = 61,98  
 V = 63,69

Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento  
 St = 36,92  
 Sq = 0  
 Ss = 5,824  
 Si = 19,00  
 Mr = 54,74

Verifiche Fondazione  
 Sicurezza ribaltamento = 6,304  
 Sicurezza scorrimento = 2,286  
 M = 65,53  
 N = 266,7  
 $\sigma_{t, valle} = 0,1063$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 7,305  
 M sbalzo monte = 38,27

20.5.2. Appoggio 1 – Combinazione 2

Titolo :

Altezza paraghiaia (m) h1  Angolo attrito interno  $\phi^o$    
 Spessore paraghiaia (m) s1  Ang. attrito terra-muro  $\delta^o$    
 Inclinazione parete (%) i  Ang. attrito fondazione  $\phi_f^o$    
 Altezza parete (m) h2  Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$    
 Spessore in testa (m) s2  Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$    
 Spessore alla base (m) s3  Dati Sisma  $K_v$    $K_h$    
 Altezza fondazione (m) h3  N° lati terreno   
 Sbalzo fond. contro terra L1   
 Larghezza totale fond. L2

Impalcato  
 Ni  dN   
 Vi  kN

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	20

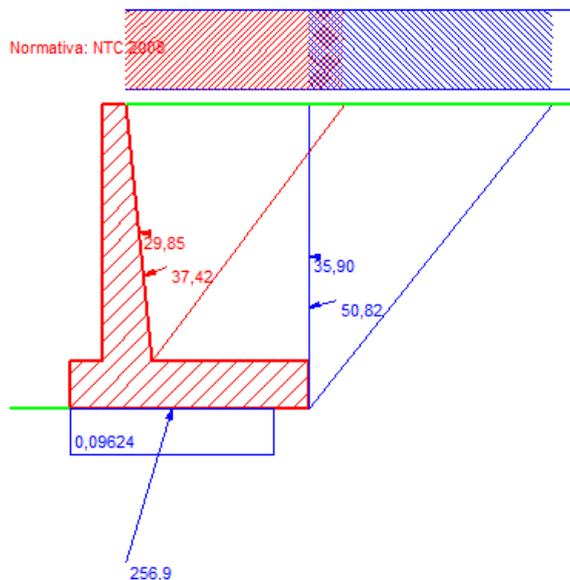
**Parete**

St  kN  
 Sq  kN  
 Ss  kN  
 Si  kN  
 M  kNm  
 N  kN  
 V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento		Scorrimento		Schiacciamento	
St	<input type="text" value="50,82"/> ?1	St	<input type="text" value="46,20"/> ?3	St	<input type="text" value="46,20"/> ?2
Sq	<input type="text" value="35,90"/>	Sq	<input type="text" value="0"/>	Sq	<input type="text" value="0"/>
Ss	<input type="text" value="0"/>	Ss	<input type="text" value="6,559"/>	Ss	<input type="text" value="10,44"/>
Si	<input type="text" value="0"/>	Si	<input type="text" value="19,00"/>	Si	<input type="text" value="19,00"/>
Mr	<input type="text" value="62,76"/>	V	<input type="text" value="69,96"/>	M	<input type="text" value="54,47"/>
Ms	<input type="text" value="324,5"/>	N	<input type="text" value="226,1"/>	N	<input type="text" value="246,1"/>
Ms/Mr	<input type="text" value="5,170"/>	c. scor.	<input type="text" value="1,811"/>	V	<input type="text" value="73,71"/>

Sbalzi Fondazione  
 M valle   
 M monte   
 $\sigma_{t, valle}$   MPa  
 $\sigma_{t, monte}$    
 % comp.



Normativa: NTC 2008

**Dati**  
 $\phi = 35^\circ$   
 $\delta = 15^\circ$   
 $\phi_f = 35^\circ$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $k_h = 0,0856$ ;  $k_v = 0,0428$   
 $N_i = 0$   
 $dN = 0$   
 $V_i = 0$   
 $V_i = 0$

**Sollecitazioni Parete**  
 St = 37,42  
 Sq = 29,85  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 81,90  
 N = 61,69  
 V = 62,92

**Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento**  
 St = 50,82  
 Sq = 35,90  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 Mr = 62,76

**Verifiche Fondazione**  
 Sicurezza ribaltamento = 5,170  
 Sicurezza scorrimento = 1,811  
 M = 54,47  
 N = 246,1  
 $\sigma_{t, valle} = 0,09624$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 6,499  
 M sbalzo monte = 42,21

