

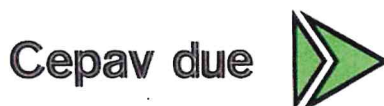
COMMITTENTE:



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

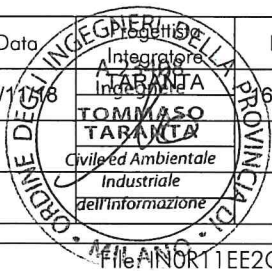
PROGETTO ESECUTIVO

RI61 – RILEVATO LINEA AC DA PK 148+399,891 A PK 150+780,229
IN50025-IN50026 MURÌ DI SOSTEGNO DA PK 148+843,940 A PK 149+847,855
RELAZIONE DI CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due <i>Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (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	R I 6 1 0 2	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data
A	Emissione	GUILARTE	16/11/18	AIELLO	16/11/18	16/11/18
B						
C						



CIG. 751447334A File ANOR11EE2CLRI6102001A_01.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
2 di 141

INDICE

1.	INTRODUZIONE	9
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	10
3.	CRITERI DI CALCOLO	11
3.1.	CRITERI DI ANALISI	11
3.2.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA	11
3.3.	COMBINAZIONI DI CARICO	14
3.3.1.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU</i>	14
3.3.2.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE</i>	15
4.	CRITERI DI VERIFICA	16
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	17
5.1.	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	17
5.2.	CALCESTRUZZO	17
5.3.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	18
5.4.	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	18
5.5.	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	18
6.	PARAMETRI SISMICI	19
7.	PARAMETRI GEOTECNICI	20
8.	ANALISI STRUTTURALE	21
8.1.	MODELLAZIONE STRUTTURALE	21
8.2.	ANALISI DEI CARICHI	21
8.2.1.	<i>Peso proprio strutture (Load 1)</i>	21
8.2.2.	<i>Spinta del terreno (Load 2)</i>	21
8.2.3.	<i>Spinta dell'acqua (Load 3)</i>	22
8.2.4.	<i>Sovraccarico accidentale in condizioni statiche e sismiche (Load 4)</i>	22
8.2.1.	<i>Azioni trasmesse dalla barriera antirumore (Load 5)</i>	24
8.2.2.	<i>Azioni sismiche (Load 6,7,8,9)</i>	25
9.	COMBINAZIONI DI CARICO	26

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001Rev.
AFoglio
3 di 141

9.1.1.	Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 1	26
9.1.2.	Combinazioni SLU – Approccio 1 Combinazione 2	26
9.1.3.	Combinazioni SLE	27
10.	CRITERI DI VERIFICA GLOBALE.....	28
10.1.1.	Verifica a ribaltamento.....	28
10.1.2.	Verifica a scorrimento	28
10.1.3.	Verifica a carico limite	28
11.	MURO A MENSOLA - H = 2.00M	29
11.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	29
11.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	30
11.2.1.	Approccio 1 – Combinazione 1.....	30
11.2.2.	Approccio 1 – Combinazione 2.....	30
11.2.3.	Combinazione Quasi Permanente.....	31
11.2.4.	Combinazione Caratteristica.....	31
11.3.	VERIFICHE GLOBALI.....	32
11.3.1.	Verifica a scorrimento	32
11.3.2.	Verifica a ribaltamento.....	32
11.3.3.	Verifica a capacità portante	32
11.4.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	33
11.4.1.	Fondazione	33
11.4.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	34
11.4.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	35
11.4.1.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	36
11.4.2.	Piedritto.....	37
11.4.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	38
11.4.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	39
11.4.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	40
12.	MURO A MENSOLA - H = 3.00M	41
12.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	41
12.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	42

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001Rev.
AFoglio
4 di 141

12.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1.....	42
12.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2.....	42
12.2.3. Combinazione Quasi Permanente.....	43
12.2.4. Combinazione Caratteristica.....	43
12.3. VERIFICHE GLOBALI.....	44
12.3.1. Verifica a scorrimento.....	44
12.3.2. Verifica a ribaltamento.....	44
12.3.3. Verifica a capacità portante.....	44
12.4. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA.....	45
12.4.1. Fondazione.....	45
12.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	46
12.4.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	47
12.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	48
12.4.2. Piedritto.....	49
12.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	50
12.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	51
12.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	52
13. MURO A MENSOLA - H = 4.00M.....	53
13.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA.....	53
13.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.....	54
13.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1.....	54
13.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2.....	54
13.2.3. Combinazione Quasi Permanente.....	55
13.2.4. Combinazione Caratteristica.....	55
13.3. VERIFICHE GLOBALI.....	56
13.3.1. Verifica a scorrimento.....	56
13.3.2. Verifica a ribaltamento.....	56
13.3.3. Verifica a capacità portante.....	56
13.4. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA.....	57
13.4.1. Fondazione.....	57

13.4.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	58
13.4.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	59
13.4.1.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	60
13.4.2.	Piedritto.....	61
13.4.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	62
13.4.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	63
13.4.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	64
14.	MURO A MENSOLA - H = 5.00M	65
14.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	65
14.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	66
14.2.1.	Approccio 1 – Combinazione 1.....	66
14.2.2.	Approccio 1 – Combinazione 2.....	66
14.2.3.	Combinazione Quasi Permanente.....	67
14.2.4.	Combinazione Caratteristica.....	67
14.3.	VERIFICHE GLOBALI.....	68
14.3.1.	Verifica a scorrimento	68
14.3.2.	Verifica a ribaltamento.....	68
14.3.3.	Verifica a capacità portante	68
14.4.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	69
14.4.1.	Fondazione	69
14.4.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	70
14.4.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	71
14.4.1.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	72
14.4.2.	Piedritto – sezione di base piedritto	73
14.4.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	74
14.4.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	75
14.4.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	76
14.4.3.	Piedritto – sezione a 100cm da estradosso fondazione	77
14.4.3.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	78
14.4.3.2.	Verifiche allo stato limite di esercizio.....	79
15.	MURO A MENSOLA - H = 6.00M	80
15.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	80

15.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	81
15.2.1.	<i>Approccio 1 – Combinazione 1</i>	81
15.2.2.	<i>Approccio 1 – Combinazione 2</i>	81
15.2.3.	<i>Combinazione Quasi Permanente</i>	82
15.2.4.	<i>Combinazione Caratteristica</i>	82
15.3.	VERIFICHE GLOBALI	83
15.3.1.	<i>Verifica a scorrimento</i>	83
15.3.2.	<i>Verifica a ribaltamento</i>	83
15.3.3.	<i>Verifica a capacità portante</i>	83
15.4.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	84
15.4.1.	<i>Fondazione</i>	84
15.4.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	85
15.4.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i>	86
15.4.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	87
15.4.2.	<i>Piedritto – sezione di base piedritto</i>	88
15.4.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	89
15.4.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i>	90
15.4.2.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	91
15.4.3.	<i>Piedritto – sezione a 200cm da estradosso fondazione</i>	92
15.4.3.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	93
15.4.3.2.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	94
16.	MURO A MENSOLA - H = 7.00M	95
16.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	95
16.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	96
16.2.1.	<i>Approccio 1 – Combinazione 1</i>	96
16.2.2.	<i>Approccio 1 – Combinazione 2</i>	96
16.2.3.	<i>Combinazione Quasi Permanente</i>	97
16.2.4.	<i>Combinazione Caratteristica</i>	97
16.3.	VERIFICHE GLOBALI	98
16.3.1.	<i>Verifica a scorrimento</i>	98
16.3.2.	<i>Verifica a ribaltamento</i>	98

16.3.3. Verifica a capacità portante	98
16.4. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	99
16.4.1. Fondazione	99
16.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	100
16.4.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	101
16.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio	102
16.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto	103
16.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	104
16.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	105
16.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio	106
16.4.3. Piedritto – sezione a 300cm da estradosso fondazione	107
16.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	108
16.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio	109
17. MURO A MENSOLA - H = 8.00M	110
17.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	110
17.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	111
17.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1	111
17.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2	111
17.2.3. Combinazione Quasi Permanente	112
17.2.4. Combinazione Caratteristica	112
17.3. VERIFICHE GLOBALI	113
17.3.1. Verifica a scorrimento	113
17.3.2. Verifica a ribaltamento	113
17.3.3. Verifica a capacità portante	113
17.4. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	114
17.4.1. Fondazione	114
17.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	115
17.4.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	116
17.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio	117
17.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto	118
17.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	119
17.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	120
17.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio	121

17.4.3. Piedritto – sezione a 400cm da estradosso fondazione	122
17.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	123
17.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	124
18. MURO A MENSOLA - H = 8.50M	126
18.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	126
18.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	127
18.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1.....	127
18.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2.....	127
18.2.3. Combinazione Quasi Permanente.....	128
18.2.4. Combinazione Caratteristica.....	128
18.3. VERIFICHE GLOBALI.....	129
18.3.1. Verifica a scorrimento	129
18.3.2. Verifica a ribaltamento.....	129
18.3.3. Verifica a capacità portante	129
18.4. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA	130
18.4.1. Fondazione	130
18.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	131
18.4.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	132
18.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	133
18.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto	134
18.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	135
18.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	136
18.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	137
18.4.3. Piedritto – sezione a 400cm da estradosso fondazione	138
18.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	139
18.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	140
19. RIFERIMENTI.....	141
19.1. DOCUMENTI REFERENZIATI.....	141
19.2. DOCUMENTI CORRELATI.....	141
19.3. DOCUMENTI SUPERATI.....	141

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al calcolo dei muri di sostegno facenti parte dell'opera denominata "RI61 – Rilevato linea AC da pk 148+399,891 a pk 150+780,229 – IN50025-IN50026", prevista nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V./A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicati dalla pk 148+843,940 alla pk 149+847,855 della linea ferroviaria.

I muri a mensola, a sostegno del rilevato ferroviario AV/AC, sono costituiti da 84 conci lato sud e 84 conci lato nord.

I muri con sezione trasversale a "L" hanno i piedritti con spessore in sommità pari a 0.40m e pendenza della parete lato terrapieno pari a 1/10. Tutti i muri sono realizzati mediante getto in opera del calcestruzzo.

MURI A MENSOLA

(B = larghezza totale fondazione, b_{monte} = sbalzo a monte fondazione, L = lunghezza concio, h = altezza parete, S_p = spessore base parete, S_s = spessore fondazione)

	B [m]	b_{monte} [m]	L [m]	h [m]	S_p [m]	S_s [m]
Conci 1÷6 (Nord e Sud)	2.00	1.00	12.10	1.60 ÷ 1.90	0.40 ÷ 0.59	0.60
Conci 7÷18 (Nord e Sud)	2.70	1.50	12.10	2.15 ÷ 2.80	0.40 ÷ 0.68	0.70
Conci 19÷33 (Nord e Sud)	3.50	2.10	12.10	3.05 ÷ 4.00	0.40 ÷ 0.80	0.80
Conci 34÷45 (Nord e Sud)	4.30	2.60	12.10	4.20 ÷ 4.85	0.40 ÷ 0.885	0.90
Conci 46÷60 (Nord e Sud)	4.90	3.10	12.10	5.05 ÷ 6.00	0.40 ÷ 1.00	1.00
Conci 61÷69 (Nord e Sud)	5.60	3.70	12.10	6.30 ÷ 6.90	0.40 ÷ 1.09	1.10
Conci 70÷78 (Nord e Sud)	6.30	4.30	12.10	7.20 ÷ 7.80	0.40 ÷ 1.18	1.20
Conci 79÷84 (Nord e Sud)	6.60	4.60	12.10	8.10 ÷ 8.40	0.40 ÷ 1.24	1.20

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 a mensola tipo 1 – h max = 2.00m, sp. Fondazione 60cm
- Muro a mensola tipo 2 – h max = 3.00m, sp. Fondazione 70cm
- Muro a mensola tipo 3 – h max = 4.00m, sp. Fondazione 80cm
- Muro a mensola tipo 4 – h max = 5.00m, sp. Fondazione 90cm
- Muro a mensola tipo 5 – h max = 6.00m, sp. Fondazione 100cm
- Muro a mensola tipo 6 – h max = 7.00m, sp. Fondazione 110cm
- Muro a mensola tipo 7 – h max = 8.00m, sp. Fondazione 120cm
- Muro a mensola tipo 8 – h max = 8.50m, sp. Fondazione 120cm

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

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

3.2. 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:

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

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 β_m assume i valori sotto riportati:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_m	β_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;

γ^* = 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 rigidezza, 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:

ϕ'_d = valore di progetto dell'angolo di resistenza a taglio del terreno;

ψ e β = angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale, rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;

δ_d = valore di progetto dell'angolo di attrito terreno-muro.

L'angolo θ 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

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

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

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

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

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

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.

3.3. 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..

3.3.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate 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 → (A1+M1+R1) → STR
- combinazione 2 → (A2+M2+R2) → 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 (γ_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 (γ_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:

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

3.3.2. 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.

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 Combinazione 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 strutture, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C32/40 ($R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 18.81 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.169 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.446 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 18.26 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 13.28 \text{ N/mm}^2$

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	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 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 $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- 1) Tensione di snervamento caratteristica $\rightarrow f_{yk} \geq 450$ N/mm²
- 2) Tensione caratteristica a rottura $\rightarrow f_{tk} \geq 540$ N/mm²
- 3) Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_s = 0.80 * f_{yk} = 360.00$ N/mm²
- 4) Fattore di sicurezza acciaio $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- 5) Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30$ N/mm²

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 + XF1

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 $c_{nom} = 50$ mm 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:

$$a_g = 0.237g$$

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

$$F_0 = 2.432;$$

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

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 β_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:

- $\Phi'_k = 38^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

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.

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)

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:

γ_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:

β = angolo che il paramento interno forma con la verticale;

ϕ = angolo di attrito interno del terreno;

δ = angolo di attrito terra-muro;

i = inclinazione del terreno a tergo del muro.

Tale spinta è applicata a $1/3 H$.

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)

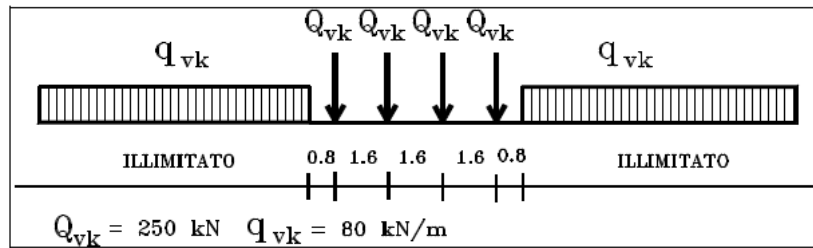
I carichi ferroviari sono applicati a tergo del muro mediante la modellazione del rilevato e del ballast e l'applicazione delle pressioni trasmesse all'intradosso dalle traversine di larghezza 2.60m.

Calcolo del sovraccarico accidentale dovuto ai convogli:

In considerazione di quanto detto precedentemente in merito alla diffusione dei carichi e alle pressioni sui piedritti, si considera una larghezza di diffusione dei sovraccarichi accidentali dovuti ai due convogli sostenuti dalla struttura, pari a 2.60m.

Treno LM71

Il treno LM71 è schematizzato da quattro assi da 250 kN su una lunghezza di 6.4m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per una lunghezza illimitata.



Treno di carico LM71

SI considerano i quattro assi ripartiti su una lunghezza pari a 6.40m e una larghezza pari a $13.00/2 = 6.50\text{m}$

Tutti i valori dei carichi suddetti dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento “ α ”, variabile in ragione della tipologia dell’infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.).

Modello di carico	Coefficiente “ α ”
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

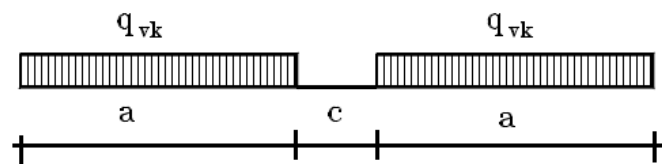
Coefficiente di adattamento “ α ” in funzione del modello di carico

Il carico equivalente distribuito relativo ai quattro assi vale:

$$q_{\text{equi}} = 1.1 \times 250 \times 4 / (2.60 \times 6.40) = \mathbf{66.10 \text{ kN/m}^2}$$

Treno SW/2

Viene schematizzato da un carico uniformemente ripartito



Treno di carico SW

Tale carico schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

L’articolazione del carico è mostrata nella figura sopra riportata e, per tale modello di carico, sono considerate due distinte configurazioni denominate SW/0 ed SW/2 (l’SW/0 va considerato solo per travi continue qualora più sfavorevole dell’LM71).

Treno di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Caratteristiche Treno di Carico SW

Per i manufatti scatolari in oggetto non si prende in considerazione il treno SW/0.

$$q_{vk} = 150 \text{ kN/m}$$

$$q = q_{vk} / L_d = 150 / 2.60 = \mathbf{57.69 \text{ kN/m}^2}$$

Poiché il sovraccarico accidentale dovuto al treno di carico SW2 è inferiore a quello del treno LM71, si considera agente solamente il treno di carico LM71.

Nei primi 2 m a ridosso della parete, si considera inoltre la presenza di un sovraccarico accidentale pari a 20kN/m².

In condizioni sismiche, il sovraccarico accidentale si considera pari al 20% di quello in condizioni statiche.

8.2.1. Azioni trasmesse dalla barriera antirumore (Load 5)

In accordo con quanto previsto dalle NTC 2008 par. 5.2.2.1.1, per quanto riguarda i ponti ferroviari è necessario prevedere le azioni associate all'introduzione di barriere antirumore.

Si prevede l'installazione di una barriera antirumore di altezza 6.00m da piano ferro, ovvero 6.80m da testa muro.

Su tali elementi agiscono sia gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari, definiti al punto 5.2.2.7, sia l'azione del vento, definita al punto 5.2.2.5.1.

Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche, in riferimento al caso di superfici verticali parallele al binario, per una distanza $a_g = 4.30 \text{ m}$ ed una velocità di progetto $v = 300 \text{ km/h}$, si ottiene un valore caratteristico dell'azione pari a:

$$q_k = \mathbf{0.65 \text{ kPa}}$$

A favore di sicurezza, non vengono applicati i coefficienti riduttivi dipendenti dalla sagoma del treno.

Per quanto riguarda l'azione del vento, in riferimento al paragrafo 3.3 delle NTC, per una Zona 1, categoria di esposizione del sito IV e coefficiente di rugosità B, si ottiene:

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad (a_s = 116.40\text{m} < a_0 = 1000 \text{ m per la Zona 1})$$

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 0.5 \times 1.25 \text{ kg/m}^3 \times 25^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 390.62 \text{ N/m}^2$$

$$c_e (z_{\min} = 8\text{m}) = 1.634 \quad (k_r = 0.22; c_t = 1; z = 6.75\text{m} < z_{\min} = 8\text{m})$$

$$c_p = 0.8$$

$$c_d = 1.0$$

$$p_{\text{vento}} = 390.62 \times 1.634 \times 0.80 \times 1.00 = 510.62 \text{ N/m}^2 = \mathbf{0.51 \text{ kPa}}$$

Per quanto riguarda gli SLU, le azioni vengono combinate come indicato al punto 5.2.3.3.1, mentre per quanto riguarda gli SLE le azioni vengono combinate come indicato al punto 5.2.3.3.2 delle NTC.

I due carichi sono considerati come carichi secondari con applicazione dei coefficienti ψ_0 pari a 0.6 per l'azione del vento e 0.8 per la sovraspinta aerodinamica.

La pressione da adottare nel calcolo risulta quindi pari a: $0.51 \times 0.60 + 0.65 \times 0.80 = 0.826 \text{ kN/m}^2$

Considerando che la barriera ha un'altezza pari a 6.80m, l'azione caratteristica trasmessa in testa al piedritto è pari a:

$$M_{k,\text{barriera}} = 19.20 \text{ kN/m}$$

$$V_{k,\text{barriera}} = 5.63 \text{ kN/m}$$

8.2.2. Azioni sismiche (Load 6,7,8,9)

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 θ 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 θ ed il relativo coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) valgono:

θ_1 (sisma verso basso)	θ_2 (sisma verso alto)	K (θ_1) - M1	K (θ_1) - M2	K (θ_2) - M1	K (θ_2) - M2
13.6866	17.8446	0.3854	0.4488	0.4774	0.5535

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 γ^* 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 (ΔS_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 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

Per i valori dei coefficienti parziali per le azioni si fa riferimento alla Tab. 6.2.I delle N.T.C., per i coefficienti Ψ 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.

9.1.1. 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

9.1.2. 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 ($k_s > 0$)	Sisma ($k_s < 0$)
			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

9.1.3. Combinazioni SLE

Combinazione			Peso cuneo di spinta	Peso zavorra	Peso proprio muro	Sovraccarico accidentale	Sisma ($k_s > 0$)	Sisma ($k_s < 0$)
			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

10. CRITERI DI VERIFICA GLOBALE

10.1.1. 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 η_r .

Eseguito 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.

10.1.2. 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 η_s .

Eseguito 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 δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$F_r = N \times \text{tg} \delta_f + c_a B_f$$

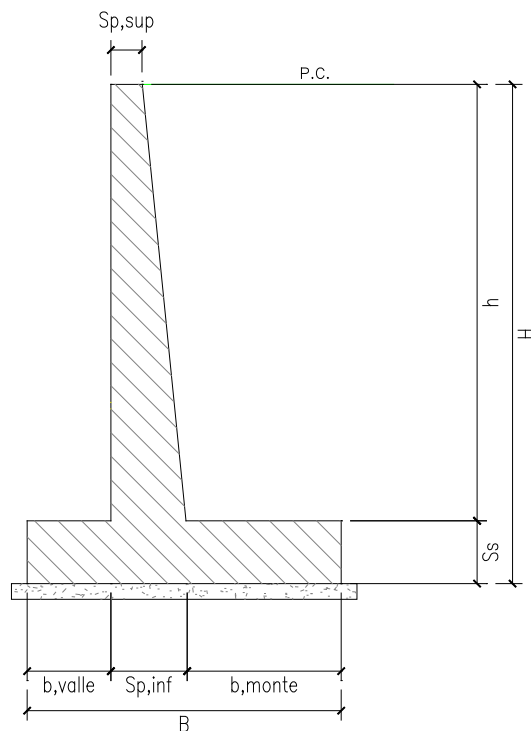
Si esclude, a favore di sicurezza, il contributo nelle forze resistenti dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro, ed il contributo stabilizzante dovuta ad una eventuale porzione di sovraccarico accidentale che insiste sullo sbalzo di monte della fondazione.

