

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

IN77 - PONTE SCAT. CANALE DI SOMMACAMPAGNA PK 148+839,037
RELAZIONE DI CALCOLO MURI

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	I N 7 7 0 0	0 0 3	A

PROGETTAZIONE						
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data
A	Emissione	GUILARTE	31/08/18	AIELLO	31/08/18	31/08/18
B						
C						



CIG. 751447334A File: \NOR11EE2CLIN7700003A_02.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

Foglio
2 di 110

INDICE

1.	INTRODUZIONE	8
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.	CRITERI DI CALCOLO	10
3.1.	CRITERI DI ANALISI	10
3.2.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI NELLA SOLETTA DI FONDAZIONE	10
3.2.1.	<i>Modello di Winkler</i>	10
3.2.2.	<i>Soluzione per carico verticale all'estremità</i>	11
3.2.3.	<i>Soluzione per momento flettente all'estremità</i>	11
3.3.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA	12
3.4.	COMBINAZIONI DI CARICO	16
3.4.1.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU</i>	16
3.4.2.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE</i>	16
4.	CRITERI DI VERIFICA	17
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	18
5.1.	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	18
5.1.1.	<i>Calcestruzzo</i>	18
5.2.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	18
5.3.	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI	19
5.4.	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	19
6.	PARAMETRI SISMICI	20
7.	PARAMETRI GEOTECNICI	21
8.	ANALISI STRUTTURALE	22
8.1.	MODELLAZIONE STRUTTURALE	22
8.2.	ANALISI DEI CARICHI	23
8.2.1.	<i>Peso proprio strutture (Load 1)</i>	23
8.2.2.	<i>Spinta del terreno (Load 2)</i>	23
8.2.3.	<i>Spinta dell'acqua (Load 3)</i>	24

8.2.4.	<i>Sovraccarico accidentale in condizioni statiche e sismiche (Load 4)</i>	24
8.2.5.	<i>Azioni sismiche (Load 5,6,7,8)</i>	24
9.	COMBINAZIONI DI CARICO	26
9.1.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	26
9.2.	COMBINAZIONI SLU	27
9.3.	COMBINAZIONI SLV	27
9.4.	COMBINAZIONI SLE	28
10.	MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 – H = 3.60M	29
10.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	29
10.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI	30
10.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA)	31
10.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO	32
10.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i>	32
10.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i>	32
10.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA	33
10.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i>	33
10.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i>	33
10.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV	34
10.6.1.	<i>Piedritti</i>	34
10.6.2.	<i>Soletta</i>	35
10.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	36
10.7.1.	<i>Piedritti</i>	36
10.7.2.	<i>Soletta</i>	36
10.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	37
10.8.1.	<i>Soletta</i>	37
10.8.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	38
10.8.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i>	39
10.8.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	40
10.8.2.	<i>Piedritto</i>	41
10.8.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	42

10.8.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	43
10.8.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio	44
11.	MURO AD "U" - TIPOLOGIA 2 – H = 4.50M	45
11.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	45
11.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI	46
11.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA)	47
11.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO	48
11.4.1.	Combinazioni SLU – SLV	48
11.4.2.	Combinazioni SLE	48
11.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA	49
11.5.1.	Combinazioni SLU - SLV	49
11.5.2.	Combinazioni SLE	49
11.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV	50
11.6.1.	Piedritti	50
11.6.2.	Soletta	51
11.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	52
11.7.1.	Piedritti	52
11.7.2.	Soletta	52
11.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	53
11.8.1.	Soletta	53
11.8.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	54
11.8.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	55
11.8.1.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio	56
11.8.2.	Piedritto	57
11.8.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	58
11.8.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	59
11.8.2.3.	Verifiche allo stato limite di esercizio	60
12.	MURO AD "U" - TIPOLOGIA 3 – H = 4.70M	61
12.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	61
12.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI	62

12.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA)	63
12.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO	64
12.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i>	64
12.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i>	64
12.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA	65
12.5.1.	<i>Combinazioni SLU - SLV</i>	65
12.5.2.	<i>Combinazioni SLE</i>	65
12.6.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV	66
12.6.1.	<i>Piedritti</i>	66
12.6.2.	<i>Soletta</i>	67
12.7.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	68
12.7.1.	<i>Piedritti</i>	68
12.7.2.	<i>Soletta</i>	68
12.8.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	69
12.8.1.	<i>Soletta</i>	69
12.8.1.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	70
12.8.1.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i>	71
12.8.1.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	72
12.8.2.	<i>Piedritto</i>	73
12.8.2.1.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per flessione</i>	74
12.8.2.2.	<i>Verifiche allo stato limite ultimo per taglio</i>	75
12.8.2.3.	<i>Verifiche allo stato limite di esercizio</i>	76
13.	MURO AD “U” - TIPOLOGIA 4 – H = 4.95M	77
13.1.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	77
13.2.	PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI	78
13.3.	RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA)	79
13.4.	RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO	80
13.4.1.	<i>Combinazioni SLU – SLV</i>	80
13.4.2.	<i>Combinazioni SLE</i>	80
13.5.	RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA	81

13.5.1. Combinazioni SLU - SLV.....	81
13.5.2. Combinazioni SLE.....	81
13.6. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV	82
13.6.1. Piedritti.....	82
13.6.2. Soletta.....	83
13.7. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	84
13.7.1. Piedritti.....	84
13.7.2. Soletta.....	84
13.8. SOLLECITAZIONI TRASMESSE ALLA SOTTOMURAZIONE.....	85
13.9. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	86
13.9.1. Soletta.....	86
13.9.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	87
13.9.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	88
13.9.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	89
13.9.2. Piedritto.....	90
13.9.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	91
13.9.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	92
13.9.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	93
14. MURO AD “U” - TIPOLOGIA 5 – H = 8.15M	94
14.1. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	94
14.2. PRESSIONI SUL PIEDRITTO DOVUTE AI CARICHI FONDAMENTALI	95
14.3. RIASSUNTO DELLE SOLLECITAZIONI ALLA BASE DEL PIEDRITTO (IN ASSE SOLETTA).....	96
14.4. RIASSUNTO SOLLECITAZIONI MASSIME PIEDRITTO	97
14.4.1. Combinazioni SLU – SLV.....	97
14.4.2. Combinazioni SLE.....	97
14.5. RIASSUNTO MASSIME SOLLECITAZIONI SOLETTA	98
14.5.1. Combinazioni SLU - SLV.....	98
14.5.2. Combinazioni SLE.....	98
14.6. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU-SLV	99
14.6.1. Piedritti.....	99

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

Foglio
7 di 110

14.6.2. Soletta.....	100
14.7. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE	101
14.7.1. Piedritti.....	101
14.7.2. Soletta.....	101
14.8. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO	102
14.8.1. Soletta.....	102
14.8.1.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	103
14.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	104
14.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	105
14.8.2. Piedritto.....	106
14.8.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione.....	107
14.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio	108
14.8.2.3. Verifiche allo stato limite di esercizio.....	109
15. RIFERIMENTI.....	110
15.1. DOCUMENTI REFERENZIATI.....	110
15.2. DOCUMENTI CORRELATI	110
15.3. DOCUMENTI SUPERATI.....	110

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è relativa al calcolo dei muri facenti parte dell'opera denominata "IN77 - Canale di Sommacampagna – Ponte scatolare pk 148+839.037", prevista nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V./A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicata al km 148+839.037 della linea ferroviaria.

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

I muri interclusi tra lo scatolare sotto linea AV/AC e lo scatolare sotto strada poderale sono costituiti da 2 conci con sezione trasversale a "U".

I muri lato Sud, sono costituiti da 1 concio con sezione trasversale a "U".

Tutti i muri sono realizzati mediante getto in opera del calcestruzzo.