20.5.3. *Combinazione Quasi Permanente*

**Titolo :**

**Altezza paraghiaia (m)** h1  **Angolo attrito interno**  $\varphi^o$

**Spessore paraghiaia (m)** s1  **Ang. attrito terra-muro**  $\delta^o$

**Inclinazione parete (%)** i  **Ang. attrito fondazione**  $\varphi_f^o$

**Altezza parete (m)** h2  **Peso spec. terre [kN/m3]**  $\gamma_t$

**Spessore in testa (m)** s2  **Peso spec. muro [kN/m3]**  $\gamma_m$

**Spessore alla base (m)** s3  **Grado di sismicit ** S

**Altezza fondazione (m)** h3  **N\* lati terreno**

**Sbalzo fond. contro terra** L1

**Larghezza totale fond.** L2  **Calcolo** **Visualizza**

**Impalcato**

Ni  dN

Vi  kN

**Zoom** 

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	0

**Parete**

St  kN

Sq  kN

Ss  kN

Si  kN

M  kNm

N  kN

V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento	Scorrimento	Schiacciamento
St <input type="text" value="36.92"/>	St <input type="text" value="36.92"/>	St <input type="text" value="36.92"/>
Sq <input type="text" value="0"/>	Sq <input type="text" value="0"/>	Sq <input type="text" value="0"/>
Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>
Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>
Mr <input type="text" value="17.22"/>	V <input type="text" value="35.66"/>	M <input type="text" value="3.989"/>
Ms <input type="text" value="360.5"/>	N <input type="text" value="231.5"/>	N <input type="text" value="231.5"/>
Ms/Mr <input type="text" value="20.94"/>	c. scor. <input type="text" value="4.546"/>	V <input type="text" value="35.66"/>

**Sbalzi Fondazione**

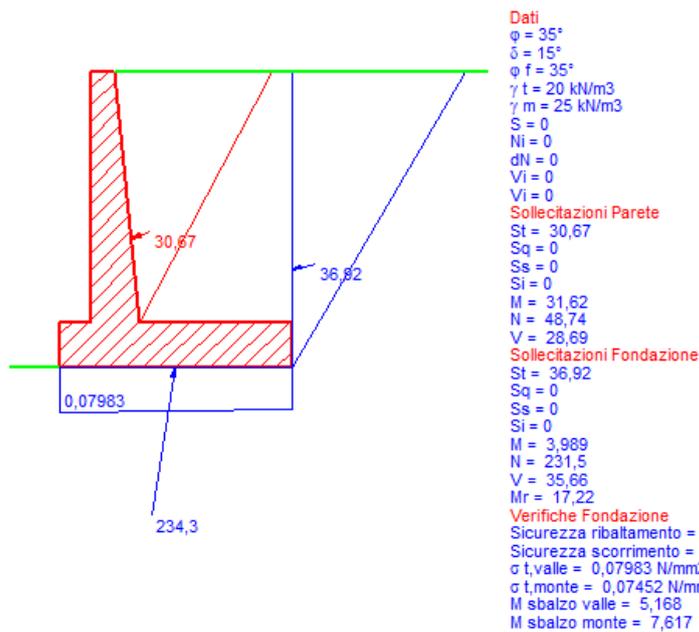
M valle

M monte

$\sigma_{t, valle}$   MPa

$\sigma_{t, monte}$

% comp.



20.5.4. Combinazione Caratteristica

Titolo :

Altezza paraghiaia (m) h1  Angolo attrito interno  $\phi^o$

Spessore paraghiaia (m) s1  Ang. attrito terra-muro  $\delta^o$

Inclinazione parete (%) i  Ang. attrito fondazione  $\phi_f^o$

Altezza parete (m) h2  Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$

Spessore in testa (m) s2  Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$

Spessore alla base (m) s3  Grado di sismicit   $S$

Altezza fondazione (m) h3  N° lati terreno

Sbalzo fond. contro terra L1

Larghezza totale fond. L2

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	20

**Parete**

St  kN

Sq  kN

Ss  kN

Si  kN

M  kNm

N  kN

V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento	Scorrimento	Schiacciamento
St <input type="text" value="36,92"/>	St <input type="text" value="36,92"/>	St <input type="text" value="36,92"/>
Sq <input type="text" value="19,13"/>	Sq <input type="text" value="19,13"/>	Sq <input type="text" value="19,13"/>
Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>
Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>
Mr <input type="text" value="38,02"/>	V <input type="text" value="54,13"/>	M <input type="text" value="32,22"/>
Ms <input type="text" value="360,5"/>	N <input type="text" value="236,5"/>	N <input type="text" value="236,5"/>
Ms/Mr <input type="text" value="9,482"/>	c. scor. <input type="text" value="3,059"/>	V <input type="text" value="54,13"/>