10.1.3. Verifica a carico limite

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

11. MURO A MENSOLA - H = 2.00m

11.1. Geometria della struttura



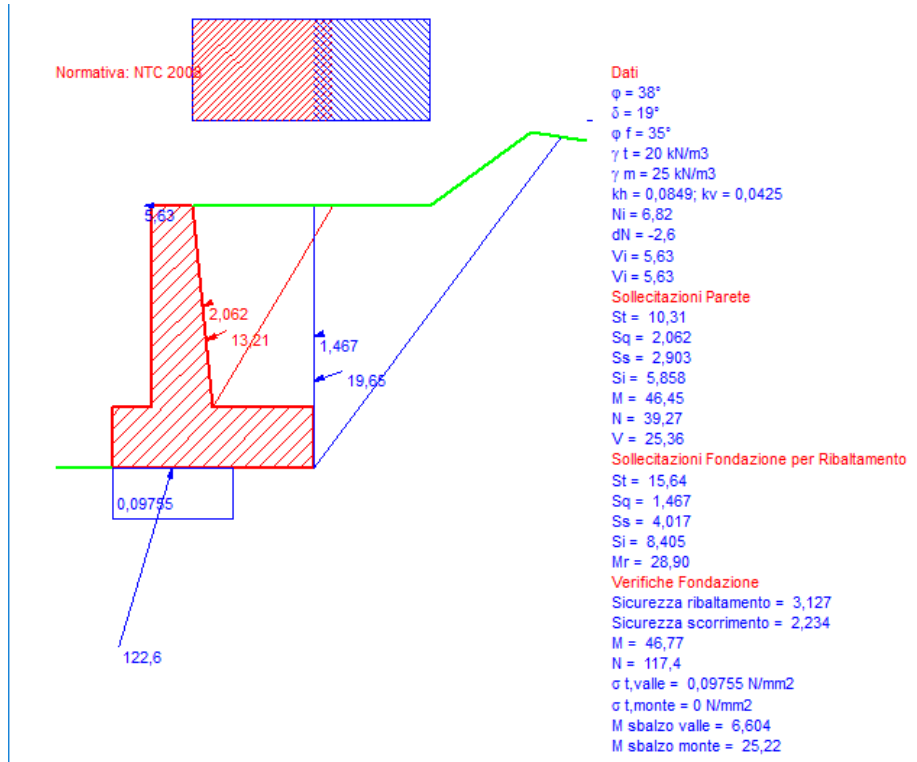
Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 2.00 m
- b_{monte} = 1.00 m
- b_{valle} = 0.40 m
- h = 2.00 m
- H = 2.60 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 0.60 m
- S_s = 0.60 m

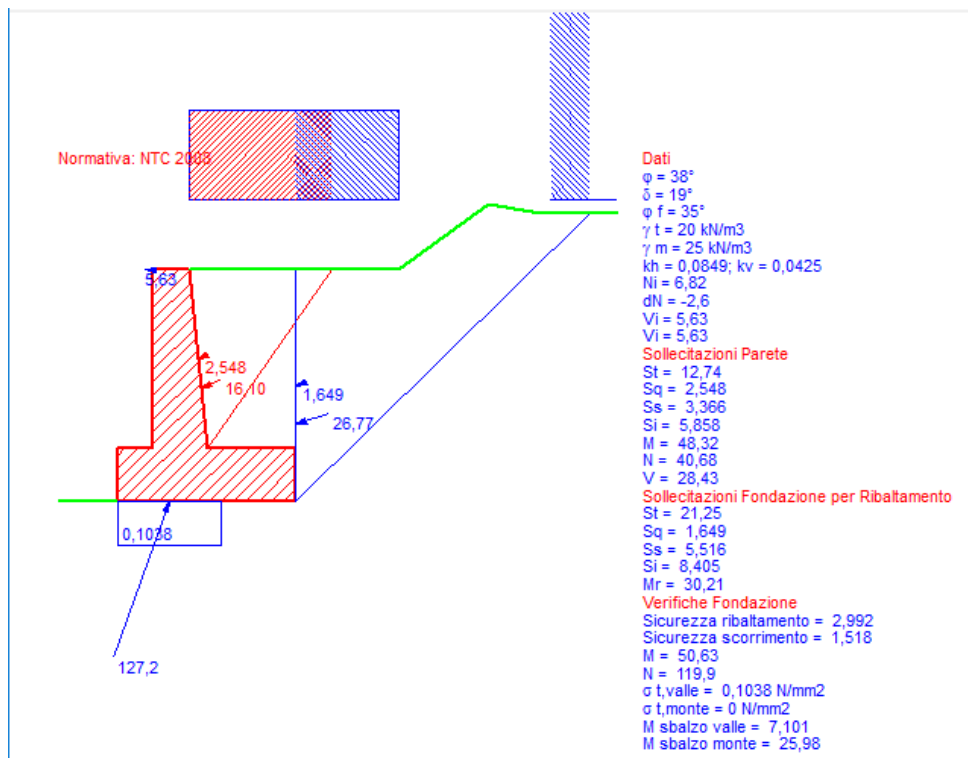
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

11.2. Calcolo delle sollecitazioni

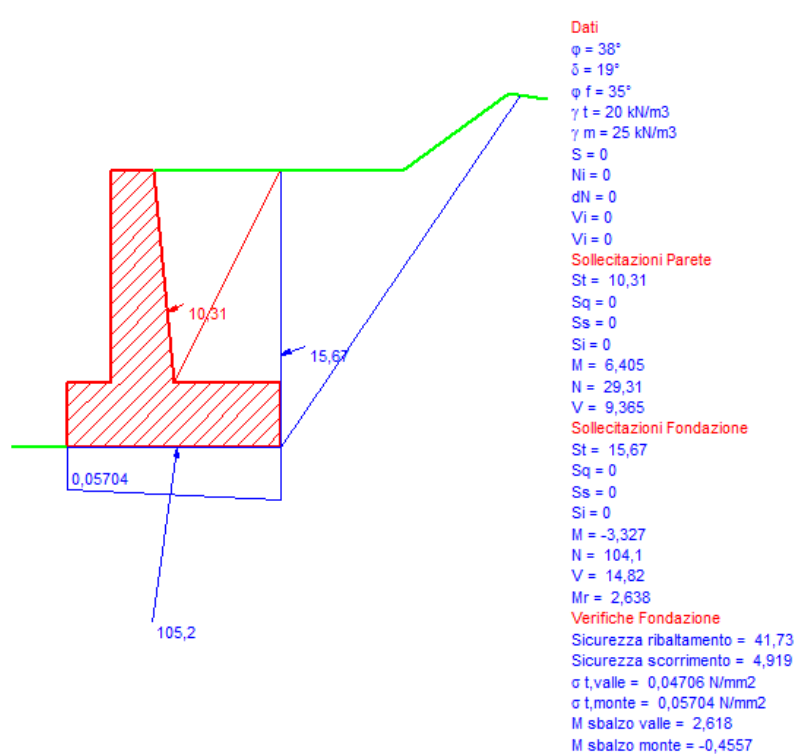
11.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



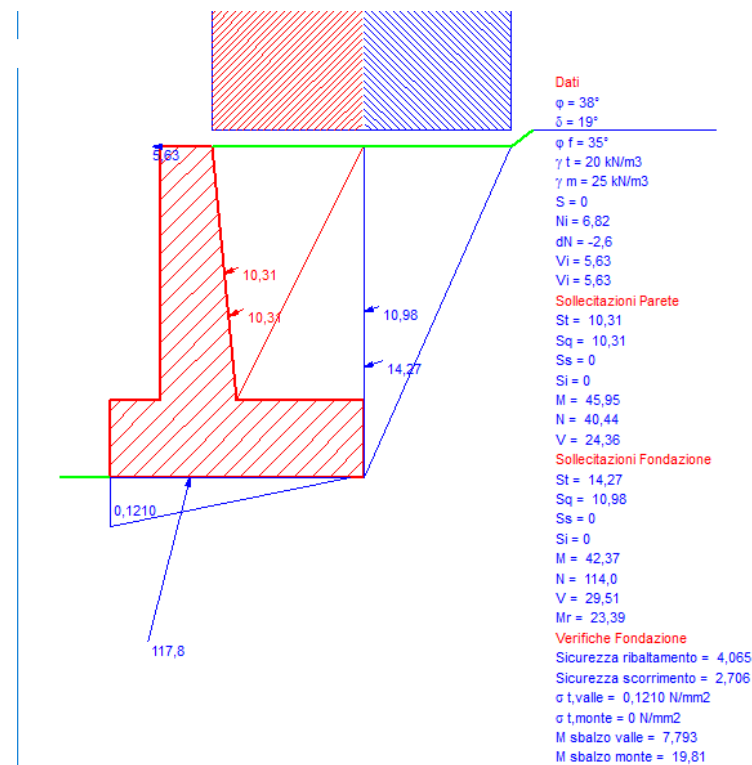
11.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



11.2.3. Combinazione Quasi Permanente



11.2.4. Combinazione Caratteristica



11.3. Verifiche globali

11.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 40.90 \text{ kN}$$

$$N = 110.90 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.518 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

11.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 30.21 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 90.38 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 2.99 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

11.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{Sd} = 119.90 \text{ kN/m}$$

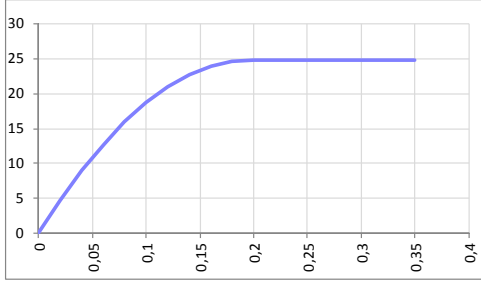
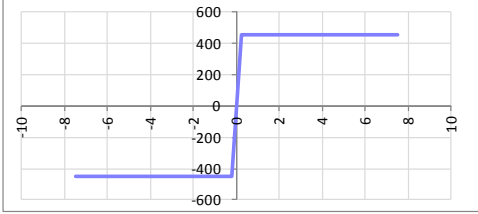
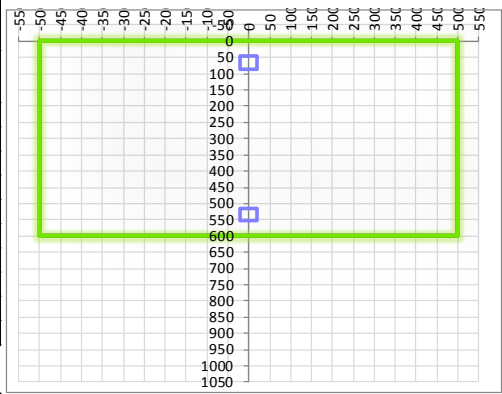
$$V_{Sd} = 42.61 \text{ kN/m}$$

$$M_{Sd} = 50.63 \text{ kNm/m}$$

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

11.4. Verifiche di resistenza ultima

11.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{dk}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_d/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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	2,16			
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				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	600 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	66	1570,7963
2	5	20	534	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	552	1005,3096

11.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1		5	20	66	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 ²
Posizione della barra equivalente	c^*				66 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	39,19 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	534 mm
Coefficiente	k	1,61
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,29%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	V_{min}	0,36 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	190,88 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	200,61 kN
Verifica		0,20 <i>Verifica soddisfatta</i>

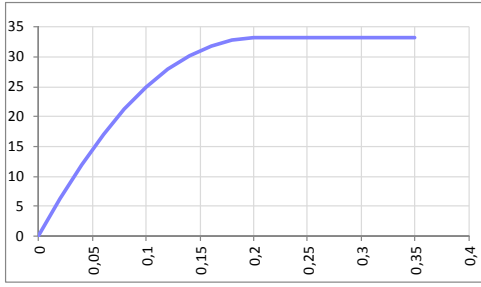
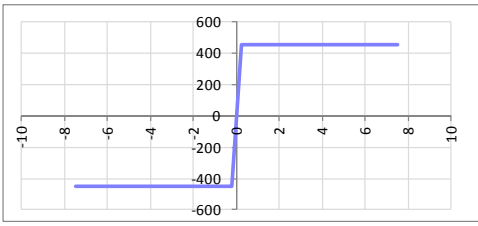
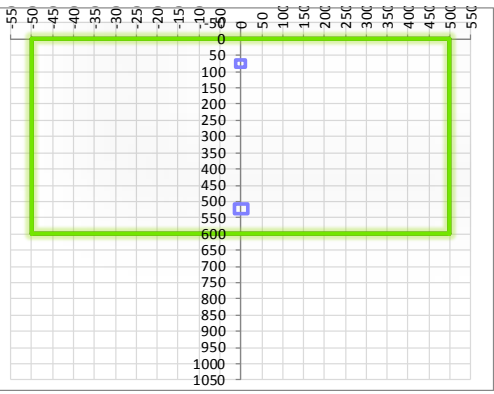
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,15 °

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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	482,01 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	1695,32 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	482,01 kN
Verifica		0,08 <i>Verifica soddisfatta</i>

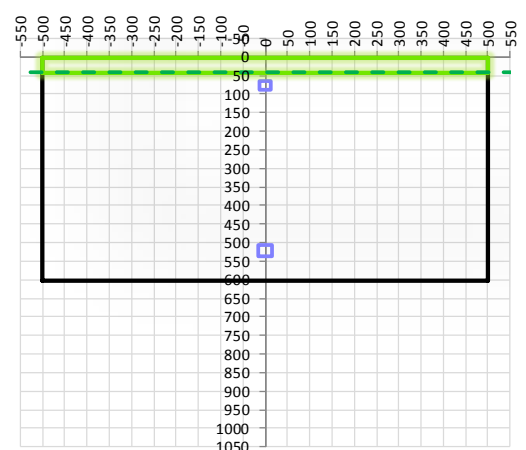
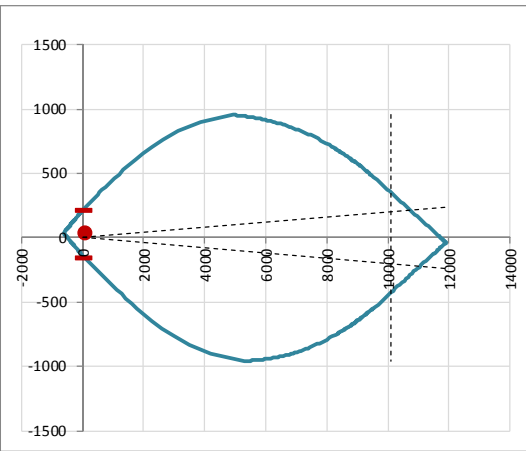
11.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	19,8	Msd < Mf	0,300	146,24	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	2,6	-0,07	3,41	-0,52	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	19,8	-0,54	25,85	-3,91	Sezione parzializzata	

11.4.2. Piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,97			
n, lungo termine =	11,17 = 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=	600 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	12	76	565,48668
2	5	16	522	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	12	64	565,48668
inferiore	5	12	536	565,48668
				

11.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																									
CRITERI DI VERIFICA																																																																																									
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																									
Calcestruzzo																																																																																									
α_{cc}		0,85																																																																																							
γ_c		1,50																																																																																							
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																																																																							
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																																						
Acciaio																																																																																									
γ_s		1,15																																																																																							
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																							
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																																							
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																									
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																	
-	-	39,3	46,5	11902,66	-614,66	222,26	-146,73	21%																																																																																	
<u>Sezione:</u>																																																																																									
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																																																																			
				$\sigma_{c,max}$	=	18,81	N/mm ²																																																																																		
				$\sigma_{s,min}$	=	-391,30	N/mm ²																																																																																		
				$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																																																																		
				$\epsilon_{s,min}$	=	-3,91	%																																																																																		
				d	=	522,00	mm																																																																																		
				x	=	42,94	mm																																																																																		
x/d	=	0,08																																																																																							
<u>Dominio M-N</u>																																																																																									
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">39,3</td> <td style="background-color: #90EE90;">46,5</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="8" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]					-	-	39,3	46,5																																																																				
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																		
				-	-	39,3	46,5																																																																																		

11.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		10	16	78
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			2011 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			78 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	39,27 kN
Taglio	V_{Ed}	25,36 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	522 mm
Coefficiente	k	1,62
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,39%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,07 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	V_{min}	0,42 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	221,98 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	242,28 kN
Verifica		0,10 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

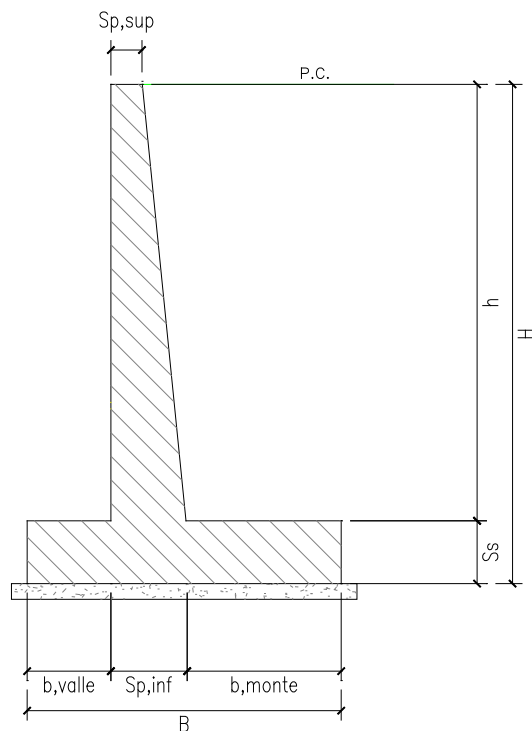
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,003478916
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,003478916
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	471,18 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2217,31 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	471,18 kN
Verifica		0,05 <i>Verifica soddisfatta</i>

11.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	40,4	46,0	Msd<Mf	0,200	170,44		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	29,3	6,4	-0,19	1,73	-2,13	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	40,4	46,0	-1,67	74,43	-10,51	Sezione parzializzata	

12. MURO A MENSOLA - H = 3.00m

12.1. Geometria della struttura



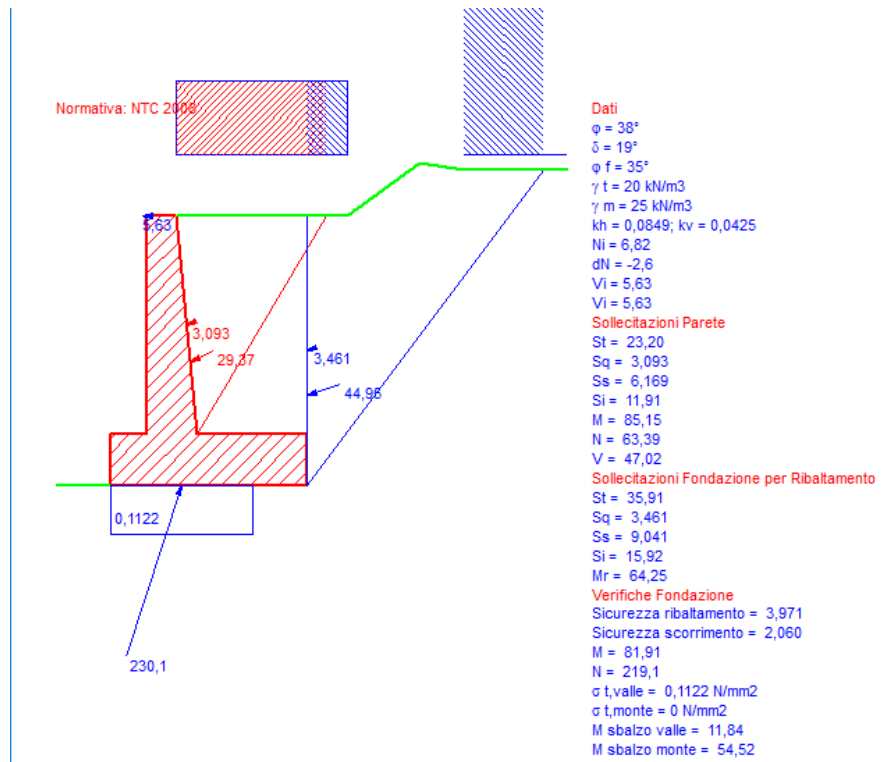
Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 2.70 m
- b_{monte} = 1.50 m
- b_{valle} = 0.50 m
- h = 3.00 m
- H = 3.70 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 0.70 m
- S_s = 0.70 m

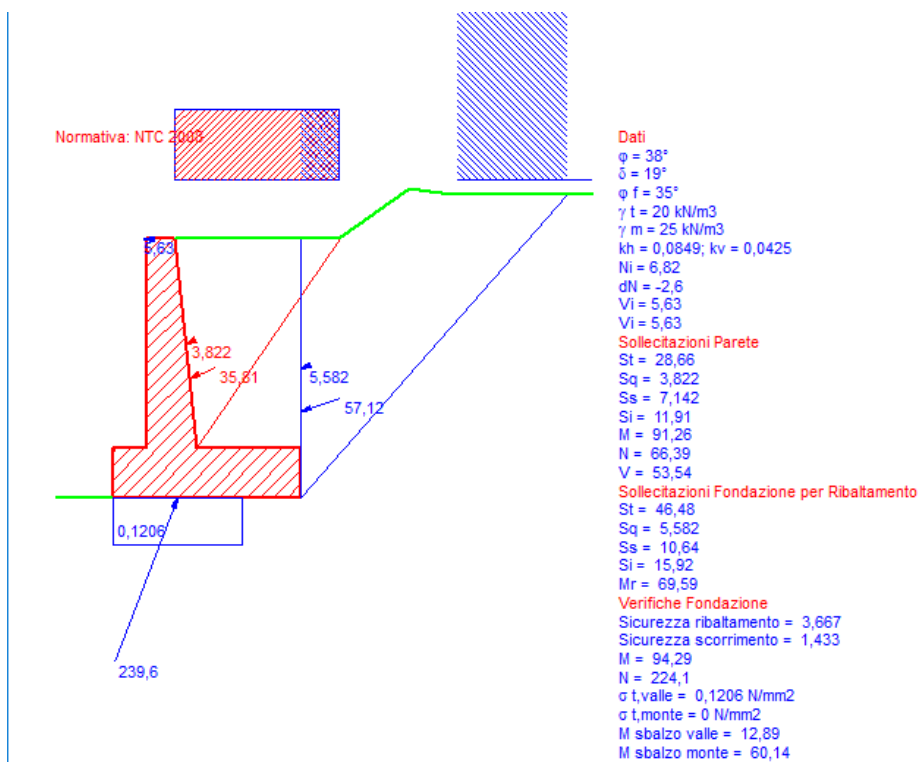
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