MURI AD U

(b=larghezza interna, L=lunghezza, h=altezza piedritto, S_p =spessore base piedritto, S_s =spessore fondazione)

	b [m]	L [m]	h [m]	S_p [m]	S_s [m]
Concio 1 – Nord	15.07 ÷ 8.00	8.44	3.00	0.60	0.70
Concio 2 – Nord	8.00	11.07	3.00 ÷ 3.90	0.60	0.70
Concio 3 – Nord	8.00	12.10	3.90 ÷ 5.12	0.80	0.90
Concio 4 – Sottomurazione	8.00	8.31	0 ÷ 7.41	0.90	1.00
Concio 5 – Intercluso	8.00	8.44	4.50 ÷ 9.98	0.70 ÷ 1.10	1.20
Concio 6 – Intercluso	8.00	11.40	4.50 ÷ 5.30	0.70	0.80
Concio 7 – Sud	8.00 ÷ 15.05	9.75	4.50 ÷ 5.30	0.70	0.80

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

- Muro ad U tipo 1 – sp. fond. $S_s = 0.70m$, $h = 3.60m$, rappresentativa dei Conci 1 e 2;
- Muro ad U tipo 2 – sp. fond. $S_s = 0.80m$, $h = 4.50m$, rappresentativa dei Conci 6 e 7;
- Muro ad U tipo 3 – sp. fond. $S_s = 0.90m$, $h = 4.70m$, rappresentativa dei Conci 3;
- Muro ad U tipo 4 – sp. fond. $S_s = 1.00m$, $h = 4.95m$, rappresentativa della sottomurazione;
- Muro ad U tipo 5 – sp. fond. $S_s = 1.20m$, $h = 8.15m$, rappresentativa dei Conci 5;

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.

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

3.2. Calcolo delle sollecitazioni nella soletta di fondazione

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

- azione assiale;
- momento alla base dei piedritti.

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

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

3.2.1. Modello di Winkler

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

$$p = k_w$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nella quale

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

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

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

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

3.2.2. Soluzione per carico verticale all'estremità

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

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

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

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

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

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

3.2.3. Soluzione per momento flettente all'estremità

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

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

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

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

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

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

3.3. 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:

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

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.



3.4. 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..

3.4.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

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

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

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

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

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

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

Per quanto riguarda i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (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:

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

3.4.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

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

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

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

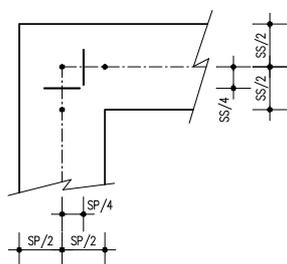
4. CRITERI DI VERIFICA

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

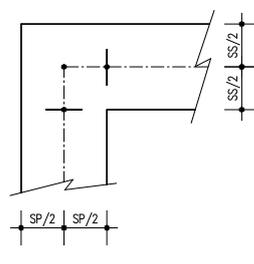
Per quanto riguarda gli incastrati tra soletta e piedritti, le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

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

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



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

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

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

Le verifiche a fessurazione sono state condotte considerando:

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

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

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

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

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

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

5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

5.1. Calcestruzzo per magrone

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

5.1.1. Calcestruzzo

Per la realizzazione delle strutture, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C32/40 ($R_{ck} \geq 40$ N/mm²) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica) $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 33.20$ N/mm²
- Resistenza media a compressione $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$ N/mm²
- Modulo elastico $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33643$ N/mm²
- Resistenza di calcolo a compressione $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 18.81$ N/mm²
- Resistenza a trazione media $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.10$ N/mm²
- Resistenza a trazione $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.169$ N/mm²
- Resistenza a trazione di calcolo $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.446$ N/mm²
- Resistenza a compressione (comb. Rara) $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 18.26$ N/mm²
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente) $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 13.28$ N/mm²

5.2. 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 misurato / f_y 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

5.3. 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:

Fondazione/ Elevazione CLASSE DI ESPOSIZIONE XC4 + XF1

5.4. 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 $c_{nom} = 50$ mm.

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:

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

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:

$$k_h = 0.277$$

$$k_v = 0.139$$

7. PARAMETRI GEOTECNICI

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

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

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

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

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

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

8. ANALISI STRUTTURALE

8.1. Modellazione strutturale

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

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

- $E_c = 33643 \text{ N/mm}^2$ (Per cls Rck 40).

Le verifiche strutturali del piedritto vengono effettuate nelle seguenti posizioni:

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

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

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

8.2. Analisi dei carichi

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

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

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

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

8.2.1. Peso proprio strutture (Load 1)

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

8.2.2. Spinta del terreno (Load 2)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8.2.3. Spinta dell'acqua (Load 3)

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

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

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

con z_1 profondità della falda da piano campagna.

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

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

La spinta orizzontale dovuta al sovraccarico accidentale è calcolata come

$$p_q = k_0 \times q$$

con q sovraccarico accidentale.

In condizioni statiche, tale sovraccarico è assunto pari a 20 kN/m².

Per le pareti a sostegno delle scarpate dei rilevati, si considera un sovraccarico ridotto, pari a 10 kN/m², rappresentativo degli eventuali mezzi meccanici adottati nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria che possono transitare sulla scarpata del rilevato.

Il sovraccarico accidentale in condizioni sismiche è assunto nullo.

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

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

Tipologia muro	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
1/2/3/4/5	13.6866	17.8446	0.5122	0.6146	0.5939	0.7179

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

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

con 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

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

9.1. Calcolo delle sollecitazioni

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

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

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

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

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

9.2. Combinazioni SLU

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

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

9.3. Combinazioni SLV

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

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

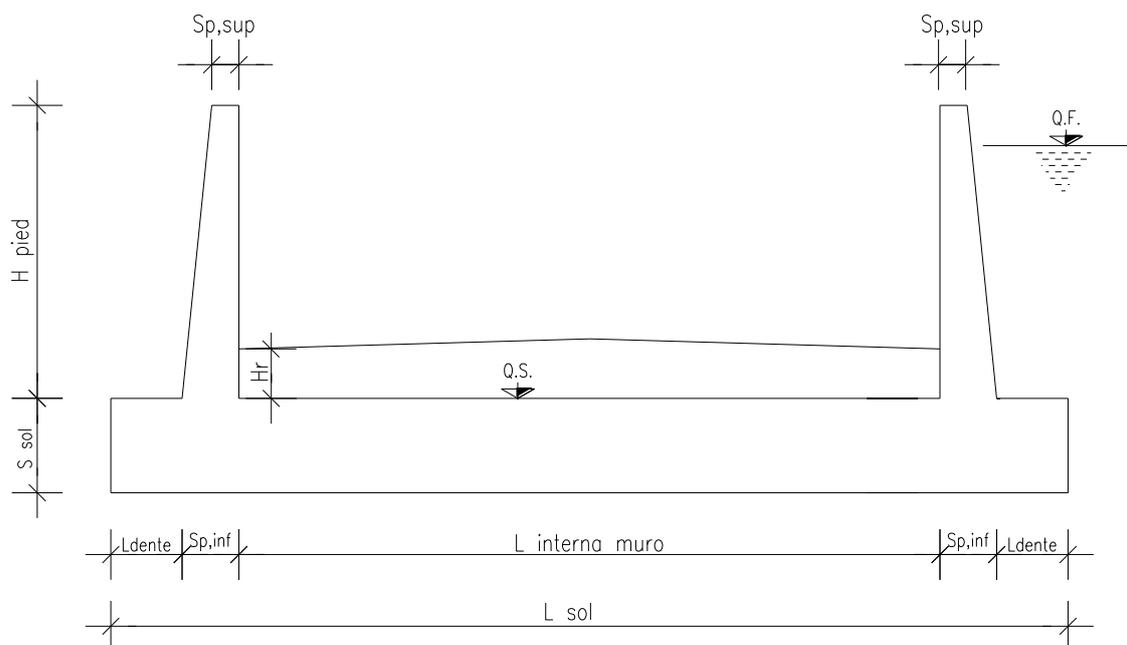
9.4. Combinazioni SLE

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

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

10. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 1 - H = 3.60M

10.1. Geometria della struttura



Dimensioni geometriche trasversali:

- L_{sol} = 9.20 m
- S_{sol} = 0.70 m
- $L_{int,muro}$ = 8.00 m
- L_{dente} = 0.00 m
- H_{pied} = 3.60 m
- $S_{p,sup}$ = 0.60 m
- $S_{p,inf}$ = 0.60 m
- Q.F.