**Sbalzi Fondazione**

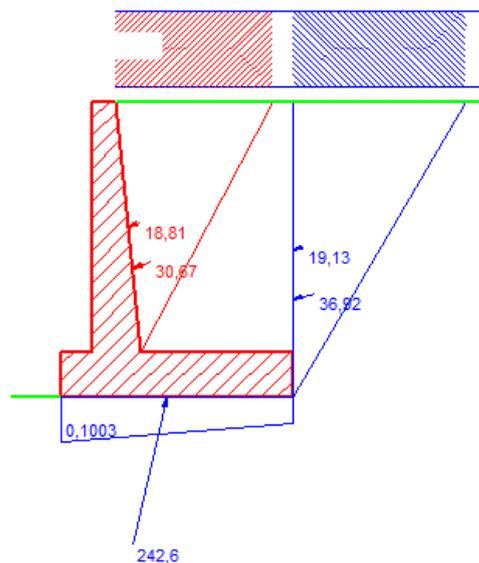
M valle

M monte

$\sigma_{t, valle}$   MPa

$\sigma_{t, monte}$

% comp.



**Dati**

$\phi = 35^\circ$   
 $\delta = 15^\circ$   
 $\phi_f = 35^\circ$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $S = 0$   
 $N_i = 0$   
 $dN = 0$   
 $V_i = 0$   
 $V_f = 0$

**Sollecitazioni Parete**

St = 30,67  
 Sq = 18,81  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 59,30  
 N = 55,40  
 V = 46,29

**Sollecitazioni Fondazione**

St = 36,92  
 Sq = 19,13  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 32,22  
 N = 236,5  
 V = 54,13  
 Mr = 38,02

**Verifiche Fondazione**

Sicurezza ribaltamento = 9,482  
 Sicurezza scorrimento = 3,059  
 $\sigma_{t, valle} = 0,1003$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0,05734$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 6,672  
 M sbalzo monte = 24,95

## 20.6. Verifiche globali

### 20.6.1. Verifica a scorrimento

Con la condizione più gravosa dell'Approccio 1 – Comb. 2, per quanto riguarda lo scorrimento, si ottiene:

$$V = 69.96 \text{ kN}$$

$$N = 226.10 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 226.10 (\text{tg } 29.26^\circ) / 69.96 = 1.81 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

### 20.6.2. Verifica a ribaltamento

Con la condizione più gravosa dell'Approccio 1 – Comb. 2, per quanto riguarda il ribaltamento, si ha:

$$M_{r,d} = 62.76 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 324.50 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = 324.50 / 62.76 = 5.17 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

### 20.6.3. Verifica a capacità portante

Si riportano di seguito i carichi trasmessi in fondazione per la combinazione A2+M2:

$$N_{Sd} = 246.10 \text{ kN/m}$$

$$V_{Sd} = 73.71 \text{ kN/m}$$

$$M_{Sd} = 54.47 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica di capacità portante si rimanda allo specifico documento Rif. [1].

## 20.7. Verifiche di resistenza ultima

### 20.7.1. Fondazione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C25/30			
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cfm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_{yk})_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	2,16			
n, lungo termine =	13,08 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	600 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	16	60	1005,3096
2	5	16	540	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	12	46	565,48668
inferiore	5	12	554	565,48668



20.7.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	600 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>coprifero in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	60	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	60 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	36,52 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	540 mm
Coefficiente	k	1,61
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,19%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,36 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	192,41 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>192,41 kN</b>
Verifica		0,19 <i>Verifica soddisfatta</i>

20.7.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
$k_t =$	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
$k_1 =$	0,80	(0,8 = barre ad aderenza migliorata; 1,6 = barre lisce e trefoli)						
$k_3 =$	3,40	(valore raccomandato)						
$k_4 =$	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>MO - Mf</i>	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	-	-	0,0	25,0	Msd < Mf	0,300	140,25	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	-	-	0,0	7,6	-0,25	15,12	-1,67	Sezione parzializzata
Caratteristica	-	-	0,0	25,0	-0,82	49,49	-5,46	Sezione parzializzata

20.7.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogeneizzazione:</b>				
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,90			
n, lungo termine =	10,46 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	630 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	12	86	565,48668
2	5	16	542	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	12	74	565,48668
inferiore	5	12	556	565,48668



20.7.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Reisitenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