12.2. Calcolo delle sollecitazioni

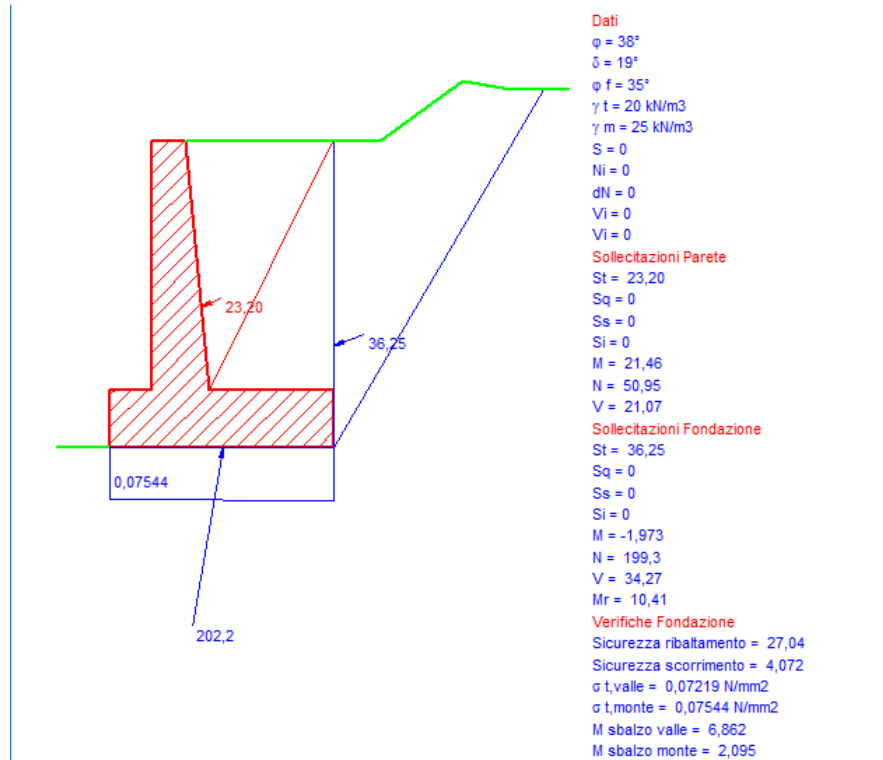
12.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



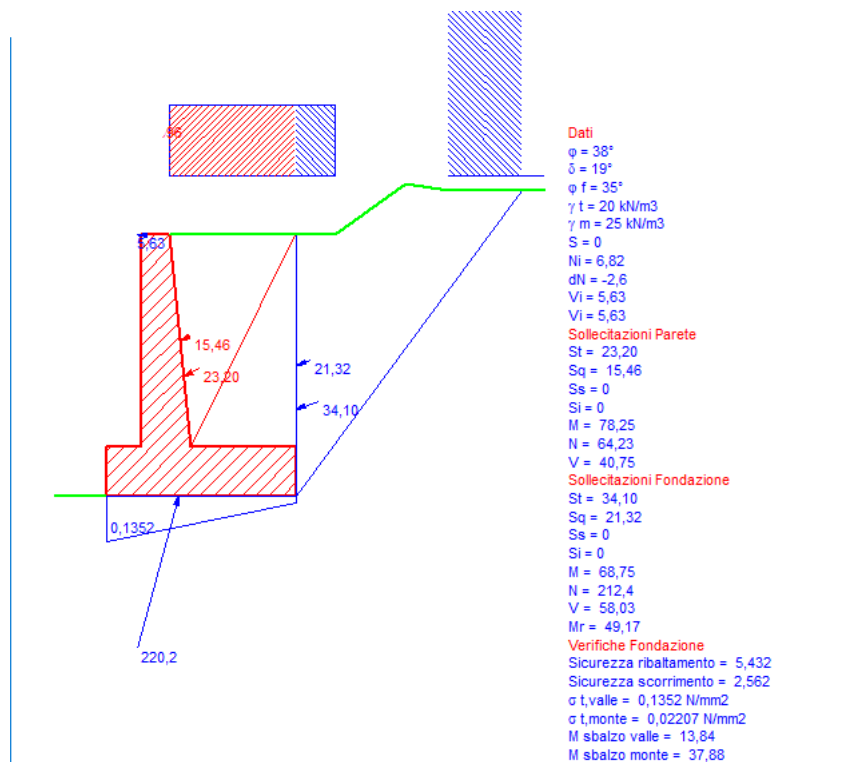
12.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



12.2.3. Combinazione Quasi Permanente



12.2.4. Combinazione Caratteristica



12.3. Verifiche globali

12.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 80.83 \text{ kN}$$

$$N = 206.80 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.433 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

12.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 69.59 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 255.20 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 3.667 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

12.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 224.10 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 84.90 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 94.29 \text{ kNm/m}$$

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

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

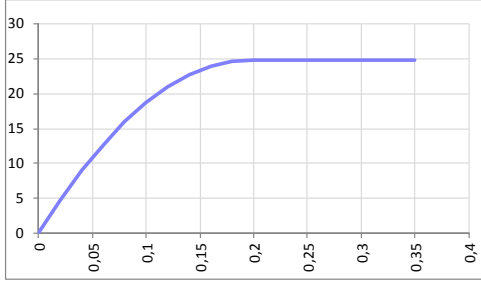
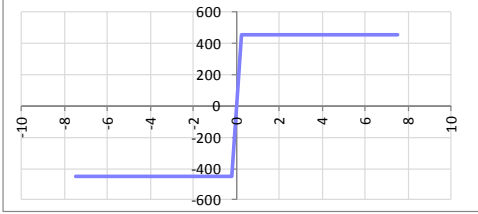
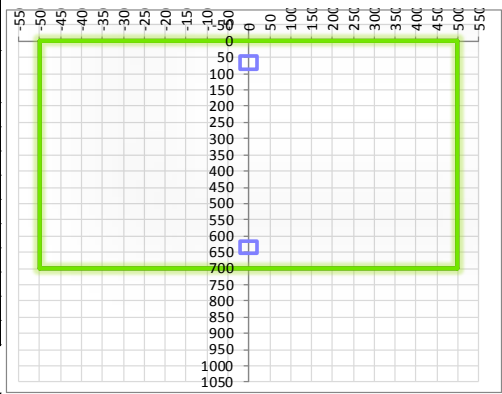
Codifica Documento
E E2 CL R161 02 001

Rev.
A

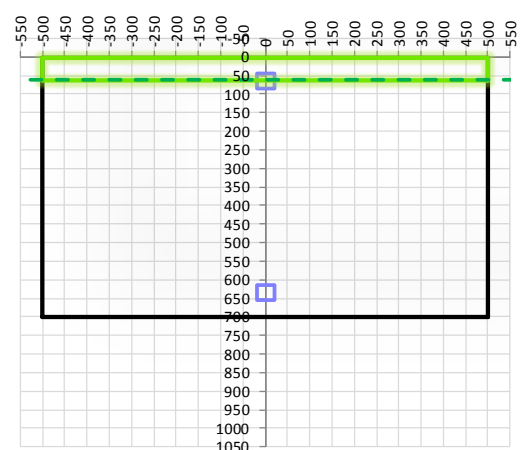
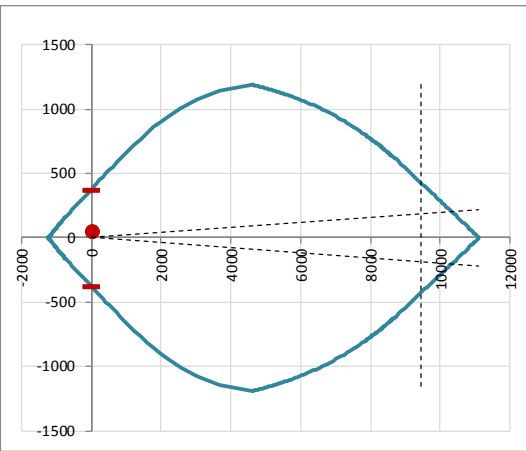
Foglio
45 di 141

12.4. Verifiche di resistenza ultima

12.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{dk}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_d/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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	2,14			
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				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	66	1570,7963
2	5	20	634	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	652	1005,3096

12.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																									
CRITERI DI VERIFICA																																																									
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																									
Calcestruzzo																																																									
α_{cc}		0,85																																																							
γ_c		1,50																																																							
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																							
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																						
Acciaio																																																									
γ_s		1,15																																																							
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																							
ϵ_{yd}		0,196 %																																																							
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																									
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																	
-	-	0,0	54,5	11106,32	-1229,32	377,48	-377,48	14%																																																	
<i>Sezione:</i>																																																									
			<table border="0"> <tr> <td style="width: 100px;"><i>Fibre compresse</i></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Superiori</i></td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{c,max}$</td> <td>14,11</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{s,min}$</td> <td>-391,30</td> <td>N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{c,max}$</td> <td>0,35</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{s,min}$</td> <td>-3,27</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>634,00</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>61,26</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x/d</td> <td>0,10</td> <td></td> </tr> </table>							<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>		$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²	$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	-3,27	%	d	634,00	mm	x	61,26	mm	x/d	0,10																									
<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>																																																								
$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²																																																							
$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																							
$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																							
$\epsilon_{s,min}$	-3,27	%																																																							
d	634,00	mm																																																							
x	61,26	mm																																																							
x/d	0,10																																																								
<i>Dominio M-N</i>																																																									
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; background-color: #90EE90;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">0,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">54,5</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> <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]	-	-	0,0	54,5																																								
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																						
-	-	0,0	54,5																																																						

12.4.1.2. 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	γ_c 1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc} 0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s 1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	700 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	20	66	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 ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	66 mm			

SOLLECITAZIONI	
Load Case	-
Frame	-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed} 0 kN
Taglio	V_{Ed} 47,36 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	634 mm
Coefficiente	k	1,56
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,25%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	V_{min}	0,34 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	216,09 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	217,90 kN
Verifica		0,22 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO	
Diametro staffe	ϕ 14 mm
Numero braccia	n 3,33
Passo staffe	s 200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α 90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ 45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	572,28 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2012,79 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	572,28 kN
Verifica		0,08 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	37,9	Msd < Mf	0,300	197,24	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	6,9	-0,14	7,47	-1,13	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	37,9	-0,78	41,27	-6,23	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

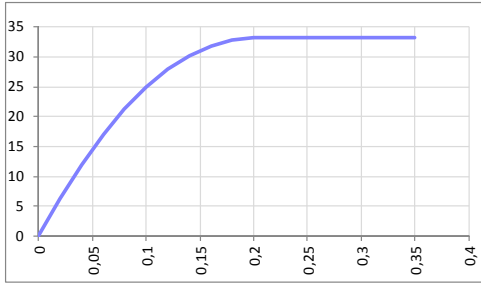
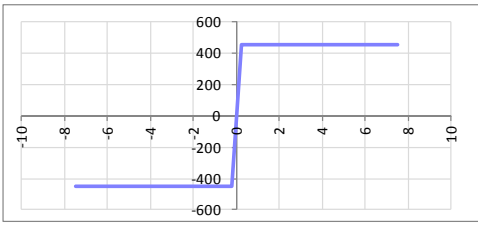
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL R161 02 001

Rev.
A

Foglio
49 di 141

12.4.2. Piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{ck}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,96			
n, lungo termine =	11,08 = 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				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	616	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	634	1005,3096

12.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}		0,85																																															
γ_c		1,50																																															
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																															
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																														
Acciaio																																																	
γ_s		1,15																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																															
ϵ_{yd}		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	63,4	85,2	14177,37	-1008,04	397,69	-280,66	21%																																									
<u>Sezione:</u>																																																	
				<i>Fibre compresse Superiori</i>																																													
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-3,20	%																																											
				d	616,00	mm																																											
				x/d	0,10																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>-</td> <td>-</td> <td>63,4</td> <td>85,2</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </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]	-	-	63,4	85,2																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				-	-	63,4	85,2																																										

12.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 [mm²]</i>
strato1		10	16	84	2011
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		2011 mm ²		
Posizione della barra equivalente	c^*		84 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	63,39 kN
Taglio	V_{Ed}	47,02 kN

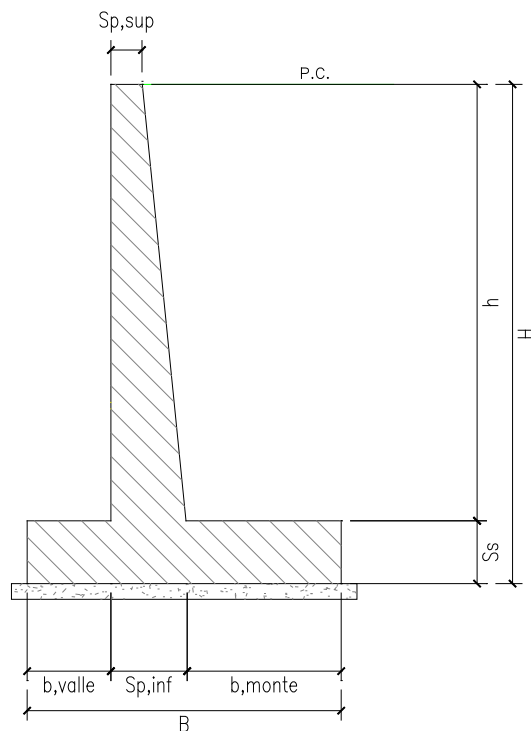
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,33%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,09 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	V_{min}	0,40 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	252,70 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	265,15 kN
Verifica		0,18 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,004813456
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,004813456
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	556,03 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2620,08 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	556,03 kN
Verifica		0,08 <i>Verifica soddisfatta</i>

12.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	64,2	78,3	Msd<Mf	0,200	241,00		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	50,6	21,5	-0,47	9,74	-4,83	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	64,2	78,3	-1,80	68,30	-14,32	Sezione parzializzata	

13. MURO A MENSOLA - H = 4.00m**13.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 3.50 m
- b_{monte} = 2.10 m
- b_{valle} = 0.60 m
- h = 4.00 m
- H = 4.80 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 0.80 m
- S_s = 0.80 m

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

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

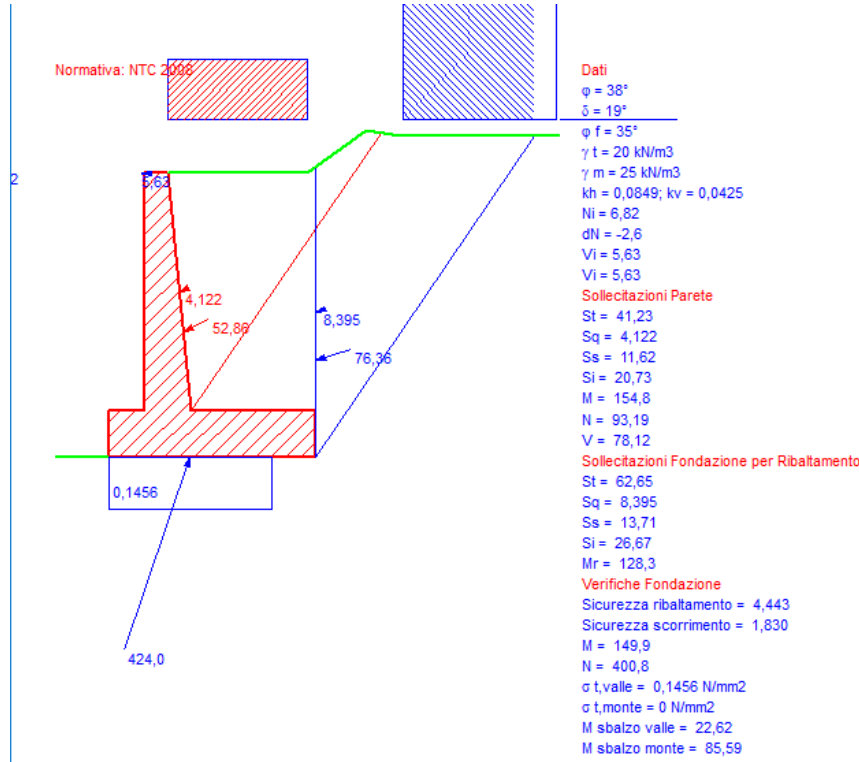
Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

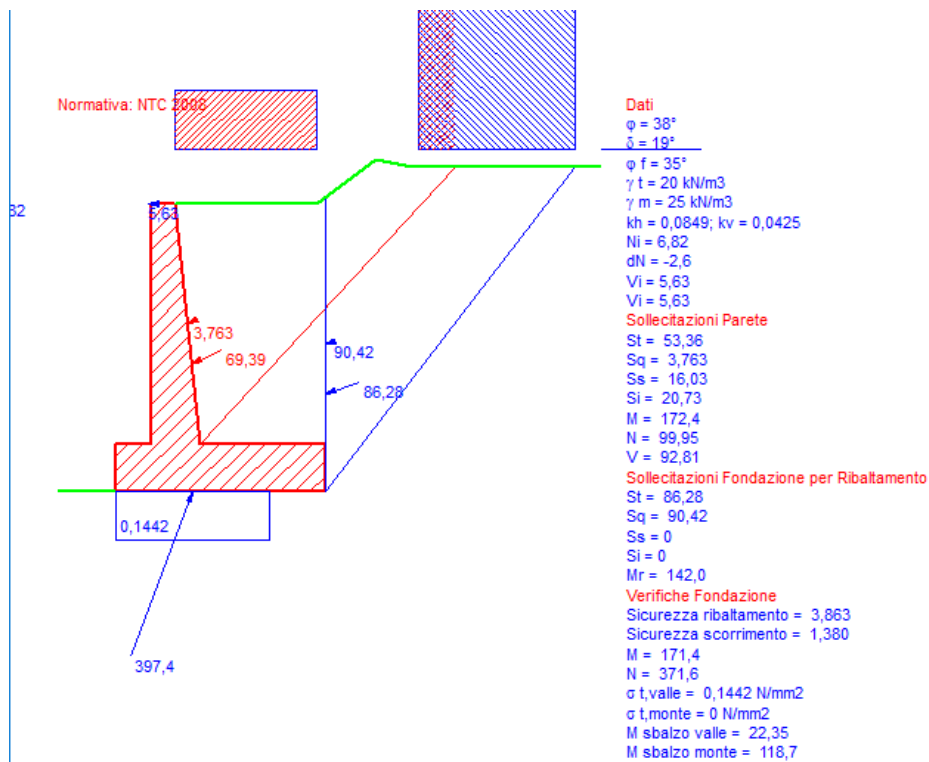
Foglio
54 di 141

13.2. Calcolo delle sollecitazioni

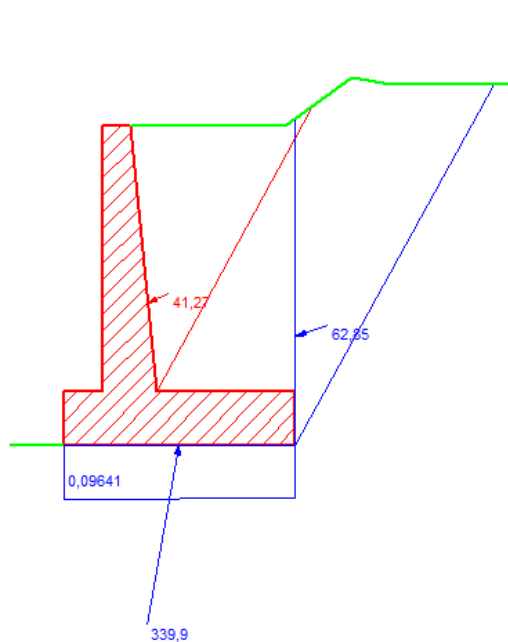
13.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



13.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



13.2.3. Combinazione Quasi Permanente

**Dati**

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_i = 0$

Sollecitazioni Parete

$St = 41,27$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 50,72$
 $N = 77,25$
 $V = 37,49$

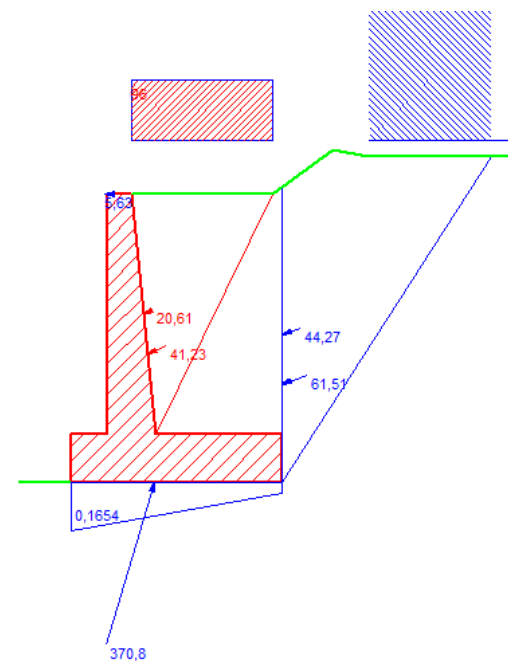
Sollecitazioni Fondazione

$St = 62,85$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 1,632$
 $N = 334,6$
 $V = 59,43$
 $Mr = 25,63$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 23,78
 Sicurezza scorrimento = 3,943
 $\sigma t, valle = 0,09641 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, monte = 0,09481 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 13,74$
 $M \text{ sbalzo monte} = 8,946$

13.2.4. Combinazione Caratteristica

**Dati**

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 6,82$
 $dN = -2,6$
 $V_i = 5,63$
 $V_i = 5,63$

Sollecitazioni Parete

$St = 41,23$
 $Sq = 20,61$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 129,4$
 $N = 92,67$
 $V = 61,81$

Sollecitazioni Fondazione

$St = 61,51$
 $Sq = 44,27$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 130,4$
 $N = 355,4$
 $V = 105,6$
 $Mr = 104,4$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 5,708
 Sicurezza scorrimento = 2,356
 $\sigma t, valle = 0,1654 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, monte = 0,03766 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 24,86$
 $M \text{ sbalzo monte} = 79,31$

13.3. Verifiche globali

13.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 148.30 \text{ kN}$$

$$N = 365.20 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.38 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

13.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 142.0 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 548.60 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 3.863 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