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

10.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

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

z	σ_v	σ'_v	$\sigma'_{h,k0,M1}$	σ_w	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$	$\Delta\sigma_{idr}$	f_h	f_v
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
0,180	3,600	3,600	1,800	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
0,360	7,200	7,200	3,600	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
0,540	10,800	10,800	5,400	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
0,720	14,400	14,400	7,200	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
0,900	18,000	18,000	9,000	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,080	21,600	21,600	10,800	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,260	25,200	25,200	12,600	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,440	28,800	28,800	14,400	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,620	32,400	32,400	16,200	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,800	36,000	36,000	18,000	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
1,980	39,600	39,600	19,800	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
2,160	43,200	43,200	21,600	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
2,340	46,800	46,800	23,400	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
2,520	50,400	50,400	25,200	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
2,700	54,000	54,000	27,000	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
2,880	57,600	57,600	28,800	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,060	61,200	61,200	30,600	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,240	64,800	64,800	32,400	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,420	68,400	68,400	34,200	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,600	72,000	72,000	36,000	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,775	75,500	75,500	37,750	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080
3,950	79,000	79,000	39,500	0,000	5,000	9,871	0,000	4,159	2,080

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

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

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

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	59,25		
2	STERRE k0_M1		102,72	78,01
2a	STERRE K0_M2		119,29	90,60
2b	STERRE ka_M1		68,48	52,01
2c	STERRE ka_M2		84,05	63,83
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		39,01	19,75
4a	SOVR. STATICO k0_M2		45,30	22,94
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		77,00	38,99
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		89,56	45,35
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		54,93	27,81
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		64,46	32,64
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		32,45	16,43
8	INERZIA VERT (BASSO)	8,21		

10.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

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

10.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	54,00	149,69	111,24
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	56,63	170,00	120,94
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	59,25	192,04	131,04

10.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	54,00	77,76
Filo soletta _FR	2_FR	54,00	102,06
Filo soletta _CAR	2_CAR	54,00	110,16

1/4 soletta _QP	1_QP	56,63	89,66
1/4 soletta _FR	2_FR	56,63	116,38
1/4 soletta _CAR	2_CAR	56,63	125,29

10.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

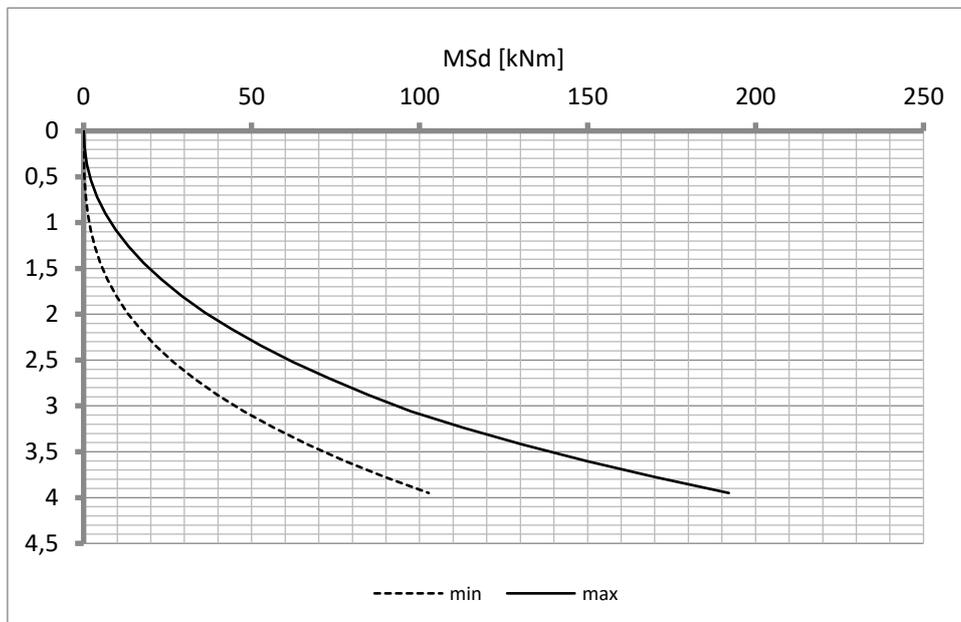
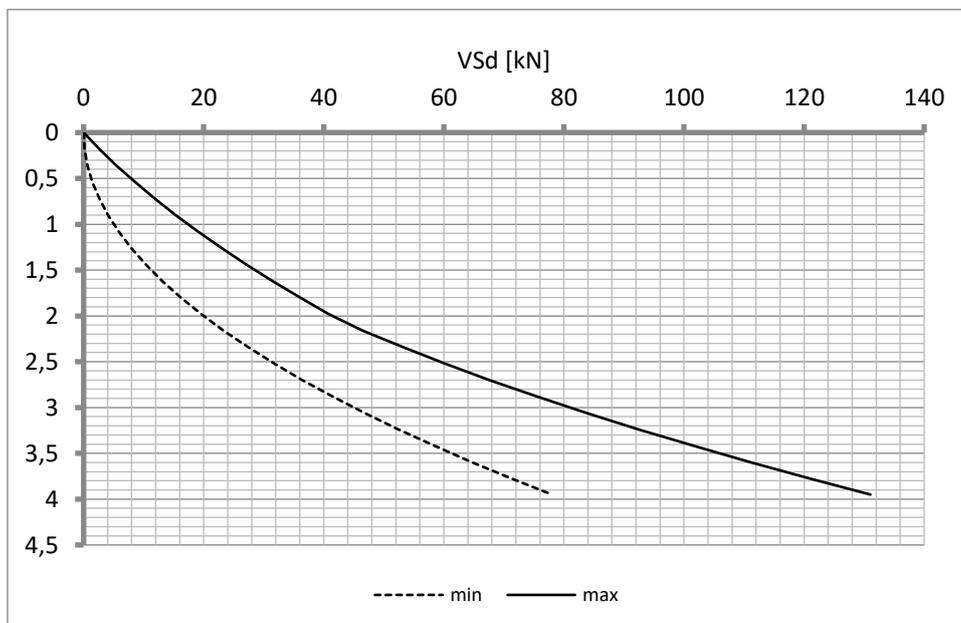
Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

10.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,300	169,389	73,946
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	8,300	80,454	-71,392
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,150	183,209	58,496
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	192,041	59,250
Mezzeria_M_min	3_SLU_STR	4,300	-60,025	0,000

10.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,300	85,56
Filo piedritto _FR	2_FR	0,300	114,69
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,300	124,40
1/4 piedritto _QP	1_QP	0,150	93,98
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,150	123,21
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,150	132,95
Mezzeria _QP	1_QP	4,300	-24,13
Mezzeria _FR	1_FR	4,300	-24,13
Mezzeria _CAR	1_CAR	4,300	-24,13

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

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

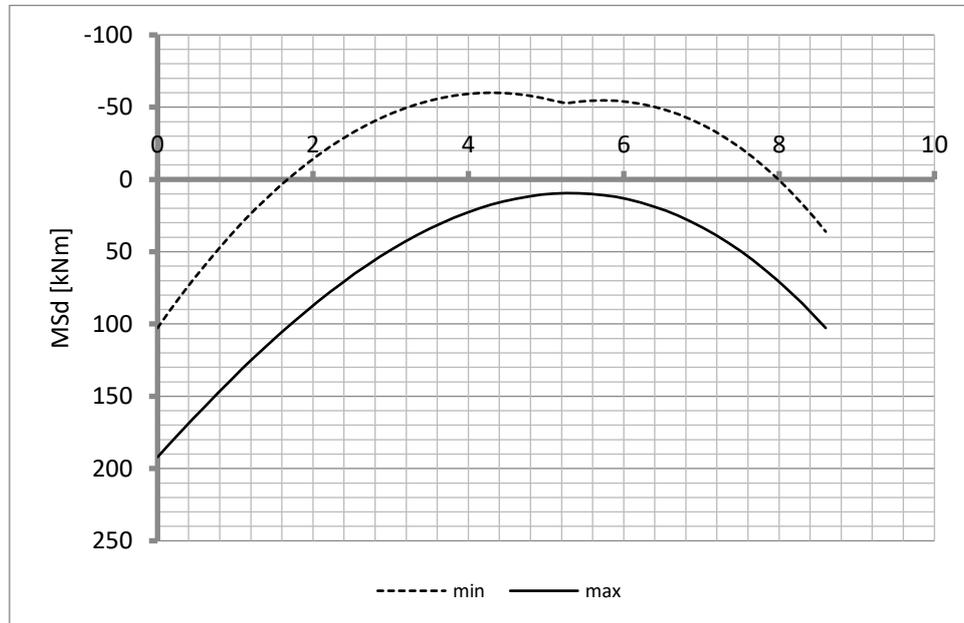
Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