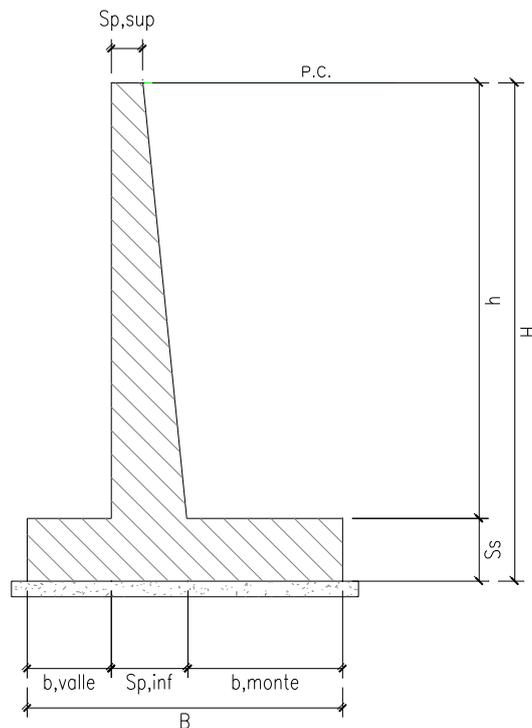
GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	630 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	88	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	88 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	61,98 kN
Taglio	$V_{Ed}$	63,69 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	542 mm
Coefficiente	k	1,61
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,19%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,10 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,44 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	244,28 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>244,28 kN</b>
Verifica		0,26 <i>Verifica soddisfatta</i>

20.7.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
$k_t =$	0,40	<i>(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)</i>						
$k_1 =$	0,80	<i>(0,8 = barre ad aderenza migliorata; 1,6 = barre lisce e trefoli)</i>						
$k_3 =$	3,40	<i>(valore raccomandato)</i>						
$k_4 =$	0,425	<i>(valore raccomandato)</i>						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>MO - Mf</i>	
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]	
Caratteristica	-	-	55,4	59,3	Msd < Mf	0,200	202,98	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$	
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	-	-	48,7	31,6	-1,06	38,56	-7,22	Sezione parzializzata
Caratteristica	-	-	55,4	59,3	-2,02	89,49	-11,34	Sezione parzializzata

**21. MURO A MENSOLA - H = 2.45M****21.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 2.40 m
- $b_{monte}$  = 1.55 m
- $b_{valle}$  = 0.40 m
- h = 2.45 m
- H = 2.95 m
- $S_{p,sup}$  = 0.30 m
- $S_{p,inf}$  = 0.55 m
- $S_s$  = 0.50 m

La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

## 21.2. Calcolo delle sollecitazioni

### 21.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1

Titolo : \_\_\_\_\_

Altezza paraghiaia (m) h1  Angolo attrito interno  $\varphi^{\circ}$    
 Spessore paraghiaia (m) s1  Ang. attrito terra-muro  $\delta^{\circ}$    
 Inclinazione parete (%) i  Ang. attrito fondazione  $\varphi_f^{\circ}$    
 Altezza parete (m) h2  Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$    
 Spessore in testa (m) s2  Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$    
 Spessore alla base (m) s3  Dati Sisma  $K_v$    $K_h$    
 Altezza fondazione (m) h3  N° lati terreno   
 Sbalzo fond. contro terra L1   
 Larghezza totale fond. L2

Impalcato  
 Ni  dN   
 Vi  kN

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	20

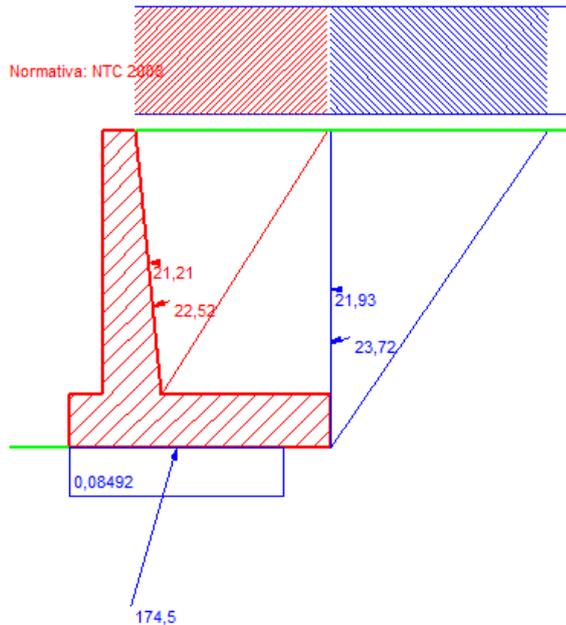
**Parete**

St  kN  
 Sq  kN  
 Ss  kN  
 Si  kN  
 M  kNm  
 N  kN  
 V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento		Scorrimento		Schiacciamento	
St	<input type="text" value="23,72"/> ?1	St	<input type="text" value="28,03"/> ?1	St	<input type="text" value="28,03"/> ?1
Sq	<input type="text" value="21,93"/>	Sq	<input type="text" value="21,93"/>	Sq	<input type="text" value="21,93"/>
Ss	<input type="text" value="0"/>	Ss	<input type="text" value="0"/>	Ss	<input type="text" value="0"/>
Si	<input type="text" value="0"/>	Si	<input type="text" value="0"/>	Si	<input type="text" value="0"/>
Mr	<input type="text" value="25,42"/>	V	<input type="text" value="48,25"/>	M	<input type="text" value="35,64"/>
Ms	<input type="text" value="159,8"/>	N	<input type="text" value="150,9"/>	N	<input type="text" value="167,7"/>
Ms/Mr	<input type="text" value="6,289"/>	c. scor.	<input type="text" value="2,190"/>	V	<input type="text" value="48,25"/>

Sbalzi Fondazione  
 M valle   
 M monte   
 $\sigma_{t, valle}$   MPa  
 $\sigma_{t, monte}$    
 % comp.