13.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 371.60 \text{ kN/m}$$

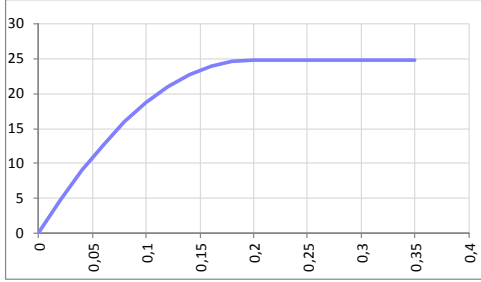
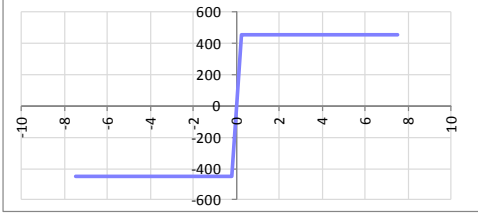
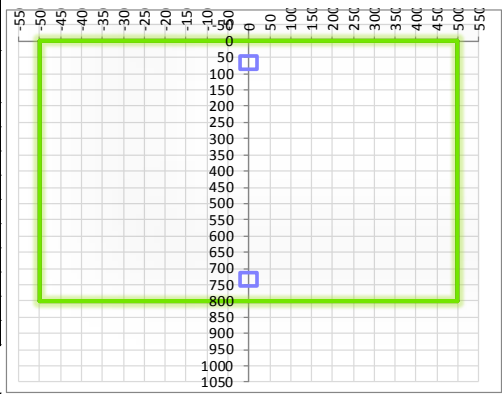
$$V_{sd} = 140.70 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 171.40 \text{ kNm/m}$$

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

13.4. Verifiche di resistenza ultima

13.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE					
CARATTERISTICHE MATERIALI					
Calcestruzzo:					
Classe	C25/30				
R_{ck}	30,00 N/mm ²				
f_{dk}	24,90 N/mm ²				
f_{cm}	32,90 N/mm ²				
f_{ctm}	2,56 N/mm ²				
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²				
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²				
f_{ctm}	3,07 N/mm ²				
E_{cm}	31447,16 N/mm ²				
ϵ_{c2}	0,200 %				
ϵ_{c3}	0,175 %				
ϵ_{c4}	0,070 %				
ϵ_{cu}	0,350 %				
n	2,000				
tipo cemento	N				
Acciaio:					
Classe	B450C				
Tipologia comportament	EL-PL				
$k = (f_d/f_y)_k$	1				
f_{yk}	450 N/mm ²				
f_{tk}	540 N/mm ²				
E_s	200000 N/mm ²				
ϵ_{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	2,13				
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					
Sezione:					
B=	1000 mm				
H=	800 mm				
Armature:					
					
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	
1	5	20	66	1570,7963	
2	5	20	734	1570,7963	
3				0	
4				0	
5				0	
6				0	
7				0	
8				0	
9				0	
10				0	
Armatura di ripartizione:					
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	
superiore	5	16	48	1005,3096	
inferiore	5	16	752	1005,3096	

13.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}		0,85																																															
γ_c		1,50																																															
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																															
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																														
Acciaio																																																	
γ_s		1,15																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																															
ϵ_{yd}		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	0,0	85,6	12517,32	-1229,32	438,94	-438,94	19%																																									
<u>Sezione:</u>																																																	
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																											
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-3,84	%																																											
				d	734,00	mm																																											
				x/d	0,08																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">0,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">85,6</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]	-	-	0,0	85,6																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				-	-	0,0	85,6																																										

13.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 [mm²]</i>
strato1		5	20	66	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 ²
Posizione della barra equivalente	c^*				66 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	75,39 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	734 mm
Coefficiente	k	1,52
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,21%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	V_{min}	0,33 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	240,70 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	240,70 kN
Verifica		0,31 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	662,54 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2330,27 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	662,54 kN
Verifica		0,11 <i>Verifica soddisfatta</i>

13.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	79,3	Msd < Mf	0,300	255,40		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	13,7	-0,22	12,85	-1,92	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	79,3	-1,30	74,16	-11,06	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

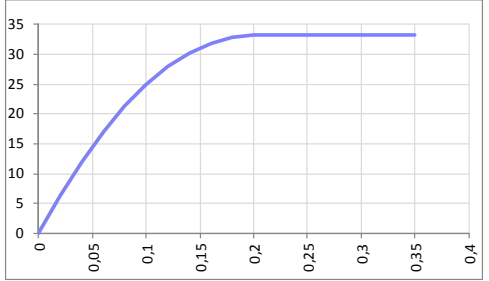
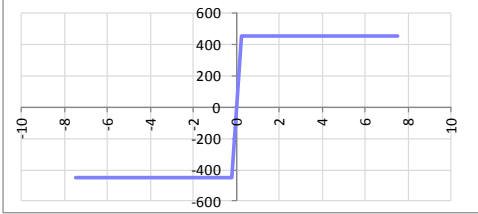
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
61 di 141

13.4.2. Piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine =	11,00 = 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=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	716	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	734	1005,3096

13.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																																													
CRITERI DI VERIFICA																																																																																																													
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																																													
Calcestruzzo																																																																																																													
α_{cc}		0,85																																																																																																											
γ_c		1,50																																																																																																											
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																																																										
Acciaio																																																																																																													
γ_s		1,15																																																																																																											
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																																											
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																																					
-	-	93,2	154,8	16058,71	-1008,04	472,26	-332,96	33%																																																																																																					
<u>Sezione:</u>																																																																																																													
				<i>Fibre compresse Superiori</i>																																																																																																									
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																																																																																							
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																																																																							
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																																							
				$\epsilon_{s,min}$	-3,71	%																																																																																																							
				d	716,00	mm																																																																																																							
				x/d	0,09																																																																																																								
<u>Dominio M-N</u>																																																																																																													
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">93,2</td> <td style="background-color: #90EE90;">154,8</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> <tr><td colspan="10" style="background-color: #90EE90;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]							-	-	93,2	154,8																																																																																						
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																																						
				-	-	93,2	154,8																																																																																																						

13.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>
strato1		10	16	84
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s		2011 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		84 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	93,19 kN
Taglio	V_{Ed}	78,12 kN

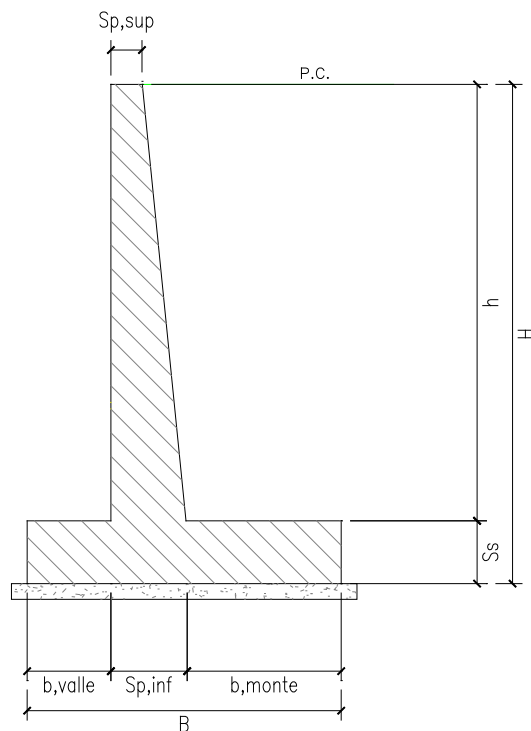
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	716 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,28%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,12 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	V_{min}	0,38 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	285,38 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	288,92 kN
Verifica		0,27 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,006191752
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,006191752
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	646,29 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3049,59 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	646,29 kN
Verifica		0,12 <i>Verifica soddisfatta</i>

13.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	Msd<Mf	0,200	315,79		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	77,3	50,7	-0,90	26,17	-8,94	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	-2,34	96,25	-20,04	Sezione parzializzata	

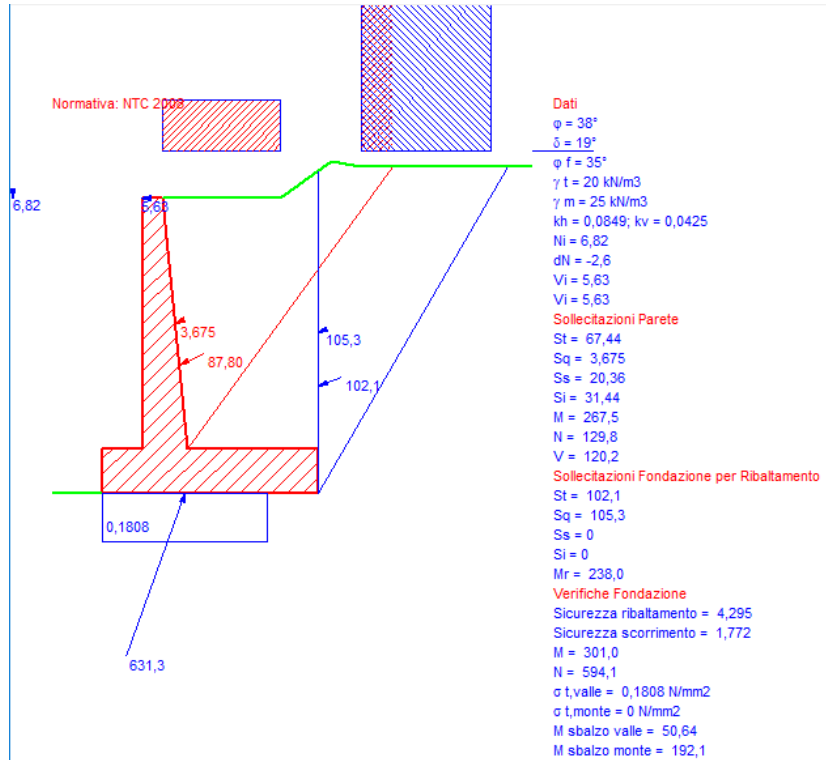
14. MURO A MENSOLA - H = 5.00m**14.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 4.30 m
- b_{monte} = 2.60 m
- b_{valle} = 0.80 m
- h = 4.00 m
- H = 4.90 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 0.90 m
- S_s = 0.90 m

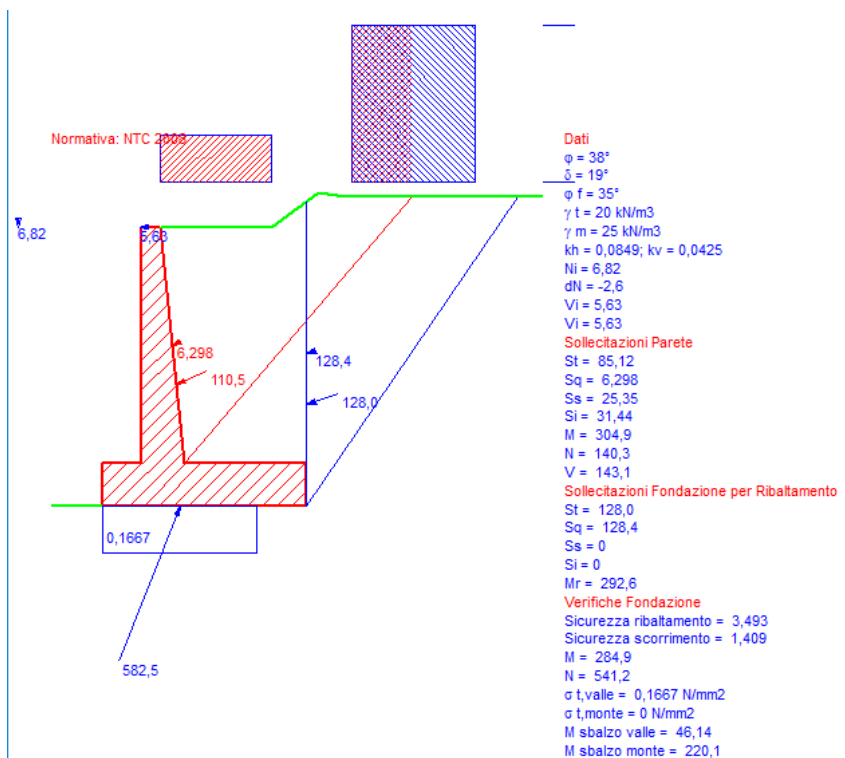
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

14.2. Calcolo delle sollecitazioni

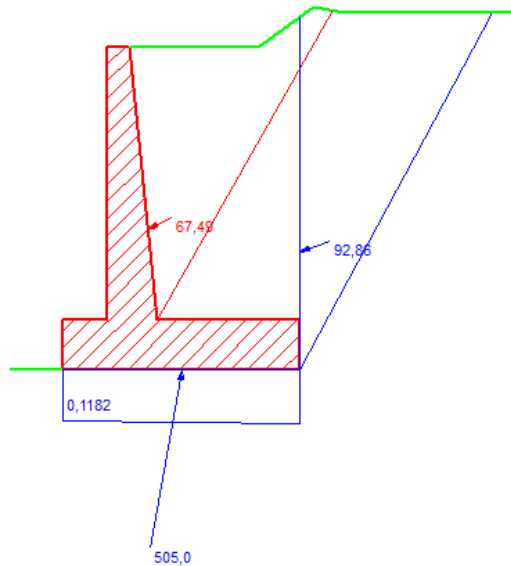
14.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



14.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



14.2.3. Combinazione Quasi Permanente



Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_f = 0$

Sollecitazioni Parete

$St = 67,49$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 103,0$
 $N = 109,5$
 $V = 61,31$

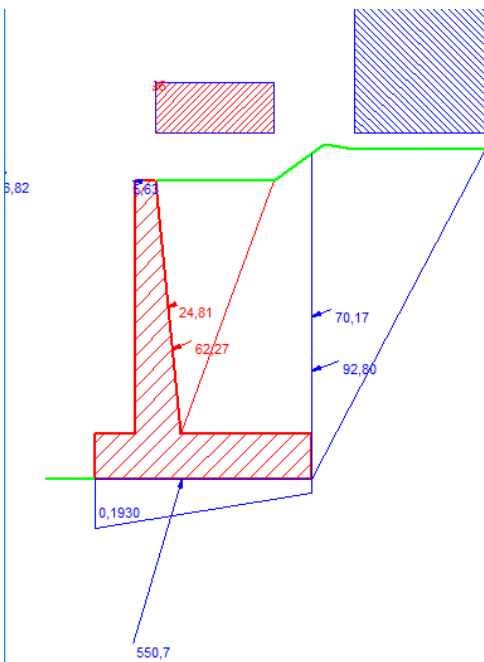
Sollecitazioni Fondazione

$St = 92,86$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = -7,706$
 $N = 497,3$
 $V = 87,80$
 $Mr = 58,70$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 19,35
 Sicurezza scorrimento = 3,966
 $\sigma_{t, valle} = 0,1132 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t, monte} = 0,1182 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 29,11$
 $M \text{ sbalzo monte} = 23,56$

14.2.4. Combinazione Caratteristica



Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 6,82$
 $dN = -2,6$
 $V_i = 5,63$
 $V_f = 5,63$

Sollecitazioni Parete

$St = 62,27$
 $Sq = 24,81$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 199,0$
 $N = 124,5$
 $V = 84,73$

Sollecitazioni Fondazione

$St = 92,80$
 $Sq = 70,17$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 217,1$
 $N = 527,0$
 $V = 159,7$
 $Mr = 207,5$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 5,413
 Sicurezza scorrimento = 2,310
 $\sigma_{t, valle} = 0,1930 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{t, monte} = 0,05209 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 51,77$
 $M \text{ sbalzo monte} = 147,5$

14.3. Verifiche globali

14.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 215.20 \text{ kN}$$

$$N = 541.20 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.409 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

14.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 292.60 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 1022.0 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 3.493 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

14.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 541.20 \text{ kN/m}$$

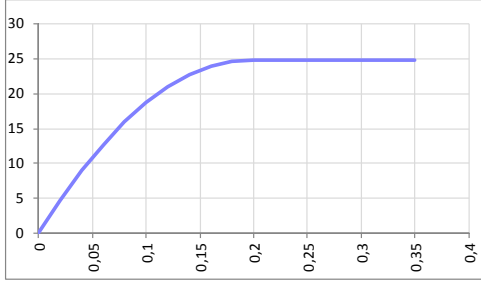
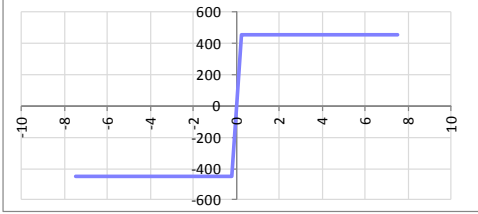
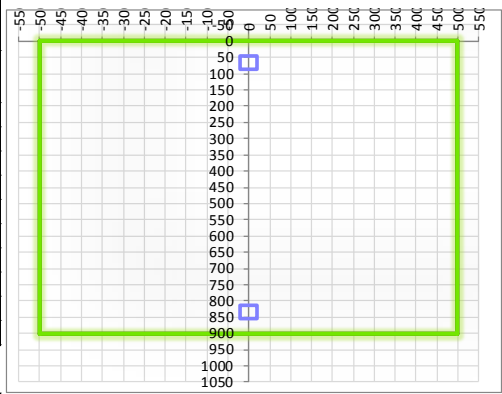
$$V_{sd} = 215.20 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 284.90 \text{ kNm/m}$$

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

14.4. Verifiche di resistenza ultima

14.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{dk}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_d/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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	2,12			
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				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	900 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	66	1570,7963
2	5	20	834	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	48	1005,3096
inferiore	5	16	852	1005,3096

14.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 [mm²]</i>
strato1		5	20	66	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 ²
Posizione della barra equivalente	c^*				66 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	126,6 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	834 mm
Coefficiente	k	1,49
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,19%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,32 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	264,84 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	264,84 kN
Verifica		0,48 <i>Verifica soddisfatta</i>

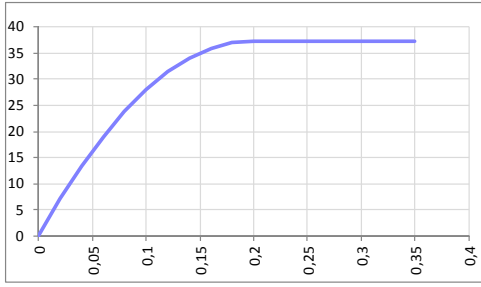
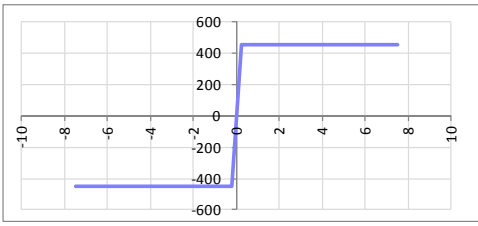
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,15 °

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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	752,81 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2647,74 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	752,81 kN
Verifica		0,17 <i>Verifica soddisfatta</i>

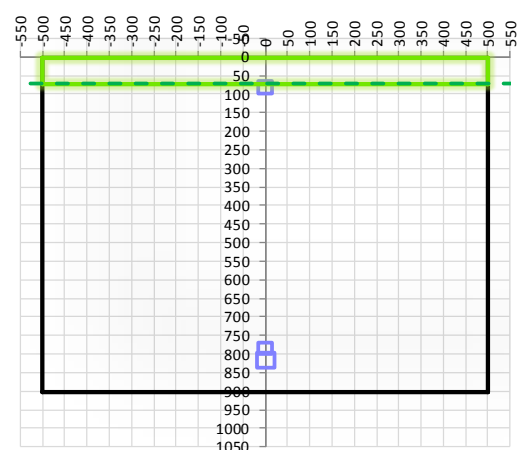
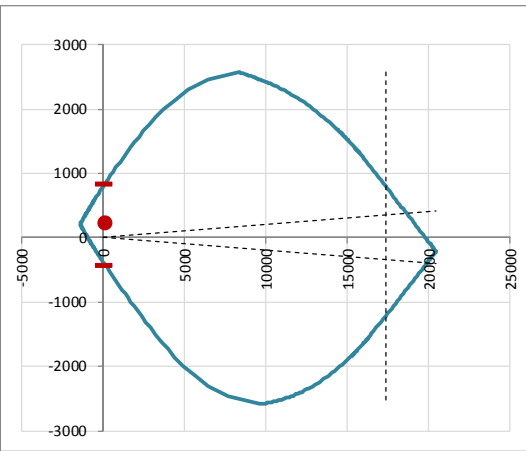
14.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	153,0	Msd < Mf	0,300	320,71		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	29,2	-0,39	23,90	-3,50	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	153,0	-2,05	125,26	-18,35	Sezione parzializzata	

14.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C35/45			
R_{ck}	45,00 N/mm ²			
f_{dk}	37,35 N/mm ²			
f_{cm}	45,35 N/mm ²			
f_{ctm}	3,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm ²			
f_{ctm}	4,02 N/mm ²			
E_{cm}	34625,49 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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 =	10,26 = 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=	900 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	816	1570,7963
3	5	16	784	1005,3096
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	834	1005,3096

14.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																					
Calcestruzzo																																																																					
α_{cc}		0,85																																																																			
γ_c		1,50																																																																			
f_{cd}		24,90 N/mm ²																																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																		
Acciaio																																																																					
γ_s		1,15																																																																			
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																			
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																					
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																													
-	-	121,8	239,7	20449,92	-1401,42	836,27	-410,85	29%																																																													
<u>Sezione:</u>																																																																					
				<u>Fibre compresse</u>		<u>Superiori</u>																																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm ²																																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-3,63	%																																																															
				d	816,00	mm																																																															
				x/d	0,09																																																																
<u>Dominio M-N</u>																																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0f0f0;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #e0f0f0;">-</td> <td style="background-color: #e0f0f0;">-</td> <td style="background-color: #e0f0f0;">121,8</td> <td style="background-color: #e0f0f0;">239,7</td> </tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td><td style="background-color: #e0f0f0;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	-	-	121,8	239,7																																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																		
-	-	121,8	239,7																																																																		

14.4.2.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>
strato1		10	16	84
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s		2011 mm ²	
Posizione della barra equivalente	c^*		84 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	121,8 kN
Taglio	V_{Ed}	114,8 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	816 mm
Coefficiente	k	1,50
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,25%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,14 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm ²
	V_{min}	0,39 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	335,64 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	335,64 kN
Verifica		0,34 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,006394204
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,006394204
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	736,56 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3910,74 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	736,56 kN
Verifica		0,16 <i>Verifica soddisfatta</i>

14.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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									
Fessurazione									
Condiz. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
Tensioni in esercizio									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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)									
Fessurazione									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	124,5	199,0	Msd < Mf	0,200	447,45	-	
Tensioni in esercizio									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	109,5	103,0	-1,30	35,92	-13,89	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	124,5	199,0	-2,49	84,47	-25,14	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

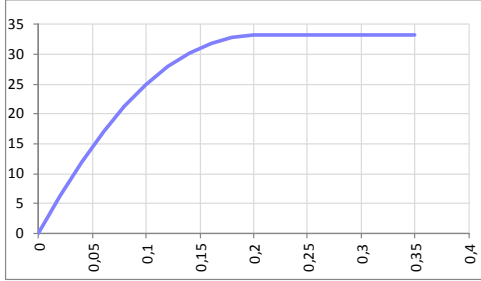
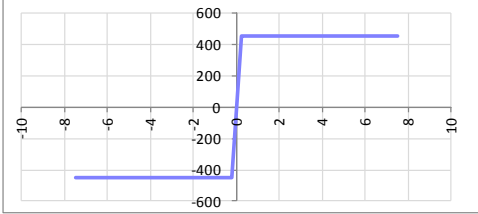
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
77 di 141