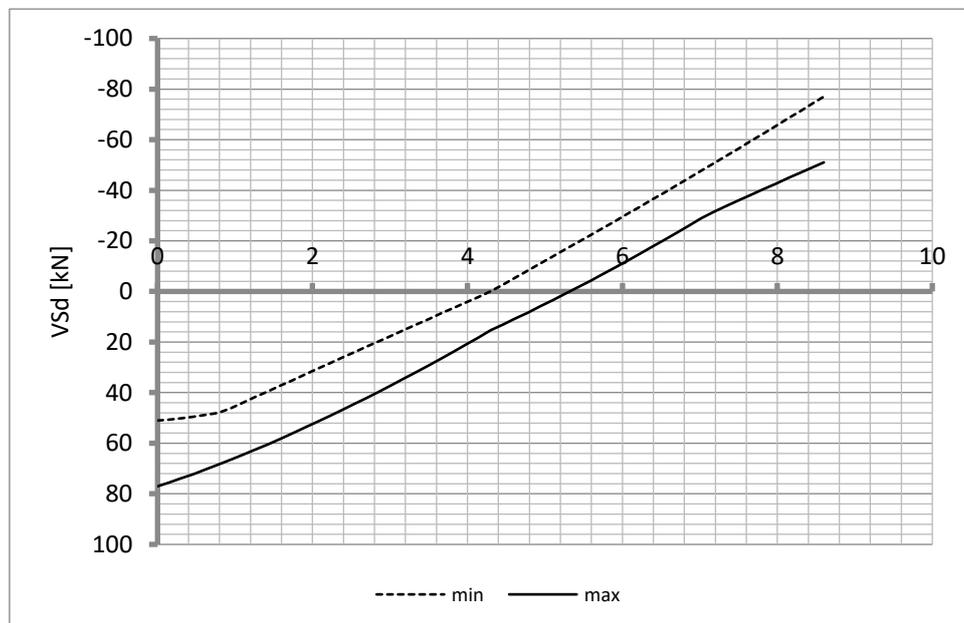
Foglio
35 di 110

10.6.2. Soletta

Momento

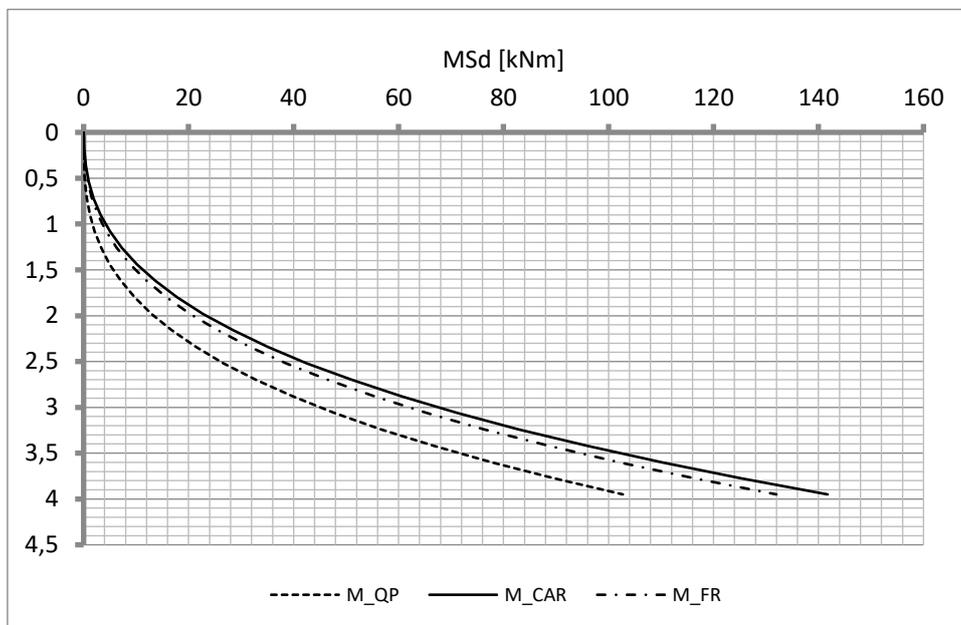


Taglio

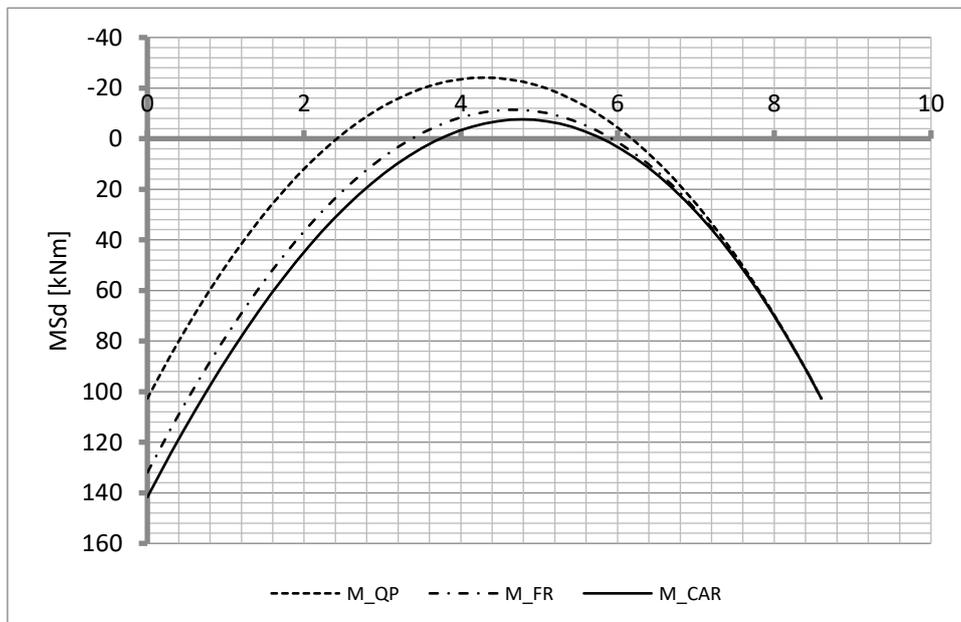


10.7. Diagrammi di involucro SLE

10.7.1. Piedritti

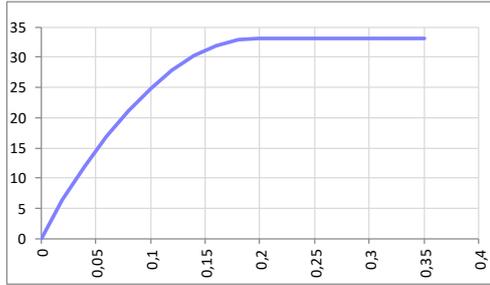
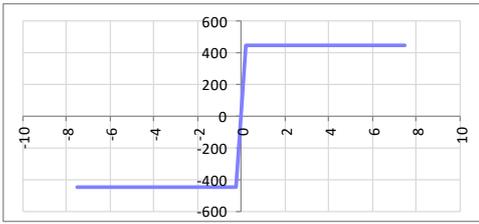
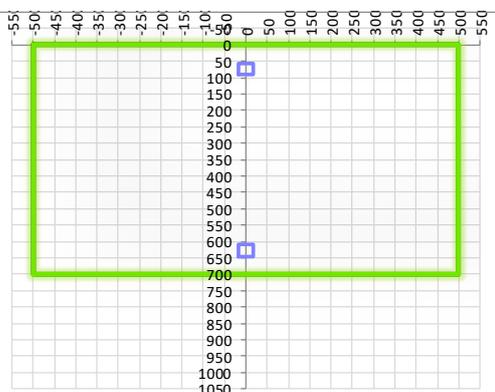


10.7.2. Soletta



10.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

10.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
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 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	18	73	1272,345
2	5	18	627	1272,345
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	14	57	769,6902
inferiore	5	14	643	769,6902
				

10.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	18	73	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	1272 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	73 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	73,95 kN

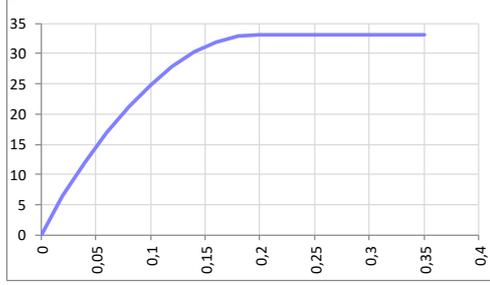
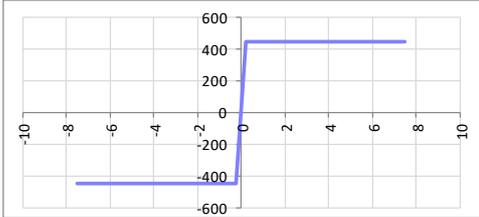
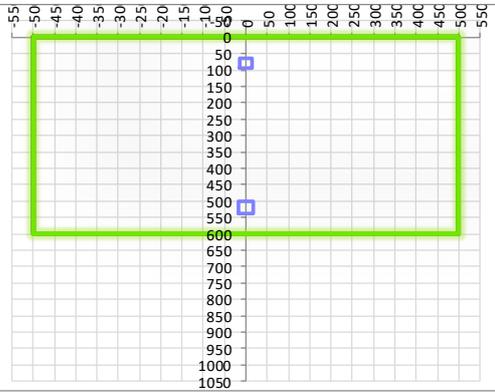
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	627 mm
Coefficiente	k	1,56
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,20%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,39 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	247,51 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	247,51 kN
Verifica		0,30 Verifica soddisfatta