Dati  
 $\varphi = 35^{\circ}$   
 $\delta = 15^{\circ}$   
 $\varphi_f = 35^{\circ}$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $k_h = 0,0856; k_v = 0,0428$   
 Ni = 0  
 dN = 0  
 Vi = 0  
 Vi = 0

Sollecitazioni Parete  
 St = 22,52  
 Sq = 21,21  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 40,23  
 N = 41,50  
 V = 40,90

Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento  
 St = 23,72  
 Sq = 21,93  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 Mr = 25,42

Verifiche Fondazione  
 Sicurezza ribaltamento = 6,289  
 Sicurezza scorrimento = 2,190  
 M = 35,64  
 N = 167,7  
 $\sigma_{t, valle} = 0,08492$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 3,259  
 M sbalzo monte = 19,65

21.2.2. Appoggio 1 – Combinazione 2

**Titolo :**

**Altezza paraghiaia (m)** h1  **Angolo attrito interno**  $\phi^o$

**Spessore paraghiaia (m)** s1  **Ang. attrito terra-muro**  $\delta^o$

**Inclinazione parete (%)** i  **Ang. attrito fondazione**  $\phi_f^o$

**Altezza parete (m)** h2  **Peso spec. terre [kN/m3]**  $\gamma_t$

**Spessore in testa (m)** s2  **Peso spec. muro [kN/m3]**  $\gamma_m$

**Spessore alla base (m)** s3  **Dati Sisma**  $K_v$    $K_h$

**Altezza fondazione (m)** h3  **N° lati terreno**

**Sbalzo fond. contro terra** L1

**Larghezza totale fond.** L2  **Calcolo** **Visualizza**

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	20

**Impalcato**

Ni  dN

Vi  kN

**Zoom** 

**Parete**

St  kN

Sq  kN

Ss  kN

Si  kN

M  kNm

N  kN

V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento		Scorrimento		Schiacciamento	
St	29.68	St	26.98	St	26.98
Sq	27.44	Sq	23.78	Sq	23.78
Ss	0	Ss	0	Ss	0
Si	0	Si	0	Si	0
Mr	31.80	V	49.03	M	31.74
Ms	159.8	N	151.1	N	151.1
Ms/Mr	5.025	c. scor.	1.726	V	49.03

**Sbalzi Fondazione**

M valle

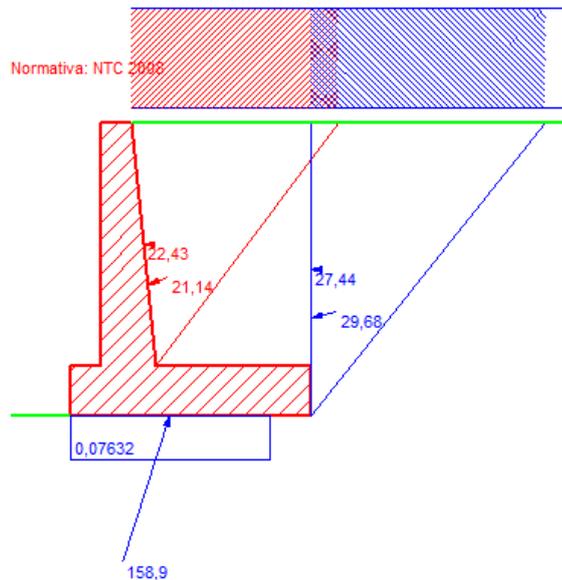
M monte

$\sigma_{t, valle}$   MPa

$\sigma_{t, monte}$

% comp.