14.4.3. Piedritto – sezione a 100cm da estradosso fondazione

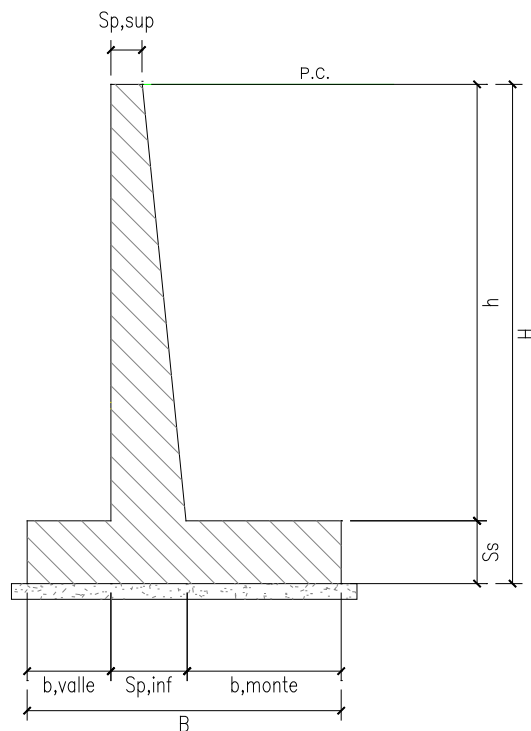
SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine =	11,00 = 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=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	716	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	734	1005,3096

14.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																															
CRITERI DI VERIFICA																																																																															
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																															
Calcestruzzo																																																																															
α_{cc}		0,85																																																																													
γ_c		1,50																																																																													
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																																																													
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																												
Acciaio																																																																															
γ_s		1,15																																																																													
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																													
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																													
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																															
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																							
-	-	86,2	139,6	16058,71	-1008,04	469,92	-330,66	30%																																																																							
<u>Sezione:</u>																																																																															
				Fibre compresse Superiori																																																																											
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																																																									
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																																									
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																									
				$\epsilon_{s,min}$	-3,73	%																																																																									
				d	716,00	mm																																																																									
				x	61,46	mm																																																																									
x/d	0,09																																																																														
<u>Dominio M-N</u>																																																																															
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">86,2</td> <td style="background-color: #90EE90;">139,6</td> <td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></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><td colspan="3"></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]				-	-	86,2	139,6																																																											
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																								
				-	-	86,2	139,6																																																																								

14.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	Msd<Mf	0,200	315,79		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	77,3	50,7	-0,90	26,17	-8,94	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	-2,34	96,25	-20,04	Sezione parzializzata	

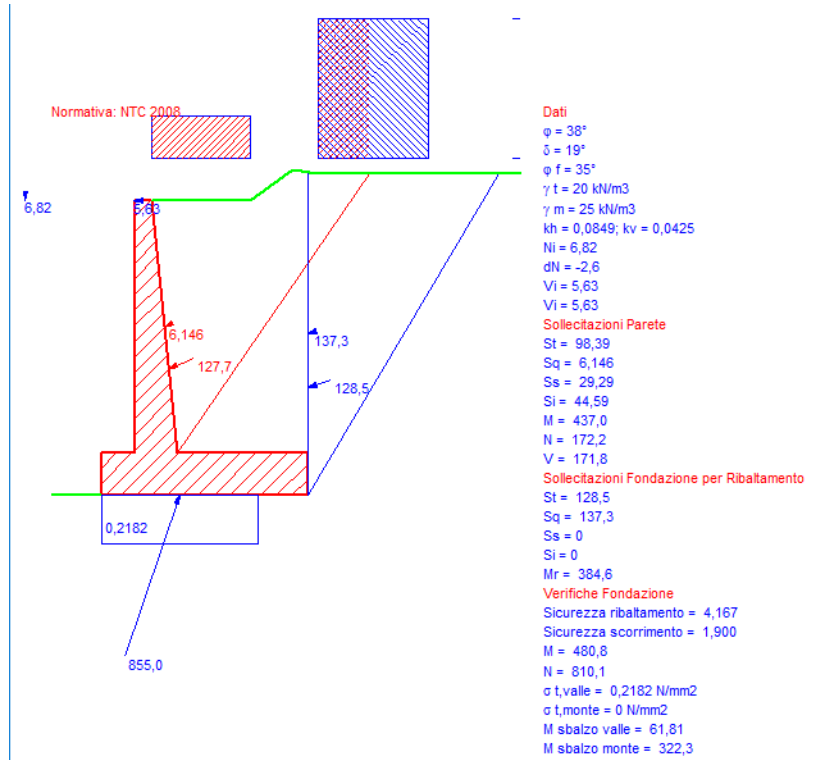
15. MURO A MENSOLA - H = 6.00m**15.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 4.90 m
- b_{monte} = 3.10 m
- b_{valle} = 0.80 m
- h = 5.00 m
- H = 6.00 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 1.00 m
- S_s = 1.00 m

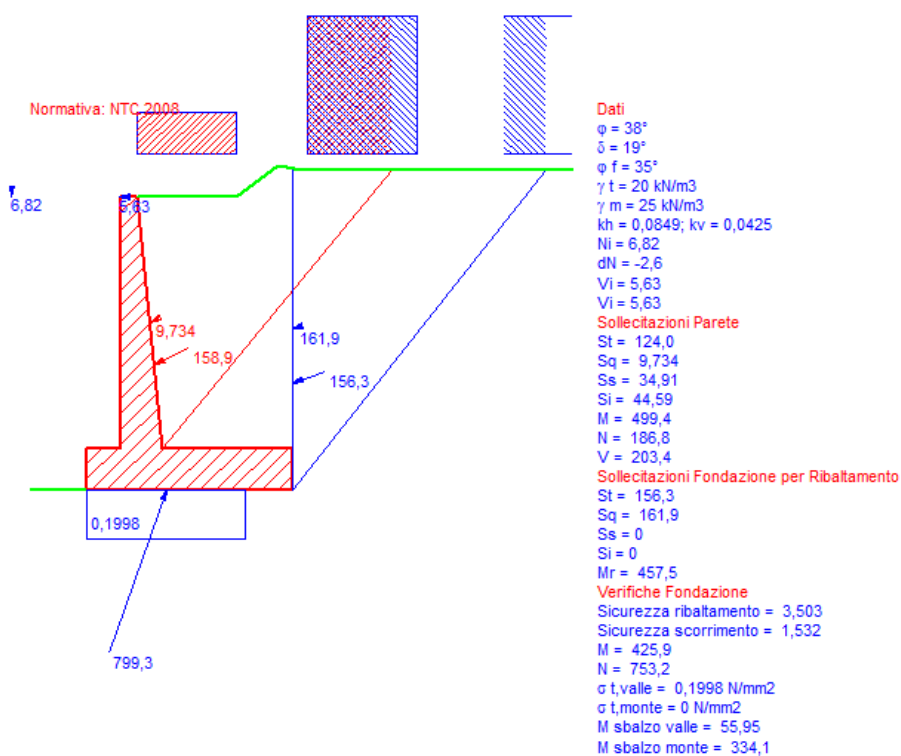
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

15.2. Calcolo delle sollecitazioni

15.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



15.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



Doc. N.

Progetto
INOR

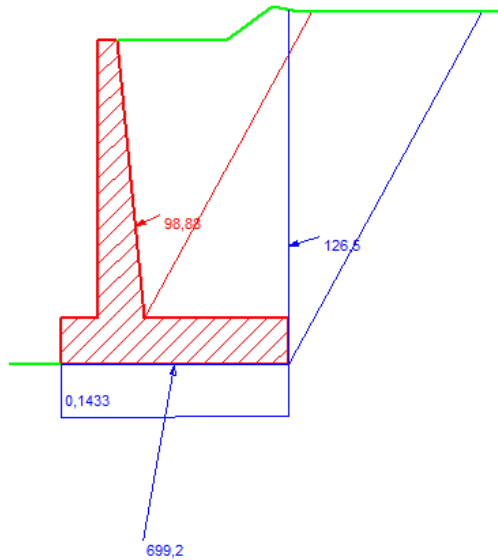
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

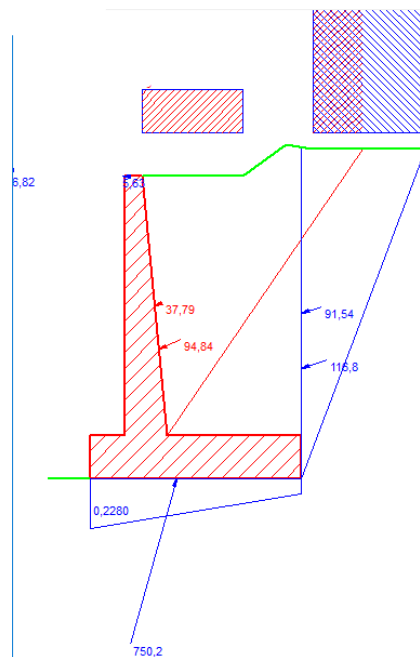
Foglio
82 di 141

15.2.3. Combinazione Quasi Permanente



Dati
 $\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_j = 0$
Sollecitazioni Parete
 $St = 98,88$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 180,8$
 $N = 146,3$
 $V = 89,83$
Sollecitazioni Fondazione
 $St = 126,5$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 10,92$
 $N = 688,9$
 $V = 119,6$
 $Mr = 104,0$
Verifiche Fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 17,12
 Sicurezza scorrimento = 4,034
 $\sigma t, \text{valle} = 0,1433 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,1379 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 37,77$
 $M \text{ sbalzo monte} = 53,56$

15.2.4. Combinazione Caratteristica



Dati
 $\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 6,82$
 $dN = -2,6$
 $V_i = 5,63$
 $V_j = 5,63$
Sollecitazioni Parete
 $St = 94,84$
 $Sq = 37,79$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 328,7$
 $N = 167,3$
 $V = 126,1$
Sollecitazioni Fondazione
 $St = 116,8$
 $Sq = 91,54$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 322,6$
 $N = 722,4$
 $V = 202,6$
 $Mr = 321,5$
Verifiche Fondazione
 Sicurezza ribaltamento = 5,502
 Sicurezza scorrimento = 2,496
 $\sigma t, \text{valle} = 0,2280 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,06860 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 62,16$
 $M \text{ sbalzo monte} = 237,2$

15.3. Verifiche globali

15.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 253.60 \text{ kN}$$

$$N = 693.50 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.532 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

15.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 457.50 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 1603.0 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 3.50 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

15.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 753.20 \text{ kN/m}$$

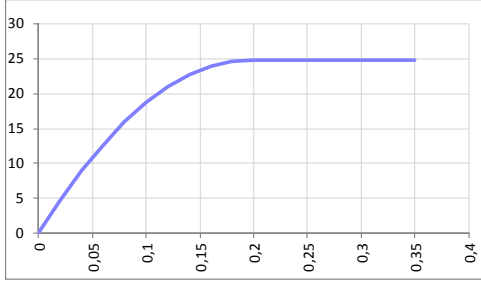
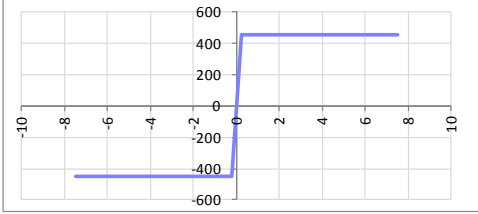
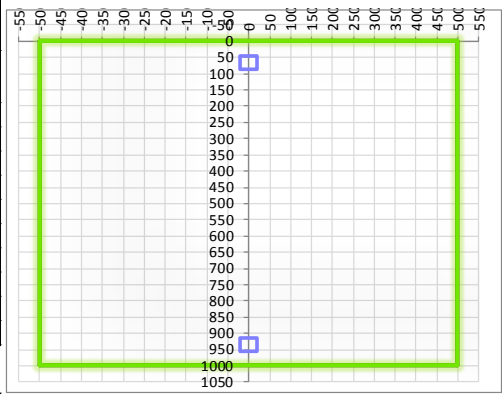
$$V_{sd} = 267.40 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 425.90 \text{ kNm/m}$$

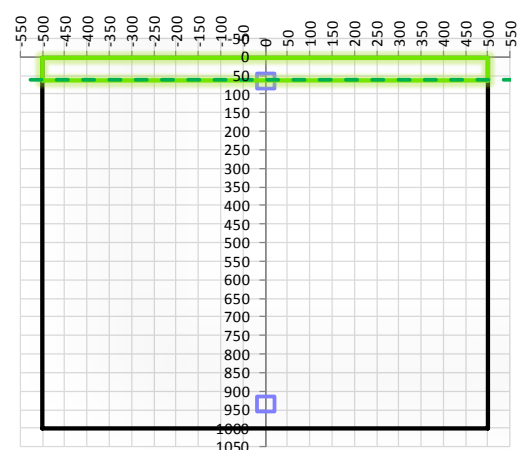
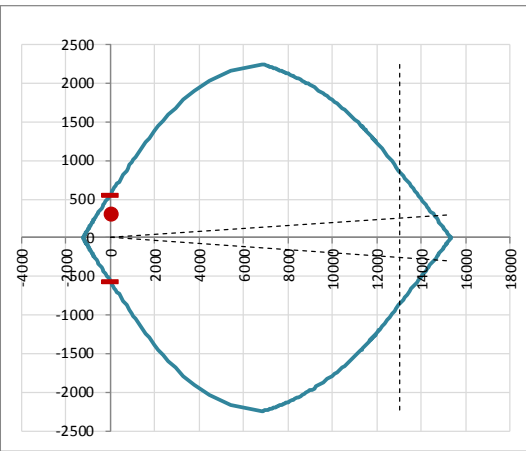
Per la verifica di capacità portante si rimanda allo specifico documento Rif. [1].

15.4. Verifiche di resistenza ultima

15.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE																																																								
CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
Calcestruzzo:																																																								
Classe	C25/30																																																							
R_{ck}	30,00 N/mm ²																																																							
f_{dk}	24,90 N/mm ²																																																							
f_{cm}	32,90 N/mm ²																																																							
f_{ctm}	2,56 N/mm ²																																																							
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²																																																							
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²																																																							
f_{ctm}	3,07 N/mm ²																																																							
E_{cm}	31447,16 N/mm ²																																																							
ϵ_{c2}	0,200 %																																																							
ϵ_{c3}	0,175 %																																																							
ϵ_{c4}	0,070 %																																																							
ϵ_{cu}	0,350 %																																																							
n	2,000																																																							
tipo cemento	N																																																							
																																																								
Acciaio:																																																								
Classe	B450C																																																							
Tipologia comportamentale	EL-PL																																																							
$k = (f_d/f_y)_k$	1																																																							
f_{yk}	450 N/mm ²																																																							
f_{tk}	540 N/mm ²																																																							
E_s	200000 N/mm ²																																																							
ϵ_{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	2,11																																																							
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																																																								
Sezione:																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1000 mm																																																							
Armature:																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y_i mm</th> <th>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td style="background-color: #d9ead3;">5</td> <td style="background-color: #d9ead3;">20</td> <td style="background-color: #d9ead3;">66</td> <td style="background-color: #d9ead3;">1570,7963</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td style="background-color: #d9ead3;">5</td> <td style="background-color: #d9ead3;">20</td> <td style="background-color: #d9ead3;">934</td> <td style="background-color: #d9ead3;">1570,7963</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #d9ead3;">0</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	1	5	20	66	1570,7963	2	5	20	934	1570,7963	3				0	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
1	5	20	66	1570,7963																																																				
2	5	20	934	1570,7963																																																				
3				0																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
Armatura di ripartizione:																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y_i mm</th> <th>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>superiore</td> <td style="background-color: #d9ead3;">5</td> <td style="background-color: #d9ead3;">16</td> <td style="background-color: #d9ead3;">48</td> <td style="background-color: #d9ead3;">1005,3096</td> </tr> <tr> <td>inferiore</td> <td style="background-color: #d9ead3;">5</td> <td style="background-color: #d9ead3;">16</td> <td style="background-color: #d9ead3;">952</td> <td style="background-color: #d9ead3;">1005,3096</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	superiore	5	16	48	1005,3096	inferiore	5	16	952	1005,3096																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
superiore	5	16	48	1005,3096																																																				
inferiore	5	16	952	1005,3096																																																				

15.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																													
CRITERI DI VERIFICA																																																																																													
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																													
Calcestruzzo																																																																																													
α_{cc}		0,85																																																																																											
γ_c		1,50																																																																																											
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																																										
Acciaio																																																																																													
γ_s		1,15																																																																																											
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																											
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																					
-	-	0,0	322,3	15339,32	-1229,32	561,88	-561,88	57%																																																																																					
<u>Sezione:</u>																																																																																													
				<table style="width:100%;"> <tr> <td><i>Fibre compresse</i></td> <td colspan="2"><i>Superiori</i></td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{c,max}$</td> <td style="text-align: right;">14,11</td> <td style="text-align: right;">N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{s,min}$</td> <td style="text-align: right;">-391,30</td> <td style="text-align: right;">N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{c,max}$</td> <td style="text-align: right;">0,35</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{s,min}$</td> <td style="text-align: right;">-4,99</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td style="text-align: right;">934,00</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td style="text-align: right;">61,26</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>x/d</td> <td style="text-align: right;">0,07</td> <td></td> </tr> </table>						<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>		$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²	$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	-4,99	%	d	934,00	mm	x	61,26	mm	x/d	0,07																																																													
<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>																																																																																												
$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²																																																																																											
$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																																																											
$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																											
$\epsilon_{s,min}$	-4,99	%																																																																																											
d	934,00	mm																																																																																											
x	61,26	mm																																																																																											
x/d	0,07																																																																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																																																													
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,0</td> <td>322,3</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </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]	-	-	0,0	322,3																																																																												
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																										
-	-	0,0	322,3																																																																																										

15.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>copriferro in asse barra [mm]</i>
strato1		5	20	66
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			1571 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			66 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	154,5 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	934 mm
Coefficiente	k	1,46
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,17%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,31 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	288,58 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	288,58 kN
Verifica		0,54 <i>Verifica soddisfatta</i>

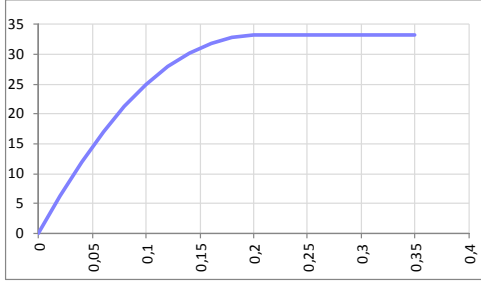
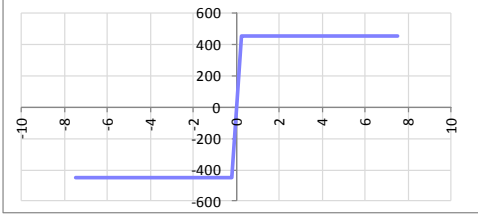
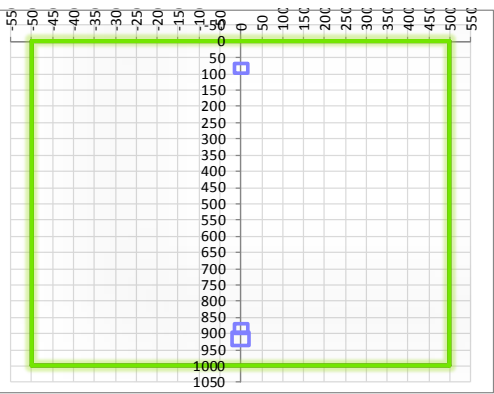
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	22,15 °

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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	843,07 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	2965,22 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	843,07 kN
Verifica		0,18 <i>Verifica soddisfatta</i>

15.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	237,2	Msd<Mf	0,300	393,14		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	53,6	-0,60	38,99	-5,60	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	237,2	-2,65	172,66	-24,80	Sezione parzializzata	

15.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = 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 =	10,89 = 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=	1000 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	916	1570,7963
3	5	16	884	1005,3096
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	934	1005,3096
				

15.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																																													
CRITERI DI VERIFICA																																																																																																													
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																																													
Calcestruzzo																																																																																																													
α_{cc}			0,85																																																																																																										
γ_c			1,50																																																																																																										
f_{cd}				22,13	N/mm ²																																																																																																								
$f_{ct,eff}$				2,58	N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																																							
Acciaio																																																																																																													
γ_s			1,15																																																																																																										
f_{yd}				391,30	N/mm ²																																																																																																								
ϵ_{yd}				0,196	%																																																																																																								
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																																					
-	-	172,2	437,0	20214,76	-1401,42	959,26	-472,07	46%																																																																																																					
<u>Sezione:</u>																																																																																																													
				<p><i>Fibre compresse Superiori</i></p> <p>$\sigma_{c,max} = 18,81$ N/mm²</p> <p>$\sigma_{s,min} = -391,30$ N/mm²</p> <p>$\epsilon_{c,max} = 0,35$ %</p> <p>$\epsilon_{s,min} = -3,70$ %</p> <p>$d = 916,00$ mm</p> <p>$x = 79,16$ mm</p> <p>$x/d = 0,09$</p>																																																																																																									
<u>Domino M-N</u>																																																																																																													
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #ADD8E6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">-</td> <td style="background-color: #ADD8E6;">-</td> <td style="background-color: #ADD8E6;">172,2</td> <td style="background-color: #ADD8E6;">437,0</td> </tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> <tr><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td><td style="background-color: #ADD8E6;"> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	-	-	172,2	437,0																																																																																												
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																																										
-	-	172,2	437,0																																																																																																										

15.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE	
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c 1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc} 0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1		10	16	84	2011
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				2011 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*				84 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	172,2 kN
Taglio	V_{Ed}	171,8 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	916 mm
Coefficiente	k	1,47
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,22%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,17 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,36 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	351,98 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	351,98 kN
Verifica		0,49 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,009153083
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,009153083
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	826,82 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3912,92 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	826,82 kN
Verifica		0,21 <i>Verifica soddisfatta</i>