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

10.8.1.3. 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									
Fessurazione									
Condz. 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 [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	124,4	Msd<Mf	0,200	232,51	-	
Tensioni in esercizio									
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	1_QP	-	0,0	94,0	-2,21	127,27	-14,51	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	133,0	-3,13	180,04	-20,52	Sezione parzializzata	

10.8.2. 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	1,97																																																							
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:																																																								
<table border="1"> <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>5</td><td>14</td><td>79</td><td>769,6902</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td>18</td><td>519</td><td>1272,345</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	A _s mm ²	1	5	14	79	769,6902	2	5	18	519	1272,345	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	14	79	769,6902																																																				
2	5	18	519	1272,345																																																				
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>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>14</td><td>65</td><td>769,6902</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>14</td><td>535</td><td>769,6902</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	superiore	5	14	65	769,6902	inferiore	5	14	535	769,6902																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
superiore	5	14	65	769,6902																																																				
inferiore	5	14	535	769,6902																																																				

10.8.2.2. 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>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1		5	18	81	1272
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	1272 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	81 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	54 kN
Taglio	V_{Ed}	111,24 kN

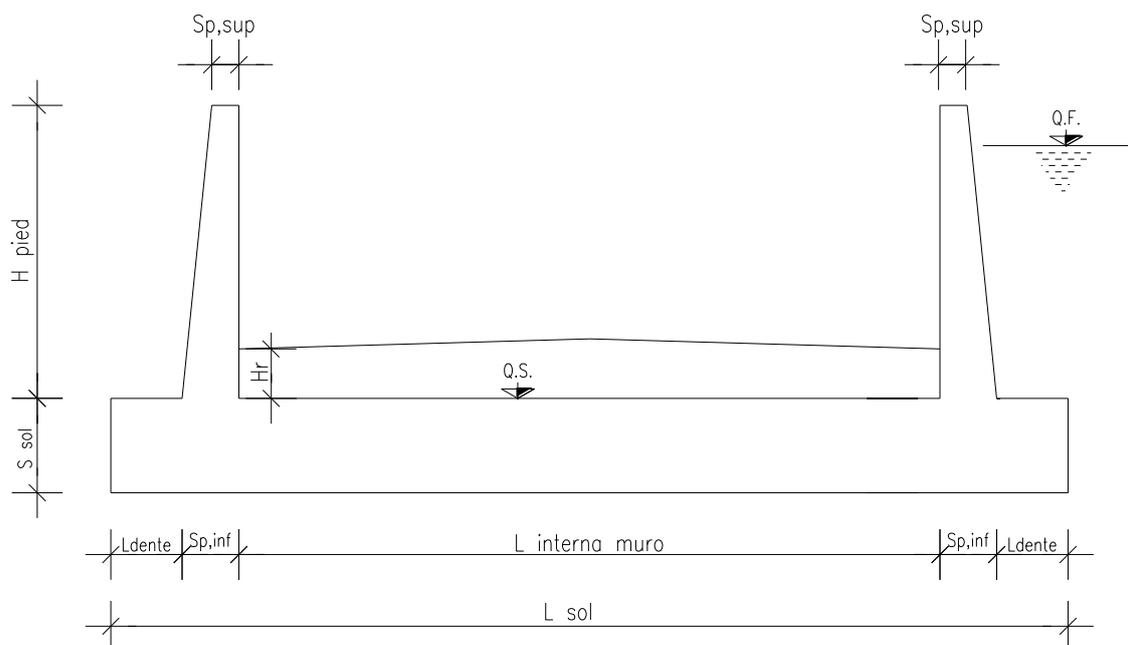
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	519 mm
Coefficiente	k	1,62
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,25%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,09 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,42 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	222,97 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	222,97 kN
Verifica		0,50 <i>Verifica soddisfatta</i>

10.8.2.3. 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									
Fessurazione									
Condz. 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 [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	MO - Mf [kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	54,0	110,2	Msd<Mf	0,200	174,71	-	
Tensioni in esercizio									
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	1_QP	-	56,6	89,7	-2,97	125,64	-18,68	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	56,6	125,3	-4,15	184,29	-24,74	Sezione parzializzata	

11. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 2 – H = 4.50M

11.1. Geometria della struttura



Dimensioni geometriche trasversali:

- L_{sol} = 14.10 m
- S_{sol} = 0.80 m
- $L_{int,muro}$ = 12.70 m
- L_{dente} = 0.00 m
- H_{pied} = 4.50 m
- $S_{p,sup}$ = 0.70 m
- $S_{p,inf}$ = 0.70 m
- Q.F.

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

11.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

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

z	σ_v	σ'_v	$\sigma'_{h,k0,M1}$	σ_w	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$	$\Delta\sigma_{idr}$	f_h	f_v
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
0,225	4,500	4,500	2,250	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
0,450	9,000	9,000	4,500	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
0,675	13,500	13,500	6,750	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
0,900	18,000	18,000	9,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
1,125	22,500	22,500	11,250	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
1,350	27,000	27,000	13,500	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
1,575	31,500	31,500	15,750	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
1,800	36,000	36,000	18,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
2,025	40,500	40,500	20,250	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
2,250	45,000	45,000	22,500	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
2,475	49,500	49,500	24,750	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
2,700	54,000	54,000	27,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
2,925	58,500	58,500	29,250	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
3,150	63,000	63,000	31,500	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
3,375	67,500	67,500	33,750	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
3,600	72,000	72,000	36,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
3,825	76,500	76,500	38,250	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
4,050	81,000	81,000	40,500	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
4,275	85,500	85,500	42,750	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
4,500	90,000	90,000	45,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
4,700	94,000	94,000	47,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426
4,900	98,000	98,000	49,000	0,000	10,000	12,245	0,000	4,853	2,426

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

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

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

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	85,75		
2	STERRE k0_M1		196,08	120,05
2a	STERRE K0_M2		227,72	139,42
2b	STERRE ka_M1		130,72	80,03
2c	STERRE ka_M2		160,45	98,23
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		120,05	49,00
4a	SOVR. STATICO k0_M2		139,42	56,91
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		147,00	60,00
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		170,97	69,78
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		104,87	42,80
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		123,06	50,23
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		58,26	23,78
8	INERZIA VERT (BASSO)	11,89		

11.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

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

11.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	78,75	349,31	199,13
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLU_STR	82,25	390,62	214,09
Asse soletta_M_max	2_SLU_STR	85,75	434,98	229,57

11.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	78,75	151,88
Filo soletta _FR	2_FR	78,75	227,81
Filo soletta _CAR	2_CAR	78,75	253,13
1/4 soletta _QP	1_QP	82,25	173,04
1/4 soletta _FR	2_FR	82,25	255,88
1/4 soletta _CAR	2_CAR	82,25	283,49

11.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

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

11.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,350	396,371	109,075
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	13,050	158,340	-104,209
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,175	419,970	85,782
Asse piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,000	434,981	85,750
Mezzeria_M_min	3_SLU_STR	6,700	-146,852	0,000