Verifiche più gravose



**Dati**

$\phi = 35^\circ$   
 $\delta = 15^\circ$   
 $\phi_f = 35^\circ$   
 $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$   
 $\gamma_m = 25 \text{ kN/m}^3$   
 $k_h = 0,0856; k_v = 0,0428$   
 $N_i = 0$   
 $dN = 0$   
 $V_i = 0$   
 $V_i = 0$

**Sollecitazioni Parete**

St = 21,14  
 Sq = 22,43  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 40,60  
 N = 41,44  
 V = 40,75

**Sollecitazioni Fondazione per Ribaltamento**

St = 29,68  
 Sq = 27,44  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 Mr = 31,80

**Verifiche Fondazione**

Sicurezza ribaltamento = 5,025  
 Sicurezza scorrimento = 1,726  
 M = 31,74  
 N = 151,1  
 $\sigma_{t, valle} = 0,07632 \text{ N/mm}^2$   
 $\sigma_{t, monte} = 0 \text{ N/mm}^2$   
 M sbalzo valle = 2,872  
 M sbalzo monte = 24,66

21.2.3. *Combinazione Quasi Permanente*

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Altezza paraghiaia (m)** h1  **Angolo attrito interno**  $\phi^o$

**Spessore paraghiaia (m)** s1  **Ang. attrito terra-muro**  $\delta^o$

**Inclinazione parete (%)** i  **Ang. attrito fondazione**  $\phi_f^o$

**Altezza parete (m)** h2  **Peso spec. terre [kN/m3]**  $\gamma_t$

**Spessore in testa (m)** s2  **Peso spec. muro [kN/m3]**  $\gamma_m$

**Spessore alla base (m)** s3  **Grado di sismicit ** S

**Altezza fondazione (m)** h3  **N\* lati terreno**

**Sbalzo fond. contro terra** L1

**Larghezza totale fond.** L2  **Calcolo** **Visualizza**

**Impalcato**

Ni  dN

Vi  kN

**Zoom** 

Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	0

**Parete**

St  kN

Sq  kN

Ss  kN

Si  kN

M  kNm

N  kN

V  kN

**Fondazione**

**Ribaltamento**

St  Sq  Ss  Si

**Scorrimento**

St  Sq  Ss  Si

**Schiacciamento**

St  Sq  Ss  Si

**Sbalzi Fondazione**

M valle  M monte

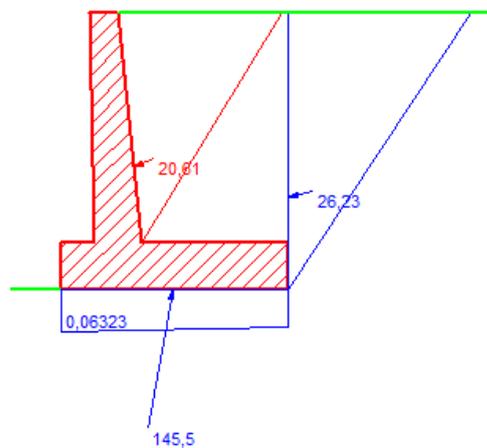
$\sigma_{t, valle}$   MPa

$\sigma_{t, monte}$

% comp.

**Verifiche**

Ms/Mr  c. scor.  V



**Dati**

$\phi = 30^o$   
 $\delta = 15^o$   
 $\phi_f = 30^o$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $S = 0$   
 $N_i = 0$   
 $dN = 0$   
 $V_i = 0$   
 $V_f = 0$

**Sollecitazioni Parete**

St = 20,61  
 Sq = 0  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 16,15  
 N = 31,79  
 V = 19,28

**Sollecitazioni Fondazione**

St = 26,23  
 Sq = 0  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 3,408  
 N = 143,2  
 V = 25,34  
 Mr = 8,621

**Verifiche Fondazione**

Sicurezza ribaltamento = 20,54  
 Sicurezza scorrimento = 3,264  
 $\sigma_{t, valle} = 0,06323$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0,05613$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 3,086  
 M sbalzo monte = 4,120

21.2.4. *Combinazione Caratteristica*

**Titolo :**

Altezza paraghiaia (m) h1  Angolo attrito interno  $\phi^o$    
 Spessore paraghiaia (m) s1  Ang. attrito terra-muro  $\delta^o$    
 Inclinazione parete (%) i  Ang. attrito fondazione  $\phi_f^o$    
 Altezza parete (m) h2  Peso spec. terre [kN/m3]  $\gamma_t$    
 Spessore in testa (m) s2  Peso spec. muro [kN/m3]  $\gamma_m$    
 Spessore alla base (m) s3  Grado di sismicit   $S$    
 Altezza fondazione (m) h3  N° lati terreno   
 Sbalzo fond. contro terra L1   
 Larghezza totale fond. L2