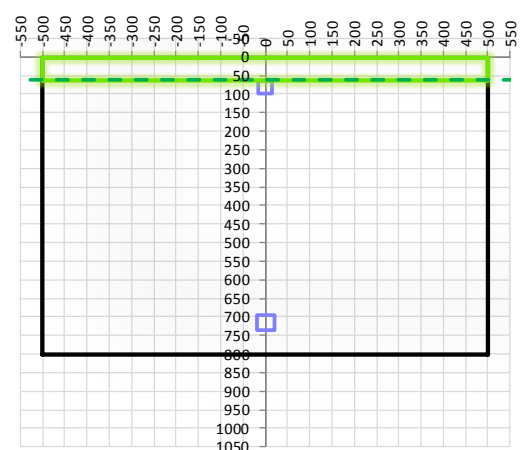
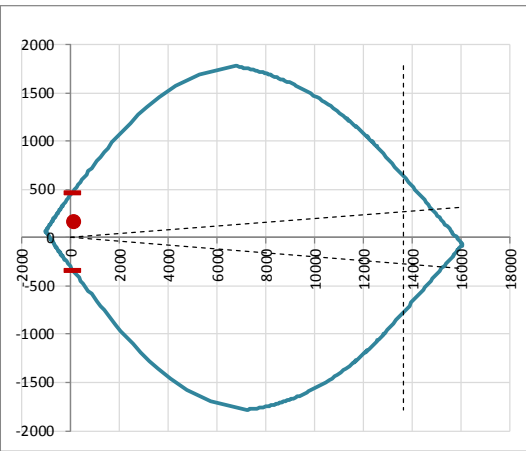
15.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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									
Fessurazione									
Condit. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
Tensioni in esercizio									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
Fessurazione									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	167,3	328,7	Msd < Mf	0,200	514,48	-	
Tensioni in esercizio									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	146,3	180,8	-1,88	59,80	-20,37	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	167,3	328,7	-3,41	125,93	-35,23	Sezione parzializzata	

15.4.3. Piedritto – sezione a 200cm da estradosso fondazione

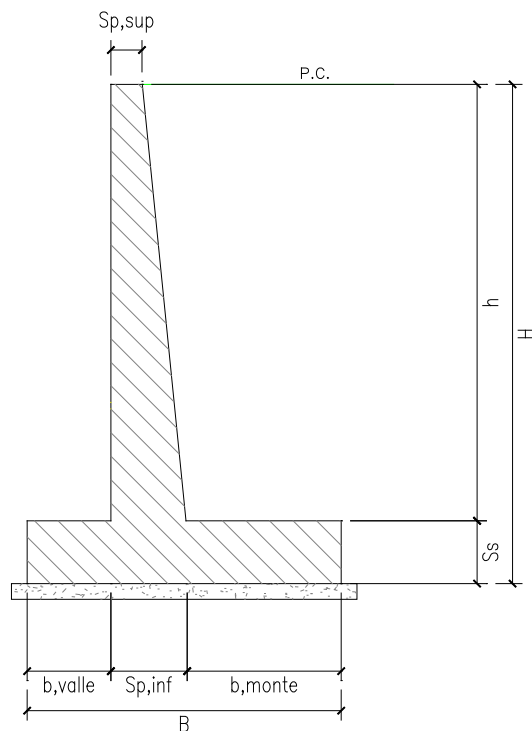
SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{ck}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportamer	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine=	11,00 = 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=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	16	82	1005,3096
2	5	20	716	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	16	66	1005,3096
inferiore	5	16	734	1005,3096

15.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO													
CRITERI DI VERIFICA													
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>													
Calcestruzzo													
α_{cc}		0,85											
γ_c		1,50											
f_{cd}		22,13 N/mm ²											
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$										
Acciaio													
γ_s		1,15											
f_{yd}		391,30 N/mm ²											
ϵ_{yd}		0,196 %											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd					
-	-	93,2	171,8	16058,71	-1008,04	472,26	-332,96	36%					
<u>Sezione:</u>													
				<i>Fibre compresse Superiori</i>									
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²							
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²							
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%							
				$\epsilon_{s,min}$	-3,71	%							
				d	716,00	mm							
				x	61,69	mm							
x/d	0,09												
<u>Dominio M-N</u>													
				Combinazione		fram/nodo		NSd [kN]		MSd [kNm]			
				-		-		93,2		171,8			

15.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	Msd<Mf	0,200	315,79		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	77,3	50,7	-0,90	26,17	-8,94	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	-2,34	96,25	-20,04	Sezione parzializzata	

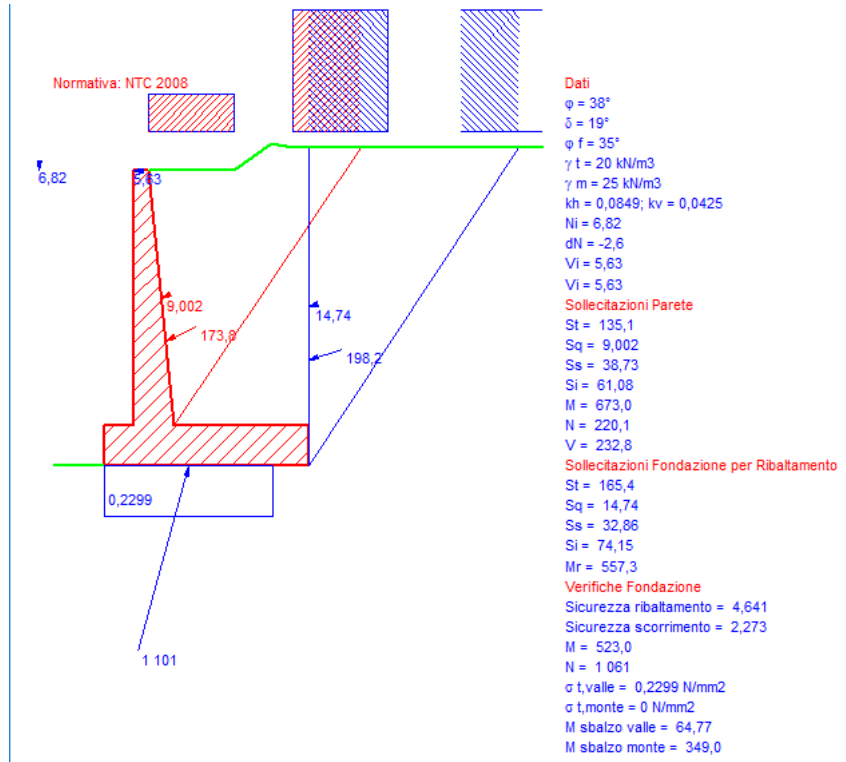
16. MURO A MENSOLA - H = 7.00m**16.1. Geometria della struttura****Dimensioni geometriche trasversali:**

- B = 5.60 m
- b_{monte} = 3.70 m
- b_{valle} = 0.80 m
- h = 6.00 m
- H = 7.10 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 1.10 m
- S_s = 1.10 m

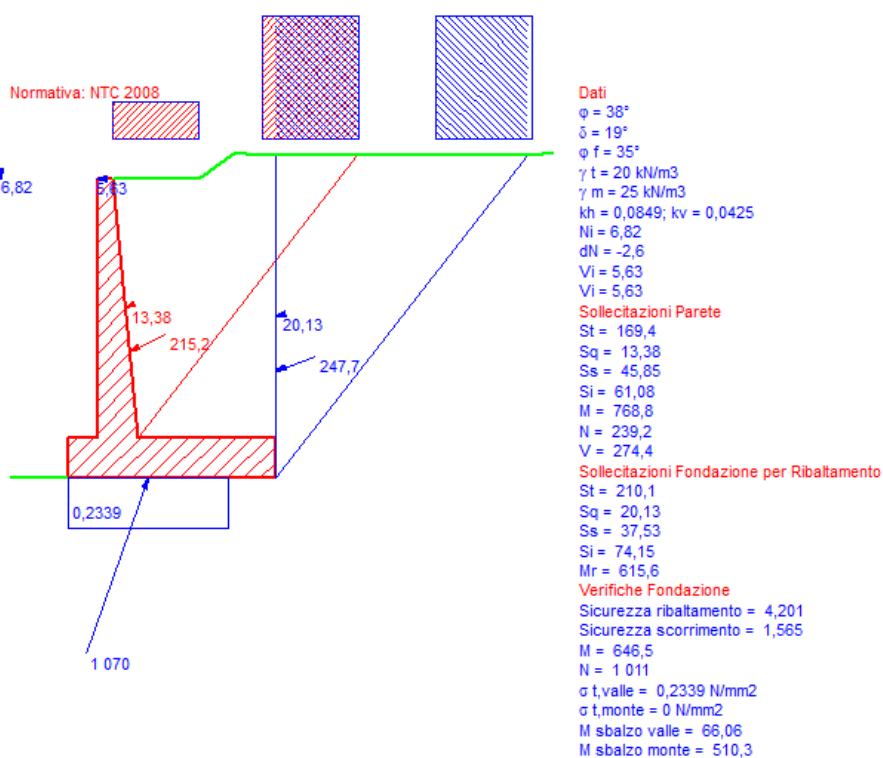
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

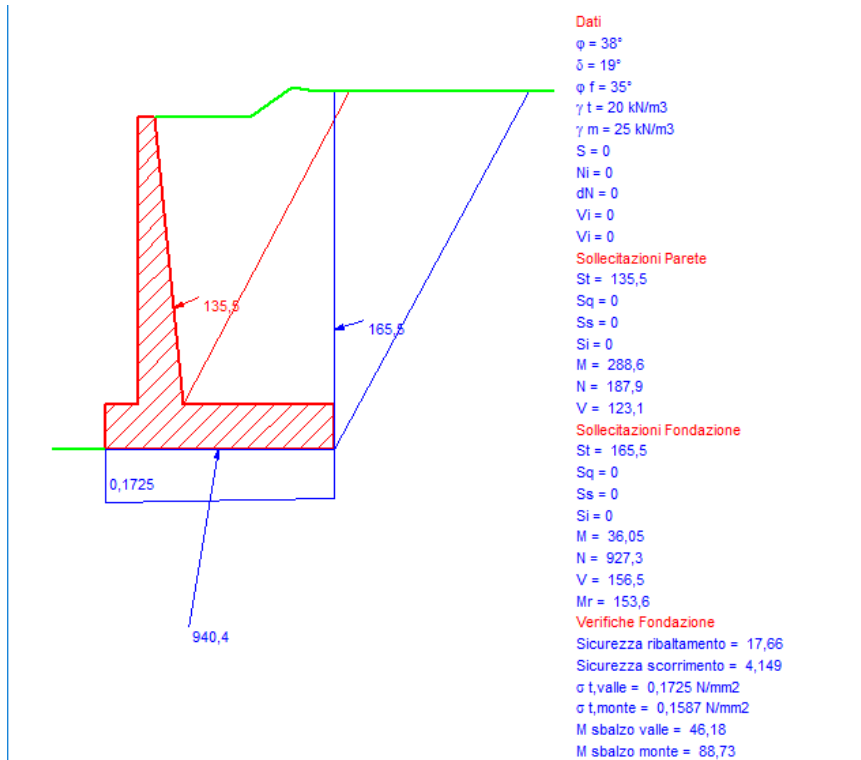
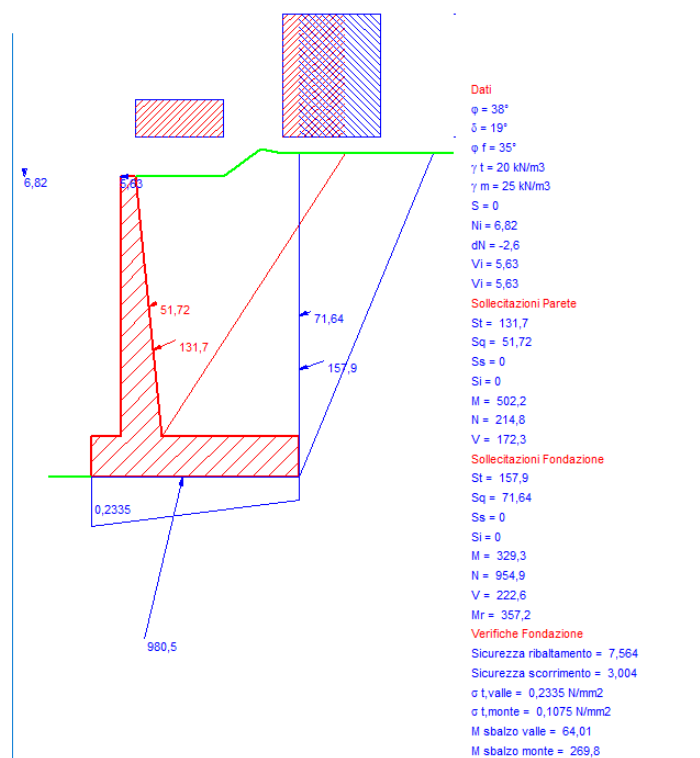
16.2. Calcolo delle sollecitazioni

16.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1



16.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



16.2.3. Combinazione Quasi Permanente**16.2.4. Combinazione Caratteristica**

16.3. Verifiche globali

16.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 333.00 \text{ kN}$$

$$N = 930.30 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.565 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

16.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 615.60 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 2586.0 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{r,d} / M_{s,d} = 4.201 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

16.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 1011.0 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 351.10 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 646.50 \text{ kNm/m}$$

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

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

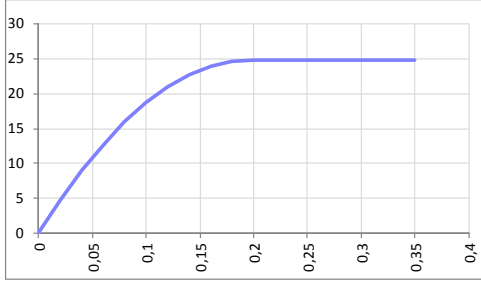
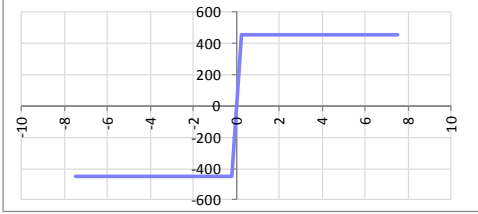
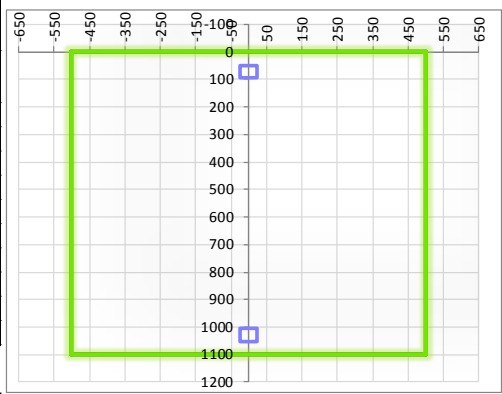
Codifica Documento
E E2 CL R161 02 001

Rev.
A

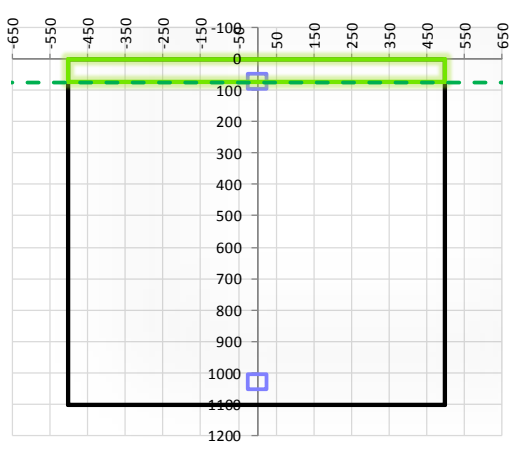
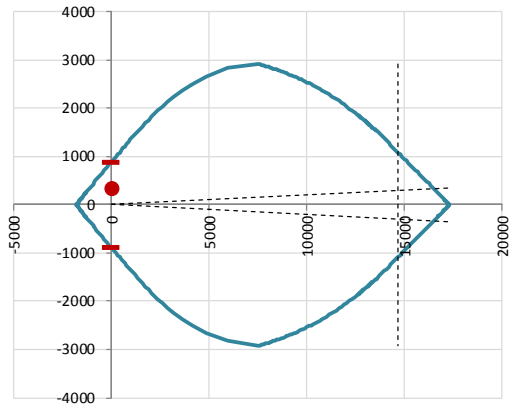
Foglio
99 di 141

16.4. Verifiche di resistenza ultima

16.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{dk}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	24	72	2261,9467
2	5	24	1028	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 _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1050	1570,7963

16.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																																																													
CRITERI DI VERIFICA																																																																																													
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																																																													
Calcestruzzo																																																																																													
α_{cc}		0,85																																																																																											
γ_c		1,50																																																																																											
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																										
Acciaio																																																																																													
γ_s		1,15																																																																																											
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																											
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																					
-	-	0,0	349,0	17291,22	-1770,22	880,99	-880,99	40%																																																																																					
<u>Sezione:</u>																																																																																													
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																																																																							
				$\sigma_{c,max}$	14,11	N/mm ²																																																																																							
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																																																																							
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																																																																							
				$\epsilon_{s,min}$	-4,52	%																																																																																							
				d	1028,00	mm																																																																																							
				x	73,91	mm																																																																																							
x/d	0,07																																																																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																																																													
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">0,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">349,0</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> <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> <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]	-	-	0,0	349,0																																																																												
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																										
-	-	0,0	349,0																																																																																										

16.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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	72
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			1571 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			72 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	161,9 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1028 mm
Coefficiente	k	1,44
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,15%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	310,59 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	310,59 kN
Verifica		0,52 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	927,92 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3263,64 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	927,92 kN
Verifica		0,17 <i>Verifica soddisfatta</i>

16.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	269,8	Msd<Mf	0,300	490,00		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	88,7	-0,72	41,00	-7,13	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	269,8	-2,18	124,68	-21,69	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

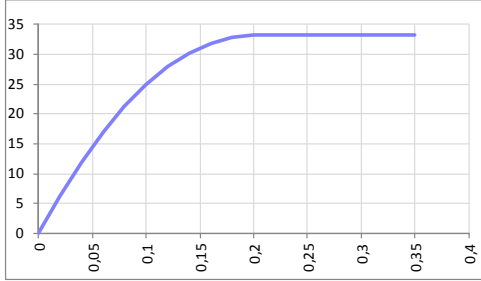
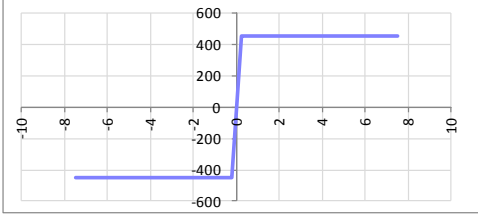
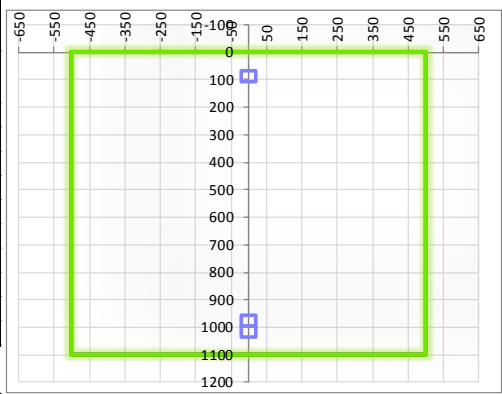
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
103 di 141

16.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = 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 =	10,85 = 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	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
1	5	20	86	1570,7963
2	5	20	1014	1570,7963
3	5	20	974	1570,7963
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
superiore	5	18	67	1272,345
inferiore	5	18	1033	1272,345

16.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}		0,85																																															
γ_c		1,50																																															
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																															
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																														
Acciaio																																																	
γ_s		1,15																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																															
ϵ_{yd}		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	220,1	673,0	22538,64	-1843,98	1285,09	-758,36	52%																																									
<u>Sezione:</u>																																																	
				<i>Fibre compresse Superiori</i>																																													
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-3,55	%																																											
				d	1014,00	mm																																											
				x/d	0,09																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>-</td> <td>-</td> <td>220,1</td> <td>673,0</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </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]	-	-	220,1	673,0																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				-	-	220,1	673,0																																										

16.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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		10	16	86
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	A_s			2011 mm ²
Posizione della barra equivalente	c^*			86 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	220,1 kN
Taglio	V_{Ed}	232,8 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1014 mm
Coefficiente	k	1,44
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,20%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,20 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,35 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	385,31 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	385,31 kN
Verifica		0,60 <i>Verifica soddisfatta</i>

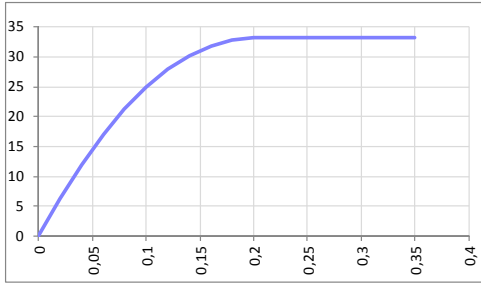
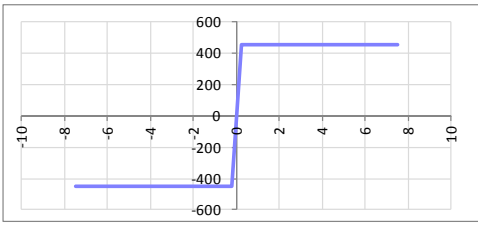
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,01063559
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,01063559
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	915,28 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4337,91 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	915,28 kN
Verifica		0,25 <i>Verifica soddisfatta</i>

16.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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									
Fessurazione									
Condiz. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
Tensioni in esercizio									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
Fessurazione									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	214,8	502,2	Msd < Mf	0,200	639,62	-	
Tensioni in esercizio									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	187,9	288,6	-2,35	75,58	-25,80	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	214,8	502,2	-4,05	147,75	-43,07	Sezione parzializzata	

16.4.3. Piedritto – sezione a 300cm da estradosso fondazione

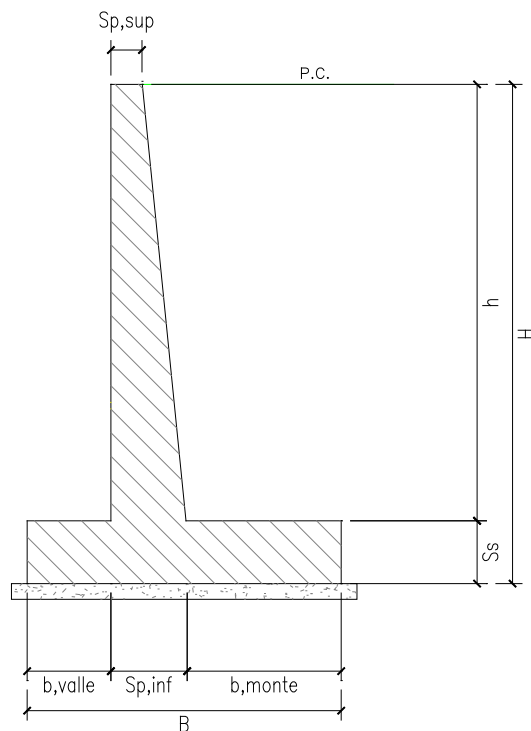
SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{ck}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine =	11,00 = 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=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	86	1570,7963
2	5	20	714	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	18	67	1272,345
inferiore	5	18	733	1272,345