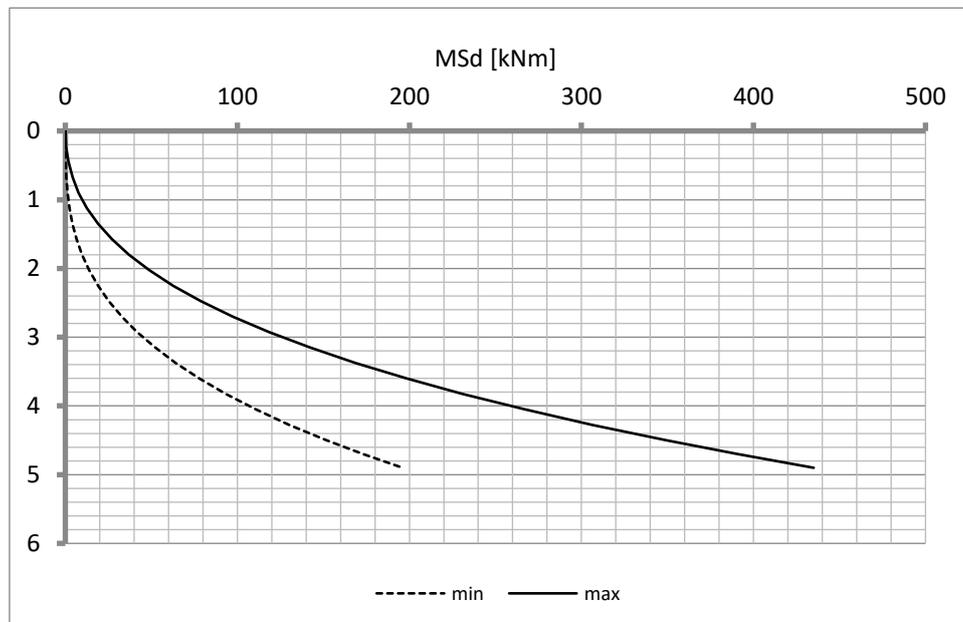
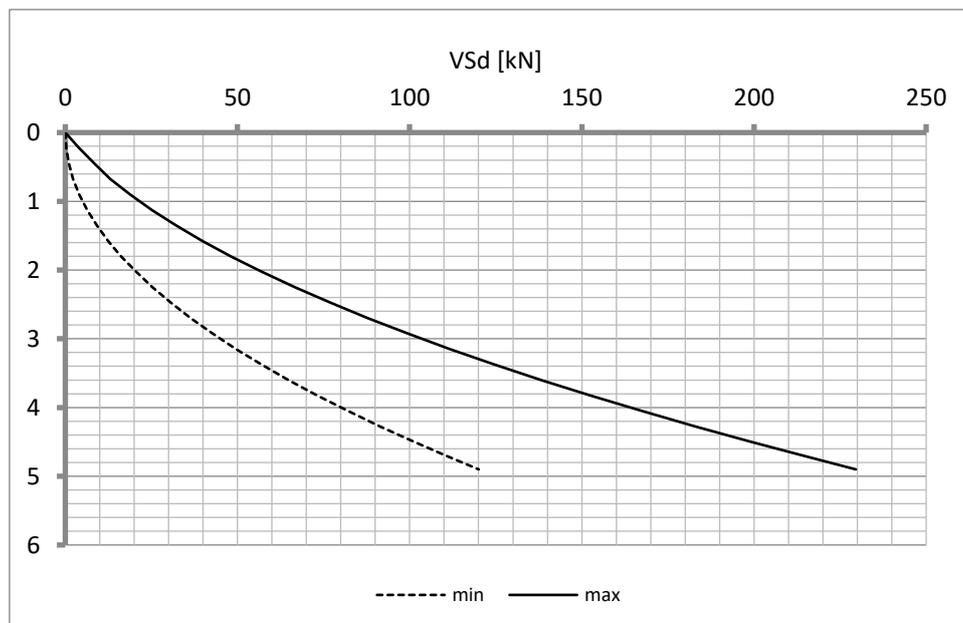
11.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto_QP	1_QP	0,350	166,94
Filo piedritto_FR	2_FR	0,350	256,65
Filo piedritto_CAR	2_CAR	0,350	286,55

1/4 piedritto_QP	1_QP	0,175	181,29
1/4 piedritto_FR	2_FR	0,175	271,25
1/4 piedritto_CAR	2_CAR	0,175	301,23

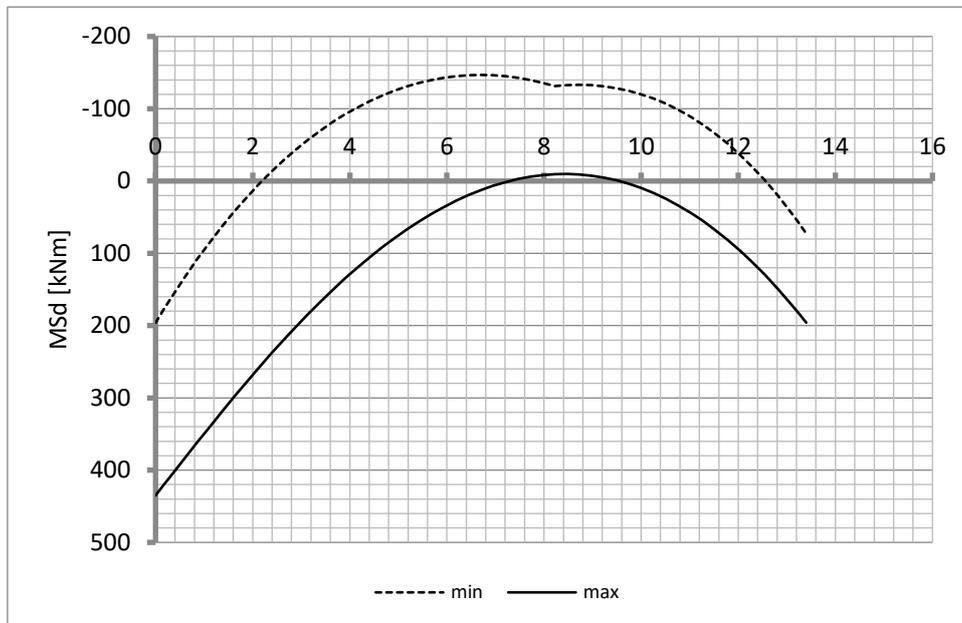
Mezzeria_QP	1_QP	6,700	-78,49
Mezzeria_FR	1_FR	6,700	-78,49
Mezzeria_CAR	1_CAR	6,700	-78,49

Doc. N.

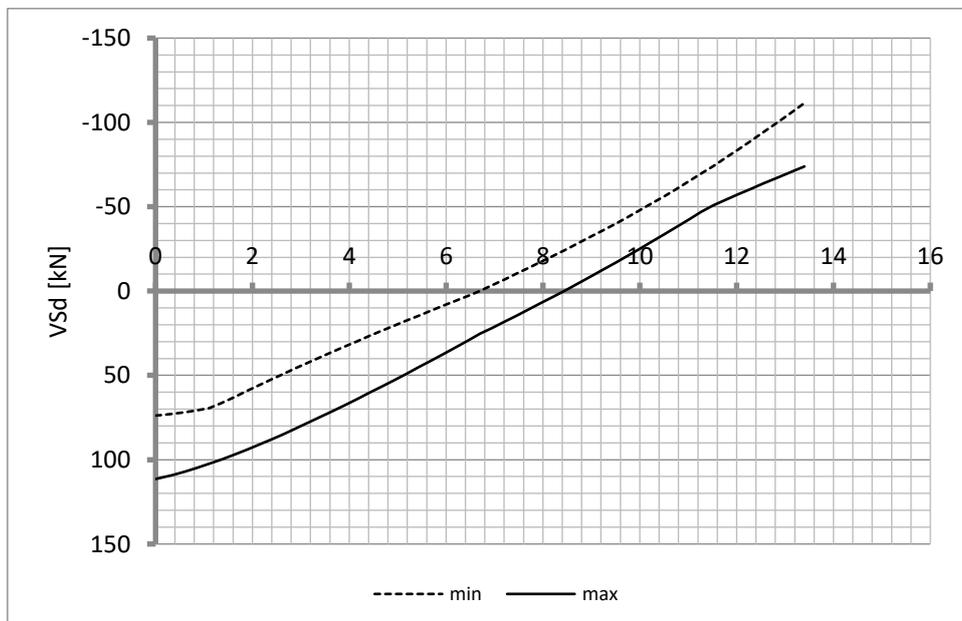
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003Rev.
AFoglio
50 di 110**11.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV****11.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