**Impalcato**  
 Ni  dN   
 Vi  kN

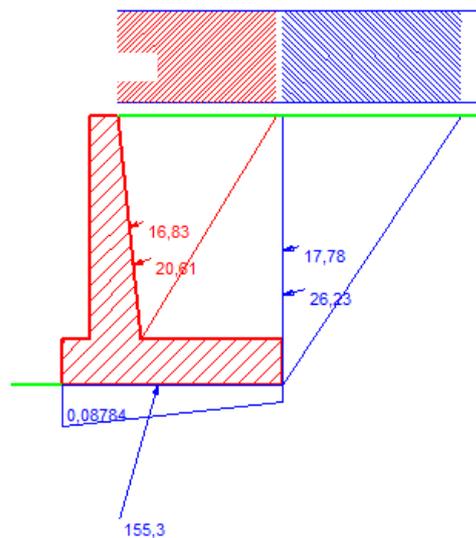
Lato	Lungh.	Dislivello	q
Lato 1	10	0	20

**Parete**  
 St  kN  
 Sq  kN  
 Ss  kN  
 Si  kN  
 M  kNm  
 N  kN  
 V  kN

**Fondazione**

Ribaltamento	Scorrimento	Schiacciamento
St <input type="text" value="26.23"/>	St <input type="text" value="26.23"/>	St <input type="text" value="26.23"/>
Sq <input type="text" value="17.78"/>	Sq <input type="text" value="17.78"/>	Sq <input type="text" value="17.78"/>
Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>	Ss <input type="text" value="0"/>
Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>	Si <input type="text" value="0"/>
Mr <input type="text" value="22.91"/>	V <input type="text" value="42.51"/>	M <input type="text" value="24.57"/>
Ms <input type="text" value="177.6"/>	N <input type="text" value="149.4"/>	N <input type="text" value="149.4"/>
Ms/Mr <input type="text" value="7.751"/>	c. scor. <input type="text" value="2.029"/>	V <input type="text" value="42.51"/>

**Sbalzi Fondazione**  
 M valle   
 M monte   
 $\sigma_{t, valle}$   MPa  
 $\sigma_{t, monte}$    
 % comp.



**Dati**  
 $\phi = 30^o$   
 $\delta = 15^o$   
 $\phi_f = 30^o$   
 $\gamma_t = 20$  kN/m3  
 $\gamma_m = 25$  kN/m3  
 $S = 0$   
 $N_i = 0$   
 $dN = 0$   
 $V_i = 0$   
 $V_i = 0$

**Sollecitazioni Parete**  
 St = 20,61  
 Sq = 16,83  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 34,12  
 N = 39,27  
 V = 35,02

**Sollecitazioni Fondazione**  
 St = 26,23  
 Sq = 17,78  
 Ss = 0  
 Si = 0  
 M = 24,57  
 N = 149,4  
 V = 42,51  
 Mr = 22,91

**Verifiche Fondazione**  
 Sicurezza ribaltamento = 7,751  
 Sicurezza scorrimento = 2,029  
 $\sigma_{t, valle} = 0,08784$  N/mm2  
 $\sigma_{t, monte} = 0,03664$  N/mm2  
 M sbalzo valle = 3,294  
 M sbalzo monte = 16,13

### 21.3. Verifiche globali

#### 21.3.1. Verifica a scorrimento

Con la condizione più gravosa dell'Approccio 1 – Comb. 2, per quanto riguarda lo scorrimento, si ottiene:

$$V = 49.03 \text{ kN}$$

$$N = 151.10 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 151.10 (\text{tg } 29.26^\circ) / 49.03 = 1.73 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

#### 21.3.2. Verifica a ribaltamento

Con la condizione più gravosa dell'Approccio 1 – Comb. 2, per quanto riguarda il ribaltamento, si ha:

$$M_{r,d} = 31.80 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 159.80 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = 159.80 / 31.80 = 5.03 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

#### 21.3.1. Verifica a capacità portante

Si riportano di seguito i carichi trasmessi in fondazione per la combinazione A2+M2:

$$N_{Sd} = 151.10 \text{ kN/m}$$

$$V_{Sd} = 49.03 \text{ kN/m}$$

$$M_{Sd} = 31.74 \text{ kNm/m}$$

Per la verifica di capacità portante si rimanda allo specifico documento Rif. [1].

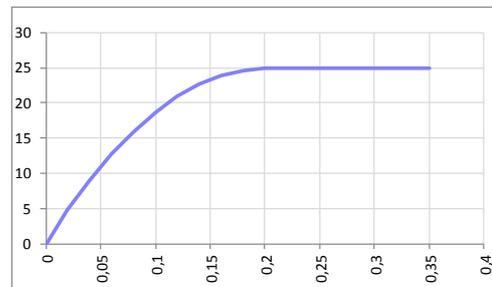
## 21.4. Verifiche di resistenza ultima

### 21.4.1. Fondazione

#### CARATTERISTICHE MATERIALI

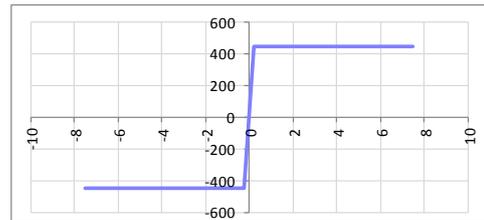
##### Calcestruzzo:

Classe	C25/30
$R_{ck}$	30,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	24,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cm}$	32,90 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	2,56 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm}$	3,07 N/mm <sup>2</sup>
$E_{cm}$	31447,16 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{c2}$	0,200 %
$\epsilon_{c3}$	0,175 %
$\epsilon_{c4}$	0,070 %
$\epsilon_{cu}$	0,350 %
n	2,000
tipo cemento	N



##### Acciaio:

Classe	B450C
Tipologia comportamentale	EL-PL
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_{su}$	7,500 %



##### Coefficiente di omogenizzazione:

n, breve termine	6,06 = $E_s/E_c$	
umidità relativa	75 %	
giorno app. carico	15 giorni	
periodo lungo termine	50 anni	
coefficiente di viscosità	2,18	
n, lungo termine =	13,22 = $E_s/E_{cm}$	
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine

#### CARATTERISTICHE SEZIONE

##### Sezione:

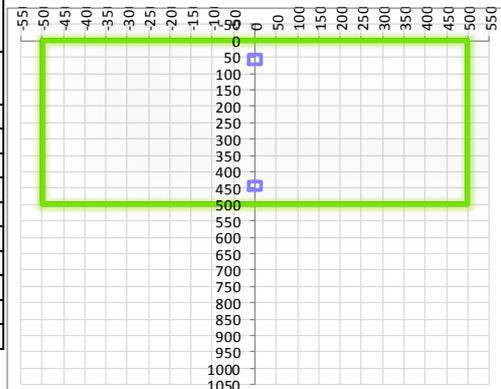
B=	1000 mm
H=	500 mm

##### Armature:

Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
1	5	14	57	769,6902
2	5	14	443	769,6902
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0

##### Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	$\phi$ mm	$y_i$ mm	$A_s$ mm <sup>2</sup>
superiore	5	10	45	392,69908
inferiore	5	10	455	392,69908





21.4.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calsse calcestruzzo		C25/30
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	30,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	24,9 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	500 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>coprifero in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	14	57	770
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	770 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	57 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	23,21 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	443 mm
Coefficiente	k	1,67
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,17%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,38 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	167,26 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>167,26 kN</b>
Verifica		0,14 <i>Verifica soddisfatta</i>

21.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Ordinarie</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	9,96	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	13,70	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	$w_d$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	-	-	0,0	16,1	Msd<Mf	0,300	96,16	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	-	-	0,0	4,1	-0,21	13,00	-1,09	Sezione parzializzata
Caratteristica	-	-	0,0	16,1	-0,83	50,90	-4,26	Sezione parzializzata

21.4.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_y/f_{yk})_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,92			
n, lungo termine =	10,55 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$ lungo termine			
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$ breve termine			
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	540 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	10	83	392,69908
2	5	14	455	769,69902
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	10	73	392,69908
inferiore	5	10	467	392,69908



21.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	540 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	10	83	393
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	393 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	83 mm			

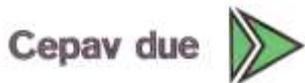
SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	41,5 kN
Taglio	$V_{Ed}$	40,9 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	457 mm
Coefficiente	k	1,66
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,09%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,08 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min}$	0,46 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	214,63 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>214,63 kN</b>
Verifica		0,19 <i>Verifica soddisfatta</i>

21.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE								
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)						
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)						
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)						
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)						
CRITERI DI VERIFICA								
<u>Fessurazione</u>								
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive						
	<b>Molto aggressive</b>							
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili						
	<b>Poco sensibile</b>							
<u>Tensioni in esercizio</u>								
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$				
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]				
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50				
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50				
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)								
<u>Fessurazione</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	MO - Mf [kNm]	
Caratteristica	-	-	39,3	34,1	Msd<Mf	0,200	146,55	-
<u>Tensioni in esercizio</u>								
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	-	-	31,8	16,2	-0,78	28,59	-4,41	Sezione parzializzata
Caratteristica	-	-	39,3	34,1	-1,72	78,17	-6,79	Sezione parzializzata

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 CL SLZ1 C0 001

Rev.  
A

Foglio  
249 di 249

## 22. RIFERIMENTI

### 22.1. Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° IN0R 11 E E2 RB SLZ1 00 001, intitolato "RELAZIONE GEOTECNICA SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702".

Rif. [2] Cepav due, documento n° IN0R 11 E E2 CL SLZ1 C0 003, intitolato "SLZ1 - SOTTOVIA S.C. VIA RAMPA PK 149+888,702 – ALLEGATO ALLA REALZIONE DI CALCOLO MURI – TABULATI DI CALCOLO".

### 22.2. Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

### 22.3. Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.