16.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}		0,85																																															
γ_c		1,50																																															
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																															
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																														
Acciaio																																																	
γ_s		1,15																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																															
ϵ_{yd}		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	93,2	182,9	16279,99	-1229,32	474,57	-474,57	39%																																									
<u>Sezione:</u>																																																	
				<i>Fibre compresse Superiori</i>																																													
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-3,38	%																																											
				d	714,00	mm																																											
				x/d	0,09																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>-</td> <td>-</td> <td>93,2</td> <td>182,9</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </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]	-	-	93,2	182,9																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				-	-	93,2	182,9																																										

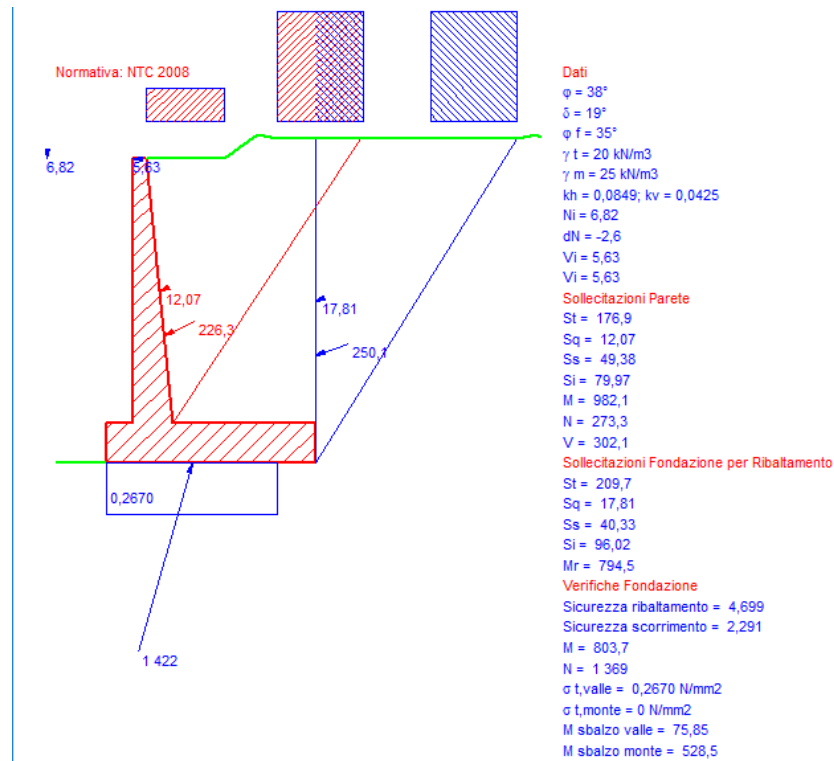
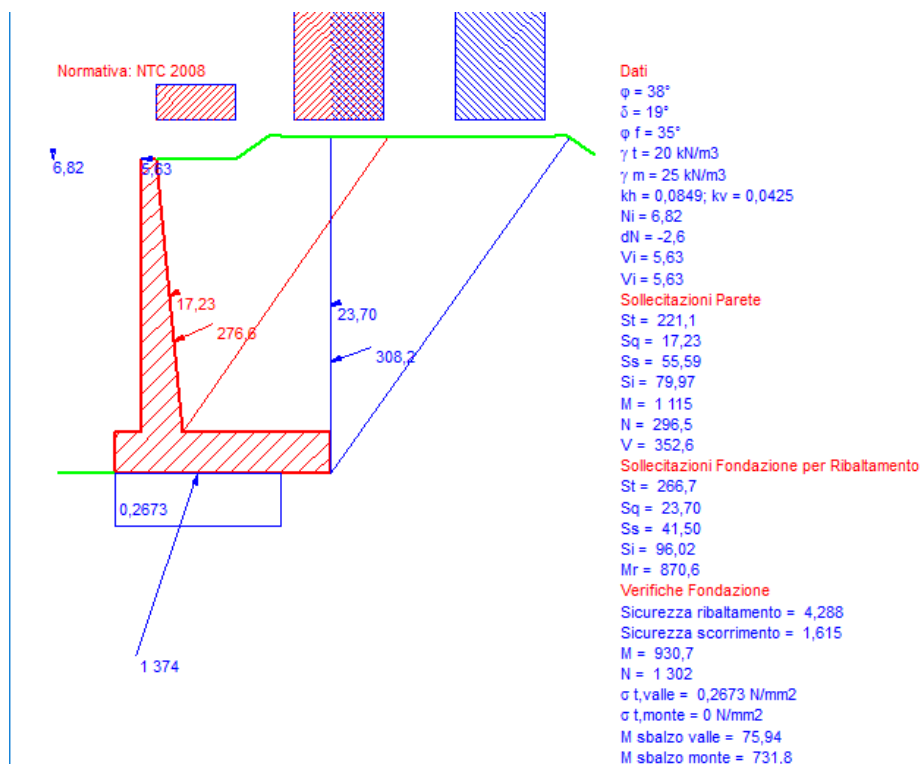
16.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	Msd<Mf	0,200	318,40		
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	77,3	50,7	-0,88	26,16	-8,44	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	-2,29	96,56	-18,63	Sezione parzializzata	

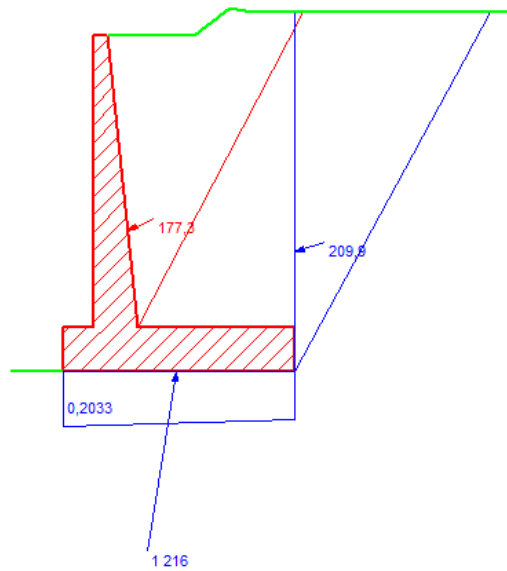
17. MURO A MENSOLA - H = 8.00m**17.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 6.30 m
- b_{monte} = 4.30 m
- b_{valle} = 0.80 m
- h = 8.00 m
- H = 9.20 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 1.20 m
- S_s = 1.20 m

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

17.2. Calcolo delle sollecitazioni**17.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1****17.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2**

17.2.3. Combinazione Quasi Permanente



Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_i = 0$

Sollecitazioni Parete

$St = 177,3$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 431,4$
 $N = 234,1$
 $V = 161,0$

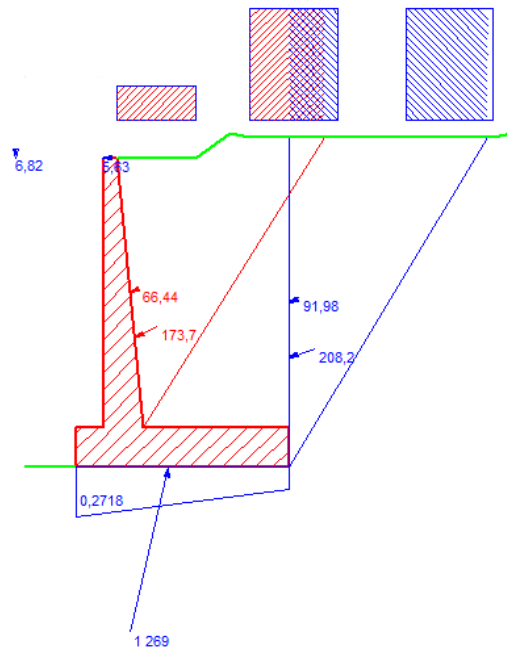
Sollecitazioni Fondazione

$St = 209,9$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 85,36$
 $N = 1\ 199$
 $V = 198,4$
 $Mr = 219,7$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 17,80
 Sicurezza scorrimento = 4,232
 $\sigma t, \text{valle} = 0,2033 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,1775 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 55,10$
 $M \text{ sbalzo monte} = 138,0$

17.2.4. Combinazione Caratteristica



Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 6,82$
 $dN = -2,6$
 $V_i = 5,63$
 $V_i = 5,63$

Sollecitazioni Parete

$St = 173,7$
 $Sq = 66,44$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 726,0$
 $N = 267,2$
 $V = 223,8$

Sollecitazioni Fondazione

$St = 208,2$
 $Sq = 91,98$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 500,6$
 $N = 1\ 235$
 $V = 289,5$
 $Mr = 508,6$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 7,668
 Sicurezza scorrimento = 2,989
 $\sigma t, \text{valle} = 0,2718 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,1204 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 75,32$
 $M \text{ sbalzo monte} = 401,1$

17.3. Verifiche globali

17.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 415.40 \text{ kN}$$

$$N = 1198.00 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.615 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

17.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 870.60 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 3734.0 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{s,d} / M_{r,d} = 4.288 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

17.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{sd} = 1302.0 \text{ kN/m}$$

$$V_{sd} = 438.40 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = 930.70 \text{ kNm/m}$$

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

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

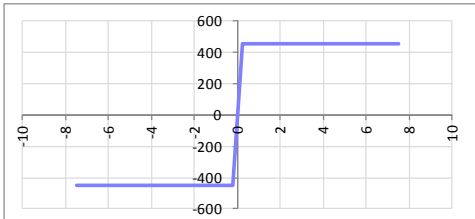
Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
114 di 141

17.4. Verifiche di resistenza ultima

17.4.1. Fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C25/30			
R_{ck}	30,00 N/mm ²			
f_{dk}	24,90 N/mm ²			
f_{cm}	32,90 N/mm ²			
f_{ctm}	2,56 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²			
f_{ctm}	3,07 N/mm ²			
E_{cm}	31447,16 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{cu}	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
Acciaio:				
Classe	B450C			
Tipologia comportament	EL-PL			
$k = (f_d/f_y)_k$	1			
f_{yk}	450 N/mm ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{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 =	12,69 = 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				
Sezione:				
B=	1000 mm			
H=	1200 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
1	5	24	72	2261,9467
2	5	24	1128	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_i mm	A_s mm²
superiore	5	20	50	1570,7963
inferiore	5	20	1150	1570,7963
				

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
115 di 141

17.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
Coefficienti di sicurezza allo SLU																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}	0,85																																																
γ_c	1,50																																																
f_{cd}	16,60 N/mm ²																																																
$f_{ct,eff}$	2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																															
Acciaio																																																	
γ_s	1,15																																																
f_{yd}	391,30 N/mm ²																																																
ϵ_{yd}	0,196 %																																																
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	0,0	528,5	18702,22	-1770,22	969,51	-969,51	55%																																									
Sezione:																																																	
				<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Fibre compresse</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Superiori</i></td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{c,max}$ =</td> <td>14,11 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{s,min}$ =</td> <td>-391,30 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{c,max}$ =</td> <td>0,35 %</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{s,min}$ =</td> <td>-4,99 %</td> </tr> <tr> <td>d =</td> <td>1128,00 mm</td> </tr> <tr> <td>x =</td> <td>73,91 mm</td> </tr> <tr> <td>x/d =</td> <td>0,07</td> </tr> </table>						<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>	$\sigma_{c,max}$ =	14,11 N/mm ²	$\sigma_{s,min}$ =	-391,30 N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$ =	0,35 %	$\epsilon_{s,min}$ =	-4,99 %	d =	1128,00 mm	x =	73,91 mm	x/d =	0,07																								
<i>Fibre compresse</i>	<i>Superiori</i>																																																
$\sigma_{c,max}$ =	14,11 N/mm ²																																																
$\sigma_{s,min}$ =	-391,30 N/mm ²																																																
$\epsilon_{c,max}$ =	0,35 %																																																
$\epsilon_{s,min}$ =	-4,99 %																																																
d =	1128,00 mm																																																
x =	73,91 mm																																																
x/d =	0,07																																																
Dominio M-N																																																	
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; background-color: #90EE90;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #90EE90;">Combinazione</th> <th style="background-color: #90EE90;">fram/nodo</th> <th style="background-color: #90EE90;">NSd [kN]</th> <th style="background-color: #90EE90;">MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">-</td> <td style="background-color: #90EE90;">0,0</td> <td style="background-color: #90EE90;">528,5</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]	-	-	0,0	528,5																																
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																														
-	-	0,0	528,5																																														

17.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 ²]
strato1		5	20	72	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 ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	72 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	189,6 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1128 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,14%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,74 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	333,74 kN
Verifica		0,57 <i>Verifica soddisfatta</i>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{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 ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1018,18 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	3581,12 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1018,18 kN
Verifica		0,19 <i>Verifica soddisfatta</i>

17.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	401,1	Msd<Mf	0,300	578,84	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	138,0	-0,96	57,92	-9,85	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	401,1	-2,80	168,34	-28,62	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

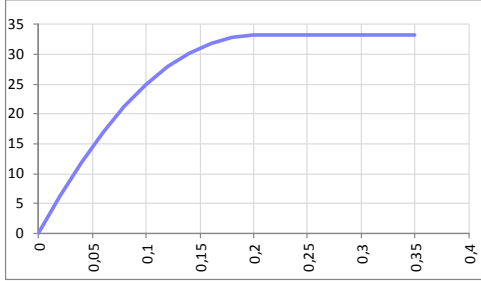
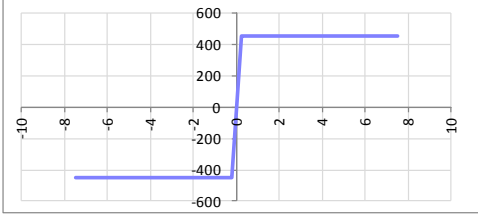
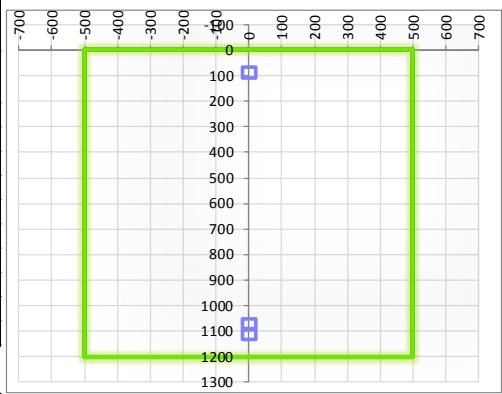
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
118 di 141

17.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,91			
n, lungo termine =	10,81 = 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_i mm	A_s mm²
1	5	20	88	1570,7963
2	5	20	1112	1570,7963
3	5	20	1072	1570,7963
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y_i mm	A_s mm²
superiore	5	20	68	1570,7963
inferiore	5	20	1132	1570,7963
				

17.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE	
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c 1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc} 0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 ²]
strato1		10	16	88	2011
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	2011 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	88 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	273,3 kN
Taglio	V_{Ed}	302,1 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1112 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,18%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,23 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	V_{min}	0,34 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	419,10 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	419,10 kN
Verifica		0,72 <i>Verifica soddisfatta</i>

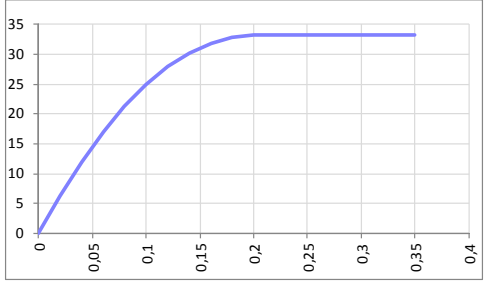
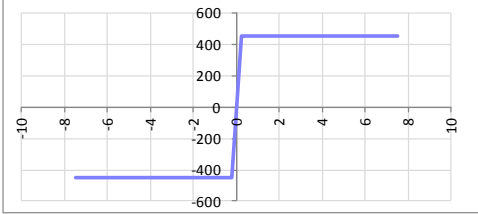
ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	ϕ	14 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	α	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	θ_{min}	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	v_1	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	18,81333333 N/mm ²
Area armatura a taglio	A_{st}	512,61 mm ²
	σ_{cp}/f_{cd}	0,012105776
Coefficiente di interazione	α_{cw}	1,012105776
Resistenza a taglio per rottura delle armature	V_{rds}	1003,74 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	V_{rcd}	4764,08 kN
Resistenza al taglio	V_{rd}	1003,74 kN
Verifica		0,30 <i>Verifica soddisfatta</i>

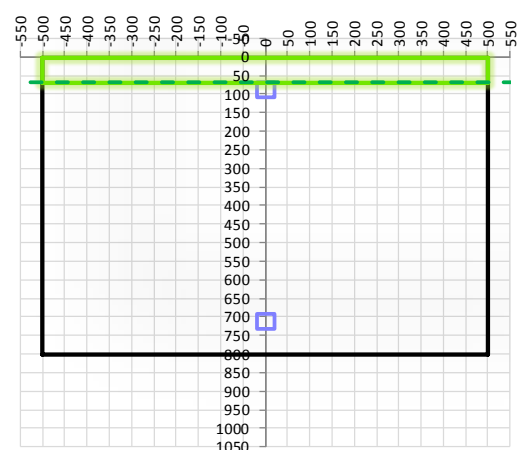
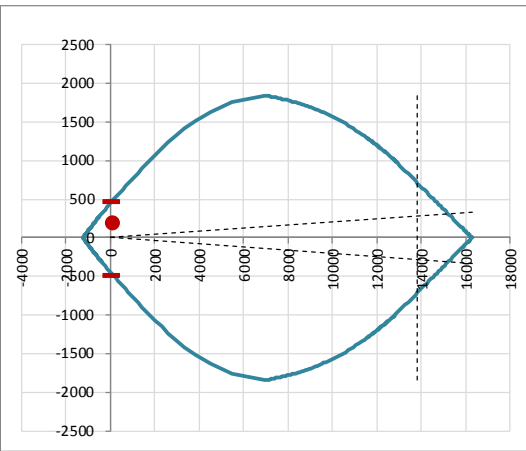
17.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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									
Fessurazione									
Condit. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
Tensioni in esercizio									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
Fessurazione									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	267,2	726,0	Msd < Mf	0,200	762,86	-	
Tensioni in esercizio									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	234,1	431,4	-3,01	105,16	-33,30	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	267,2	726,0	-5,04	195,37	-54,10	Sezione parzializzata	

17.4.3. Piedritto – sezione a 400cm da estradosso fondazione

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{dk}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogenizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine =	11,00 = 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=	800 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	88	1570,7963
2	5	20	712	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	68	1570,7963
inferiore	5	20	732	1570,7963

17.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																	
CRITERI DI VERIFICA																																																	
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																	
Calcestruzzo																																																	
α_{cc}		0,85																																															
γ_c		1,50																																															
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																															
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																														
Acciaio																																																	
γ_s		1,15																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																															
ϵ_{yd}		0,196 %																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																									
-	-	93,2	193,8	16279,99	-1229,32	474,41	-474,41	41%																																									
<u>Sezione:</u>																																																	
				<i>Fibre compresse Superiori</i>																																													
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																											
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																											
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																											
				$\epsilon_{s,min}$	-3,32	%																																											
				d	712,00	mm																																											
				x/d	0,10																																												
<u>Dominio M-N</u>																																																	
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>-</td> <td>-</td> <td>93,2</td> <td>193,8</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </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]	-	-	93,2	193,8																																
				Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																										
				-	-	93,2	193,8																																										

17.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	Msd < Mf	0,200	318,00	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	77,3	50,7	-0,88	26,25	-8,36	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	92,7	129,4	-2,31	96,89	-18,35	Sezione parzializzata	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

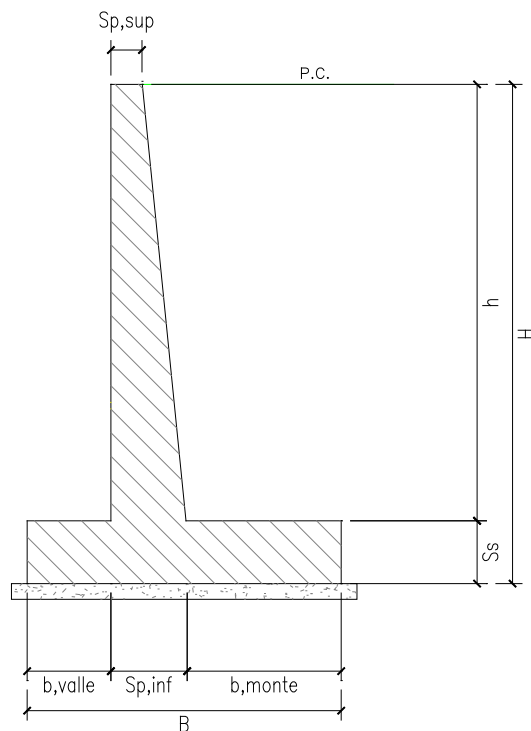
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
125 di 141

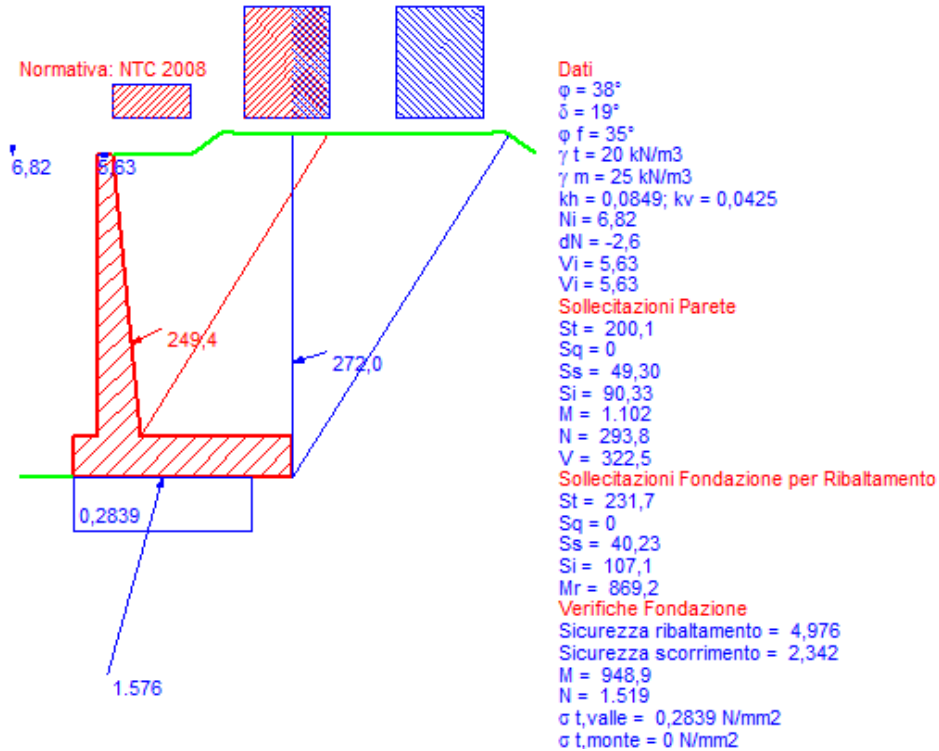
18. MURO A MENSOLA - H = 8.50m**18.1. Geometria della struttura**Dimensioni geometriche trasversali:

- B = 6.60 m
- b_{monte} = 4.60 m
- b_{valle} = 0.80 m
- h = 8.50 m
- H = 9.70 m
- $S_{p,sup}$ = 0.40 m
- $S_{p,inf}$ = 1.25 m
- S_s = 1.20 m

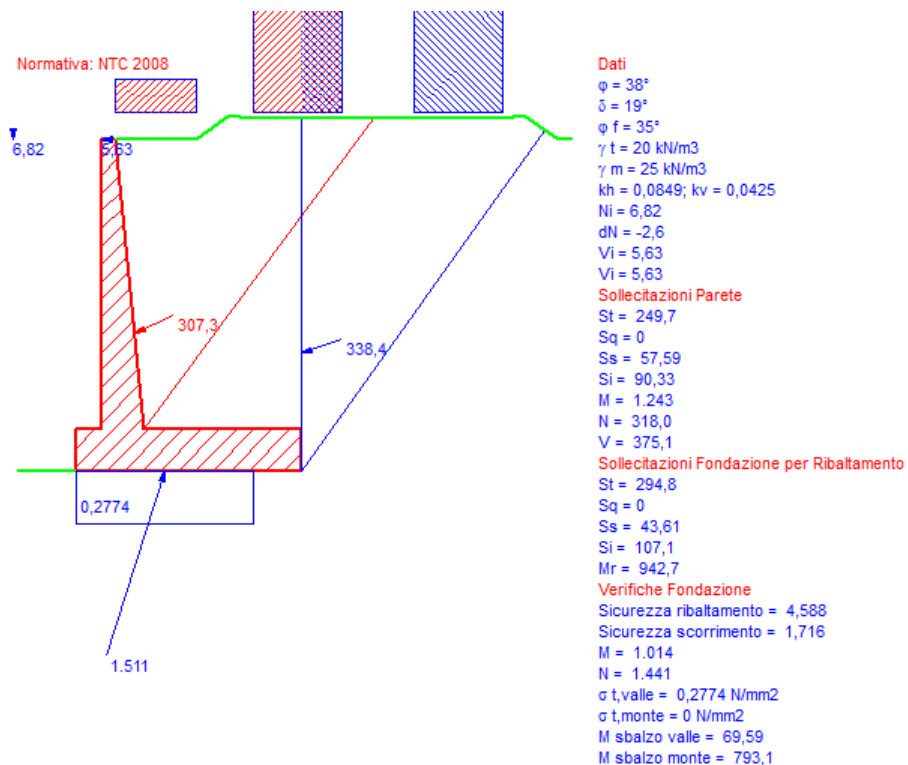
La falda si trova al di sotto del piano di fondazione dei muri e pertanto non interessa la struttura

18.2. Calcolo delle sollecitazioni

18.2.1. Approccio 1 – Combinazione 1

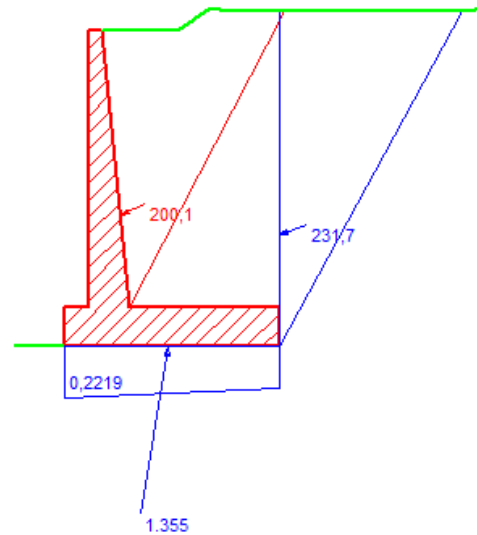


18.2.2. Approccio 1 – Combinazione 2



18.2.3. Combinazione Quasi Permanente

Normativa: DM 1996



Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 0$
 $dN = 0$
 $V_i = 0$
 $V_i = 0$

Sollecitazioni Parete

$St = 200,1$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 517,4$
 $N = 259,0$
 $V = 181,8$

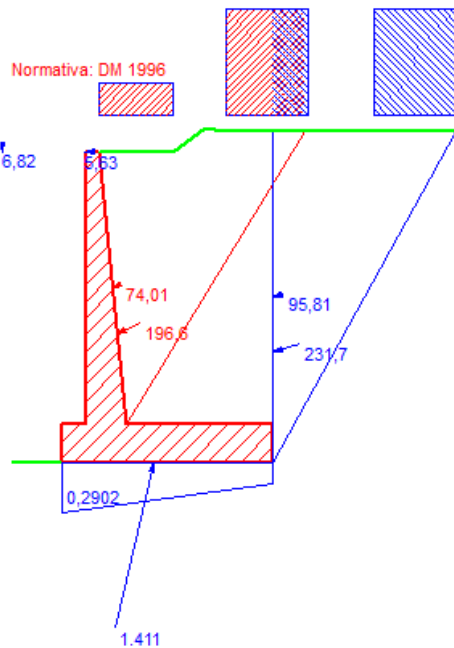
Sollecitazioni Fondazione

$St = 231,7$
 $Sq = 0$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 139,5$
 $N = 1.337$
 $V = 219,1$
 $Mr = 256,5$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 17,66
 Sicurezza scorrimento = 4,274
 $\sigma t, \text{valle} = 0,2219 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,1834 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 53,55$
 $M \text{ sbalzo monte} = 171,9$

18.2.4. Combinazione Caratteristica



Normativa: DM 1996

Dati

$\varphi = 38^\circ$
 $\delta = 19^\circ$
 $\varphi f = 35^\circ$
 $\gamma t = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma m = 25 \text{ kN/m}^3$
 $S = 0$
 $N_i = 6,82$
 $dN = -2,6$
 $V_i = 5,63$
 $V_i = 5,63$

Sollecitazioni Parete

$St = 196,6$
 $Sq = 74,01$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 858,3$
 $N = 295,3$
 $V = 251,5$

Sollecitazioni Fondazione

$St = 231,7$
 $Sq = 95,81$
 $Ss = 0$
 $Si = 0$
 $M = 594,1$
 $N = 1.375$
 $V = 315,3$
 $Mr = 573,1$

Verifiche Fondazione

Sicurezza ribaltamento = 7,883
 Sicurezza scorrimento = 3,055
 $\sigma t, \text{valle} = 0,2902 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma t, \text{monte} = 0,1266 \text{ N/mm}^2$
 $M \text{ sbalzo valle} = 71,44$
 $M \text{ sbalzo monte} = 465,6$

18.3. Verifiche globali

18.3.1. Verifica a scorrimento

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

$$V = 432.70 \text{ kN}$$

$$N = 1325.00 \text{ kN}$$

$$\eta_s = N (\text{tg } \phi'_{d,M2}) / V = 1.716 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

18.3.2. Verifica a ribaltamento

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

$$M_{r,d} = 942.70 \text{ kNm (momento ribaltante)}$$

$$M_{s,d} = 4325.0 \text{ kNm (momento stabilizzante)}$$

$$\eta_R = M_{s,d} / M_{r,d} = 4.588 > 1.0$$

La verifica risulta soddisfatta.

18.3.3. Verifica a capacità portante

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

$$N_{Sd} = 1441.0 \text{ kN/m}$$

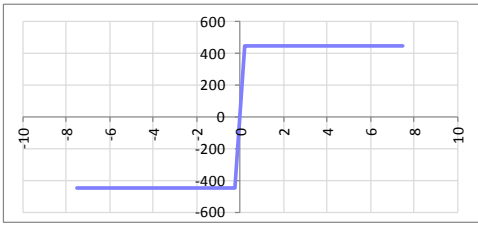
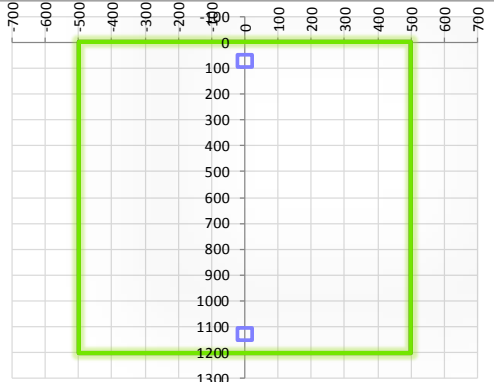
$$V_{Sd} = 456.10 \text{ kN/m}$$

$$M_{Sd} = 1014.00 \text{ kNm/m}$$

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

18.4. Verifiche di resistenza ultima

18.4.1. Fondazione

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
Calcestruzzo:																																																								
Classe	C25/30																																																							
R_{ck}	30,00 N/mm ²																																																							
f_{ck}	24,90 N/mm ²																																																							
f_{cm}	32,90 N/mm ²																																																							
f_{ctm}	2,56 N/mm ²																																																							
$f_{ctk,0.05}$	1,79 N/mm ²																																																							
$f_{ctk,0.95}$	3,33 N/mm ²																																																							
f_{ctm}	3,07 N/mm ²																																																							
E_{cm}	31447,16 N/mm ²																																																							
ϵ_{c2}	0,200 %																																																							
ϵ_{c3}	0,175 %																																																							
ϵ_{c4}	0,070 %																																																							
ϵ_{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 ²																																																							
f_{tk}	540 N/mm ²																																																							
E_s	200000 N/mm ²																																																							
ϵ_{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 =	12,69 = 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																																																								
Sezione:																																																								
B=	1000 mm																																																							
H=	1200 mm																																																							
Armature:																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y_i mm</th> <th>As mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td><td>24</td><td>72</td><td>2261,9467</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td>24</td><td>1128</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 _i mm	As mm ²	1	5	24	72	2261,9467	2	5	24	1128	2261,9467	3				0	4				0	5				0	6				0	7				0	8				0	9				0	10				0	
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²																																																				
1	5	24	72	2261,9467																																																				
2	5	24	1128	2261,9467																																																				
3				0																																																				
4				0																																																				
5				0																																																				
6				0																																																				
7				0																																																				
8				0																																																				
9				0																																																				
10				0																																																				
Armatura di ripartizione:																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pos.</th> <th>n° barre</th> <th>∅ mm</th> <th>y_i mm</th> <th>As mm²</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>1150</td><td>1570,7963</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²	superiore	5	20	50	1570,7963	inferiore	5	20	1150	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²																																																				
superiore	5	20	50	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	1150	1570,7963																																																				

Doc. N.

Progetto
INOR

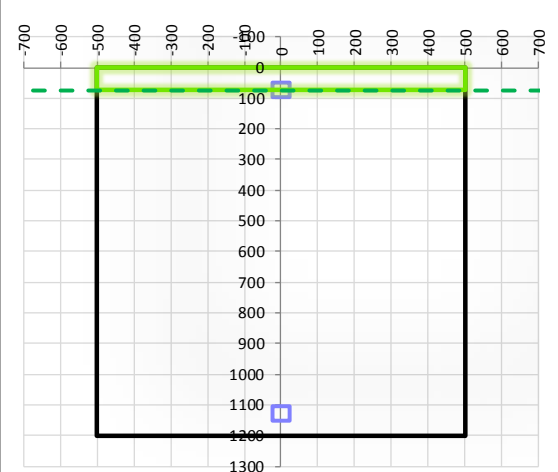
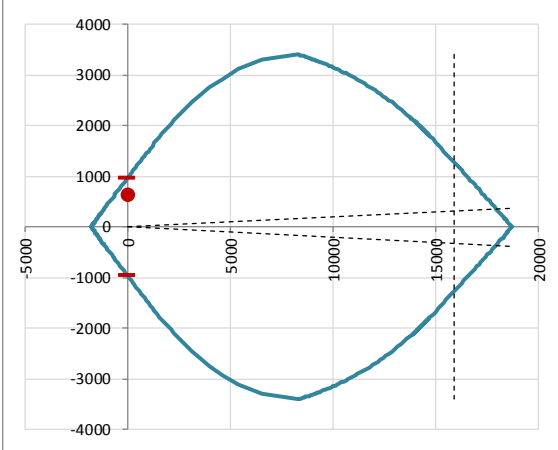
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
131 di 141

18.4.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																																																	
Coefficienti di sicurezza allo SLU																																																																																																	
Calcestruzzo																																																																																																	
α_{cc}		0,85																																																																																															
γ_c		1,50																																																																																															
f_{cd}		16,60 N/mm ²																																																																																															
$f_{ct,eff}$		2,13 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																																														
Acciaio																																																																																																	
γ_s		1,15																																																																																															
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																																															
E_{yd}		0,196 %																																																																																															
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																																																	
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																																									
-	-	0,0	613,7	18702,22	-1770,22	969,51	-969,51	63%																																																																																									
Sezione:																																																																																																	
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 14,11 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -4,99 % d = 1128,00 mm x = 73,91 mm x/d = 0,07		Superiori $\sigma_{c,max}$ = 14,11 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -4,99 %																																																																																											
Dominio M-N																																																																																																	
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,0</td> <td>613,7</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	-	-	0,0	613,7																																																																																
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																																														
-	-	0,0	613,7																																																																																														

18.4.1.2. 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	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_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 ²]
strato1		5	20	72	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 ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	72 mm			

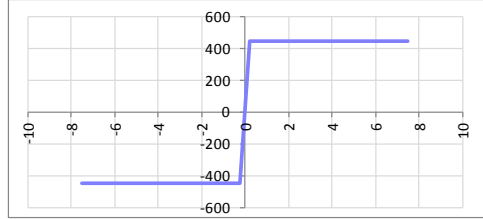
SOLLECITAZIONI	
Load Case	-
Frame	-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed} 0 kN
Taglio	V_{Ed} 190,4 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1128 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,14%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	2,82 N/mm ²
	v_{min}	0,30 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	333,74 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	333,74 kN
Verifica		0,57 Verifica soddisfatta

18.4.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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>									
Condz. Ambientali:	1	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Ordinarie								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
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>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N	M	w _d	w _{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	0,0	465,6	Msd<Mf	0,300	578,84	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	0,0	171,9	-1,20	72,15	-12,27	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	0,0	465,6	-3,25	195,41	-33,23	Sezione parzializzata	

18.4.2. Piedritto – sezione di base piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{ck}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,91			
n, lungo termine =	10,80 = 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=	1250 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²
1	5	20	88	1570,7963
2	5	24	1160	2261,9467
3	5	24	1112	2261,9467
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
Armatura di ripartizione:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²
superiore	5	20	68	1570,7963
inferiore	5	20	1182	1570,7963

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL R161 02 001

Rev.
A

Foglio
135 di 141

18.4.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																													
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																																													
Calcestruzzo																																																																													
α_{cc}		0,85																																																																											
γ_c		1,50																																																																											
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	$=f_{ctm} / 1,2$																																																																										
Acciaio																																																																													
γ_s		1,15																																																																											
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																											
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																					
-	-	293,8	1102,0	25901,55	-2384,88	2082,98	-921,82	53%																																																																					
<i>Sezione:</i>																																																																													
				<table border="0"> <tr> <td><i>Fibre compresse</i></td> <td></td> <td><i>Superiori</i></td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{c,max}$</td> <td>=</td> <td>18,81 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{s,min}$</td> <td>=</td> <td>-391,30 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{c,max}$</td> <td>=</td> <td>0,35 %</td> </tr> <tr> <td>$\epsilon_{s,min}$</td> <td>=</td> <td>-3,11 %</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>=</td> <td>1160,00 mm</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>=</td> <td>117,43 mm</td> </tr> <tr> <td>x/d</td> <td>=</td> <td>0,10</td> </tr> </table>						<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>	$\sigma_{c,max}$	=	18,81 N/mm ²	$\sigma_{s,min}$	=	-391,30 N/mm ²	$\epsilon_{c,max}$	=	0,35 %	$\epsilon_{s,min}$	=	-3,11 %	d	=	1160,00 mm	x	=	117,43 mm	x/d	=	0,10																																												
<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																																																											
$\sigma_{c,max}$	=	18,81 N/mm ²																																																																											
$\sigma_{s,min}$	=	-391,30 N/mm ²																																																																											
$\epsilon_{c,max}$	=	0,35 %																																																																											
$\epsilon_{s,min}$	=	-3,11 %																																																																											
d	=	1160,00 mm																																																																											
x	=	117,43 mm																																																																											
x/d	=	0,10																																																																											
<i>Dominio M-N</i>																																																																													
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>293,8</td> <td>1102,0</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	-	-	293,8	1102,0																																																												
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																										
-	-	293,8	1102,0																																																																										

18.4.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C32/40
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33,2 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	γ_c	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	γ_s	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	1250 mm			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		10	16	90	2011
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	2011 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	90 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		-
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	293,8 kN
Taglio	V_{Ed}	322,5 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1160 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,17%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,24 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,34 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	434,75 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	434,75 kN
Verifica		0,74 Verifica soddisfatta

18.4.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE									
kt=	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>									
Condz. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	-	-	295,3	858,3	Msd<Mf	0,200	860,93	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	259,0	517,4	-3,00	87,82	-34,90	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	295,3	858,3	-4,92	158,89	-56,11	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

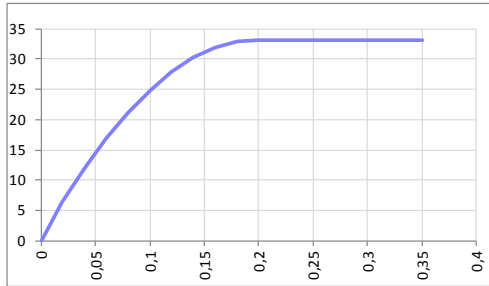
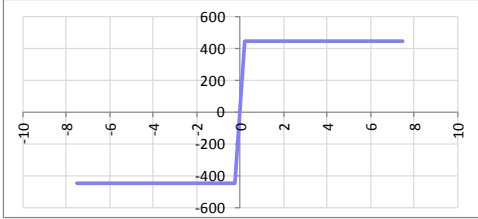
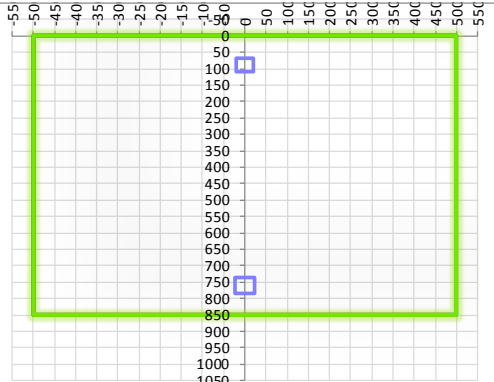
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
138 di 141

18.4.3. Piedritto – sezione a 400cm da estradosso fondazione

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	C32/40			
R_{ck}	40,00 N/mm ²			
f_{ck}	33,20 N/mm ²			
f_{cm}	41,20 N/mm ²			
f_{ctm}	3,10 N/mm ²			
$f_{ctk,0.05}$	2,17 N/mm ²			
$f_{ctk,0.95}$	4,03 N/mm ²			
f_{ctm}	3,72 N/mm ²			
E_{cm}	33642,78 N/mm ²			
ϵ_{c2}	0,200 %			
ϵ_{c3}	0,175 %			
ϵ_{c4}	0,070 %			
ϵ_{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 ²			
f_{tk}	540 N/mm ²			
E_s	200000 N/mm ²			
ϵ_{su}	7,500 %			
				
Coefficiente di omogeneizzazione:				
n, breve termine	5,66 = E_s/E_c			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,94			
n, lungo termine =	10,97 = 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=	850 mm			
Armature:				
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²
1	5	20	88	1570,7963
2	5	24	760	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 _i mm	As mm ²
superiore	5	20	68	1570,7963
inferiore	5	20	782	1570,7963



18.4.3.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

CRITERI DI VERIFICA																																																																													
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																																													
Calcestruzzo																																																																													
α_{cc}		0,85																																																																											
γ_c		1,50																																																																											
f_{cd}		22,13 N/mm ²																																																																											
$f_{ct,eff}$		2,58 N/mm ²	= $f_{ctm} / 1,2$																																																																										
Acciaio																																																																													
γ_s		1,15																																																																											
f_{yd}		391,30 N/mm ²																																																																											
ϵ_{yd}		0,196 %																																																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																																													
Combinazione	frame/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																																																					
-	-	108,8	246,5	17491,10	-1499,77	696,84	-515,59	35%																																																																					
<i>Sezione:</i>																																																																													
				<p><i>Fibre compresse Superiori</i></p> <p>$\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm²</p> <p>$\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm²</p> <p>$\epsilon_{c,max}$ = 0,35 %</p> <p>$\epsilon_{s,min}$ = -3,14 %</p> <p>d = 760,00 mm</p> <p>x = 76,31 mm</p> <p>x/d = 0,10</p>																																																																									
<i>Dominio M-N</i>																																																																													
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>108,8</td> <td>246,5</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	-	-	108,8	246,5																																																												
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																																										
-	-	108,8	246,5																																																																										

18.4.3.2. Verifiche allo stato limite di esercizio

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN 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:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
Combinazione	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm ²]	[N/mm ²]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	13,28	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	18,26	337,50					
SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione -- M+ tende le fibre inferiori)									
<u>Fessurazione</u>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	-	-	108,3	162,1	Msd < Mf	0,200	369,76	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	<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 ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Quasi permanente	-	-	92,8	74,0	-1,04	28,28	-10,50	Sezione parzializzata	
Caratteristica	-	-	108,3	162,1	-2,28	80,50	-20,87	Sezione parzializzata	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL RI61 02 001

Rev.
A

Foglio
141 di 141

19. RIFERIMENTI

19.1. Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° INOR 11 E E2 RB RI61 00 001, intitolato "RELAZIONE GEOTECNICA RI61 – Rilevato linea AC da pk 148+399,891 a pk 150+780,229 – IN50025-IN50026 – Muri di sostegno da pk 148+843,940 a pk 149+847,855".

19.2. Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

19.3. Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.