11.6.2. Soletta

Momento

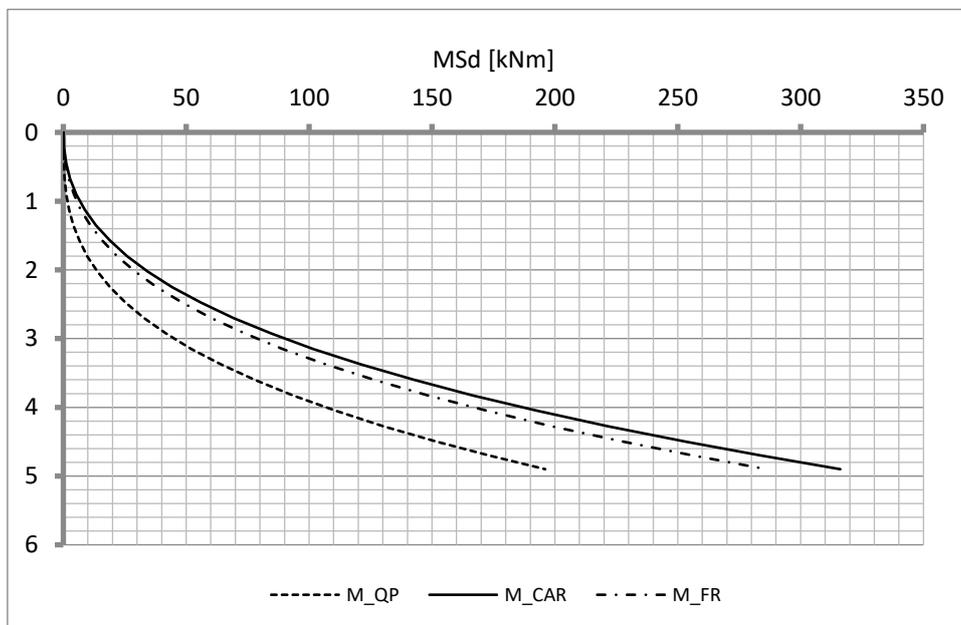


Taglio

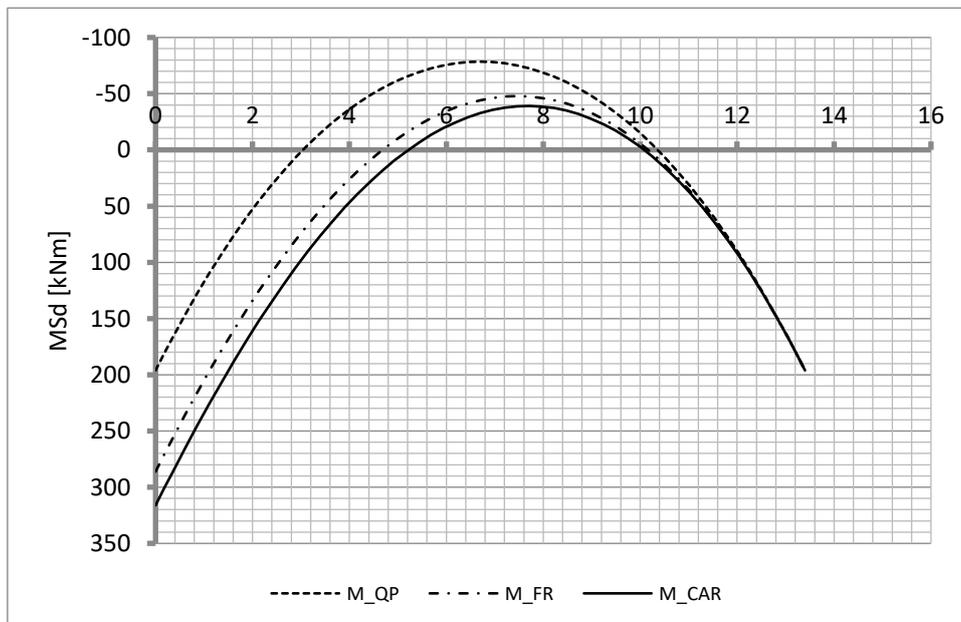


11.7. Diagrammi di involucro SLE

11.7.1. Piedritti

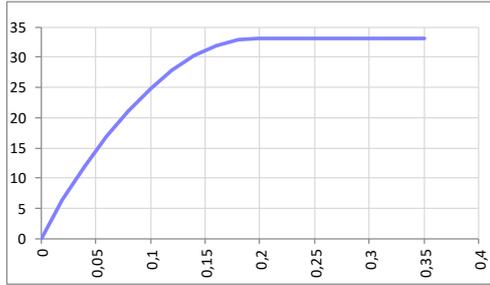
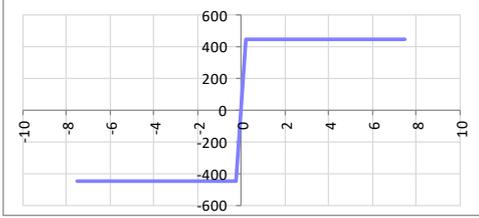
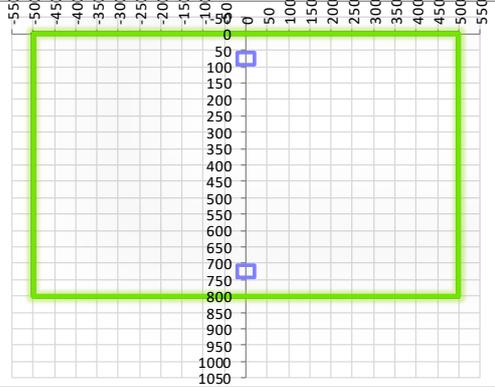


11.7.2. Soletta



11.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

11.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
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 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:																																																								
<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>20</td> <td>76</td> <td>1570,7963</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>20</td> <td>724</td> <td>1570,7963</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	20	76	1570,7963	2	5	20	724	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	As mm ²																																																				
1	5	20	76	1570,7963																																																				
2	5	20	724	1570,7963																																																				
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>16</td> <td>58</td> <td>1005,3096</td> </tr> <tr> <td>inferiore</td> <td>5</td> <td>16</td> <td>742</td> <td>1005,3096</td> </tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²	superiore	5	16	58	1005,3096	inferiore	5	16	742	1005,3096																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²																																																				
superiore	5	16	58	1005,3096																																																				
inferiore	5	16	742	1005,3096																																																				

11.8.1.2. 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>	<i>Area barre [mm²]</i>
strato1	5	20	76	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^*	76 mm		

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	109,08 kN

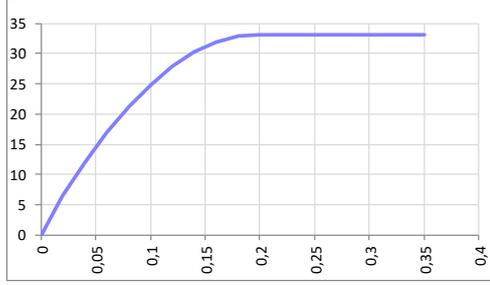
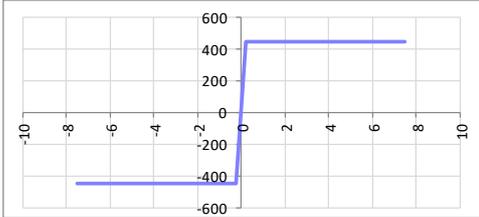
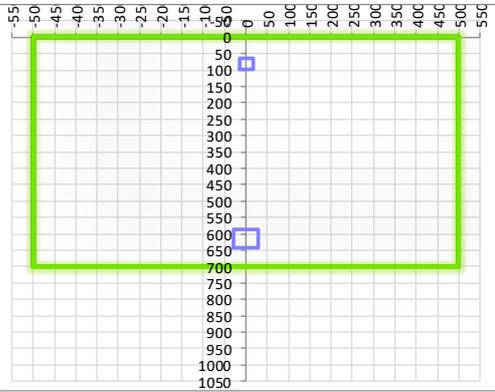
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	724 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,22%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,38 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	275,13 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	275,13 kN
Verifica		0,40 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

11.8.1.3. 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									
Fessurazione									
Condz. 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 [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	286,6	Msd<Mf	0,200	307,40	-	
Tensioni in esercizio									
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	1_QP	-	0,0	181,3	-3,07	172,33	-23,13	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	301,2	-5,10	286,33	-38,43	Sezione parzializzata	

11.8.2. 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	1,96																																																							
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:																																																								
<table border="1"> <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>5</td><td>16</td><td>82</td><td>1005,3096</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>20</td><td>616</td><td>3141,5927</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	A _s mm ²	1	5	16	82	1005,3096	2	10	20	616	3141,5927	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	16	82	1005,3096																																																				
2	10	20	616	3141,5927																																																				
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>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>16</td><td>58</td><td>1005,3096</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>16</td><td>642</td><td>1005,3096</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	superiore	5	16	58	1005,3096	inferiore	5	16	642	1005,3096																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
superiore	5	16	58	1005,3096																																																				
inferiore	5	16	642	1005,3096																																																				

11.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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>
strato1		5	20	84
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^*			84 mm

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	78,75 kN
Taglio	V_{Ed}	199,13 kN

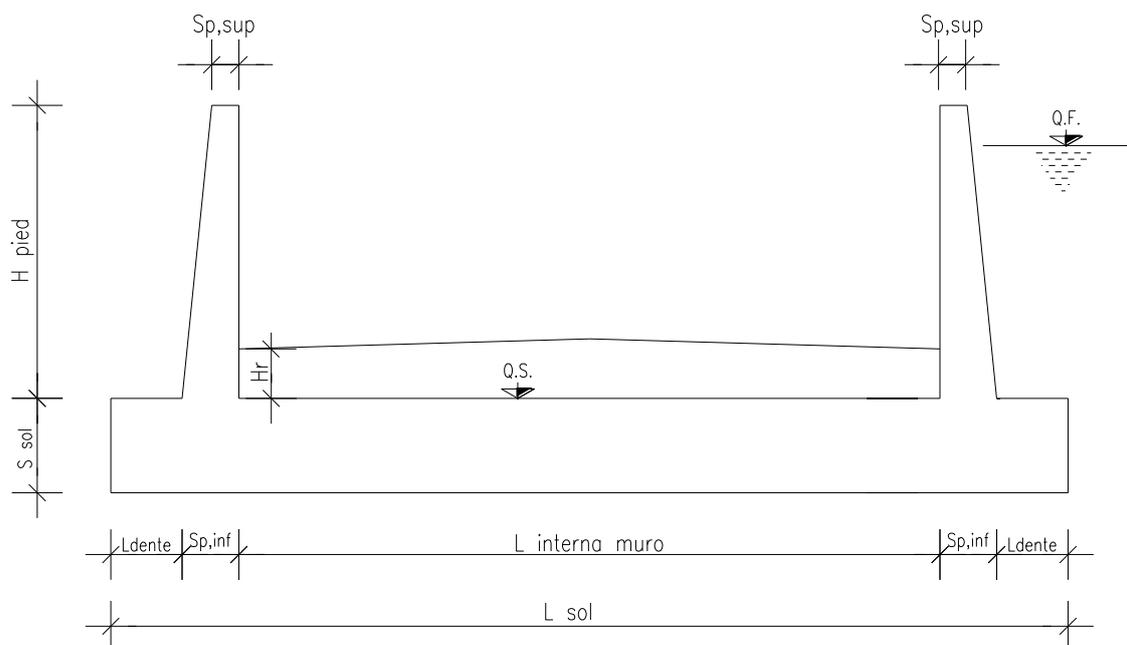
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	616 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,25%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,11 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,40 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	254,73 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	254,73 kN
Verifica		0,78 <i>Verifica soddisfatta</i>

11.8.2.3. 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									
Fessurazione									
Condz. 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 [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	78,8	253,1	Msd<Mf	0,200	260,81	-	
Tensioni in esercizio									
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	1_QP	-	82,3	173,0	-3,09	87,84	-28,55	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	82,3	283,5	-5,02	151,61	-45,10	Sezione parzializzata	

12. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 3 – H = 4.70M

12.1. Geometria della struttura



Dimensioni geometriche trasversali:

- L_{sol} = 9.60 m
- S_{sol} = 0.90 m
- $L_{int,muro}$ = 8.00 m
- L_{dente} = 0.00 m
- H_{pied} = 4.70 m
- $S_{p,sup}$ = 0.80 m
- $S_{p,inf}$ = 0.80 m
- Q.F.

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

12.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

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

z	σ_v	σ'_v	$\sigma'_{h,k0,M1}$	σ_w	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$	$\Delta\sigma_{idr}$	f_h	f_v
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
0,235	4,700	4,700	2,350	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
0,470	9,400	9,400	4,700	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
0,705	14,100	14,100	7,050	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
0,940	18,800	18,800	9,400	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
1,175	23,500	23,500	11,750	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
1,410	28,200	28,200	14,100	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
1,645	32,900	32,900	16,450	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
1,880	37,600	37,600	18,800	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
2,115	42,300	42,300	21,150	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
2,350	47,000	47,000	23,500	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
2,585	51,700	51,700	25,850	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
2,820	56,400	56,400	28,200	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
3,055	61,100	61,100	30,550	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
3,290	65,800	65,800	32,900	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
3,525	70,500	70,500	35,250	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
3,760	75,200	75,200	37,600	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
3,995	79,900	79,900	39,950	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
4,230	84,600	84,600	42,300	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
4,465	89,300	89,300	44,650	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
4,700	94,000	94,000	47,000	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
4,925	98,500	98,500	49,250	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773
5,150	103,000	103,000	51,500	0,000	5,000	12,869	0,000	5,546	2,773

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

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

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

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	103,00		
2	STERRE k0_M1		227,65	132,61
2a	STERRE K0_M2		264,39	154,01
2b	STERRE ka_M1		151,77	88,41
2c	STERRE ka_M2		186,28	108,51
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		66,31	25,75
4a	SOVR. STATICO k0_M2		77,01	29,91
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		170,66	66,28
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		198,49	77,08
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		121,75	47,28
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		142,87	55,48
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		73,54	28,56
8	INERZIA VERT (BASSO)	14,28		

12.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

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

12.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	94,00	307,79	178,84
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLV_STR	112,16	356,07	171,55
Asse soletta_M_max	2_SLV_STR	117,28	395,97	183,25

12.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	94,00	173,04
Filo soletta _FR	2_FR	94,00	214,46
Filo soletta _CAR	2_CAR	94,00	228,26

1/4 soletta _QP	1_QP	98,50	199,10
1/4 soletta _FR	2_FR	98,50	244,58
1/4 soletta _CAR	2_CAR	98,50	259,74

12.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

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

12.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,400	343,168	127,172
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	8,400	176,538	-121,659
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLU_STR	0,200	374,974	101,287
Asse piedritto_M_max	2_SLV_STR	0,000	395,974	117,280
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	6,160	-69,844	-21,751

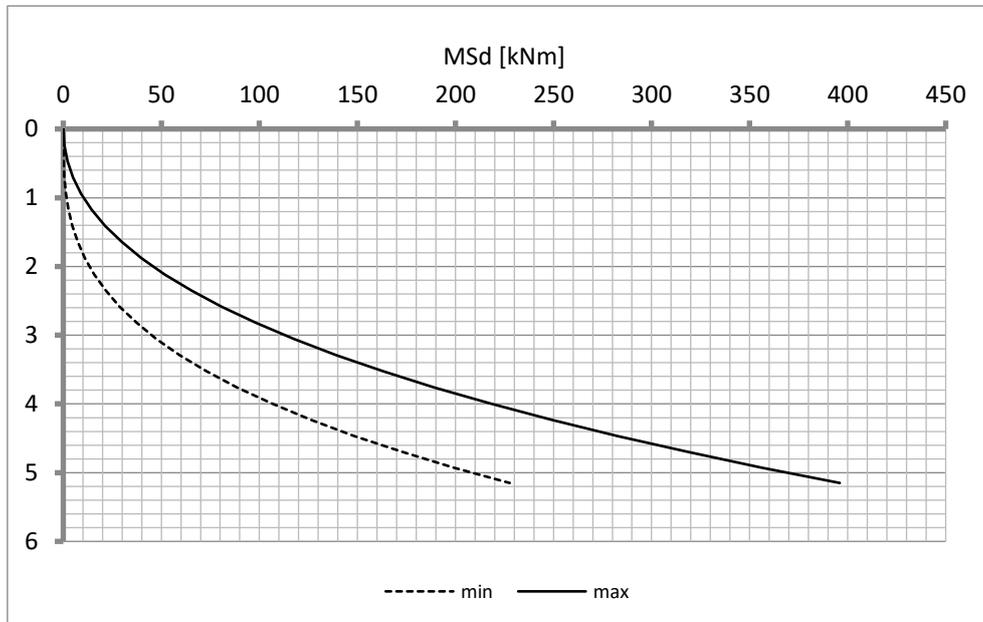
12.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto _QP	1_QP	0,400	188,27
Filo piedritto _FR	2_FR	0,400	237,67
Filo piedritto _CAR	2_CAR	0,400	254,14
1/4 piedritto _QP	1_QP	0,200	207,51
1/4 piedritto _FR	2_FR	0,200	257,15
1/4 piedritto _CAR	2_CAR	0,200	273,70
Mezzeria _QP	1_QP	4,400	-0,11
Mezzeria _FR	1_FR	4,400	-0,11
Mezzeria _CAR	1_CAR	4,400	-0,11

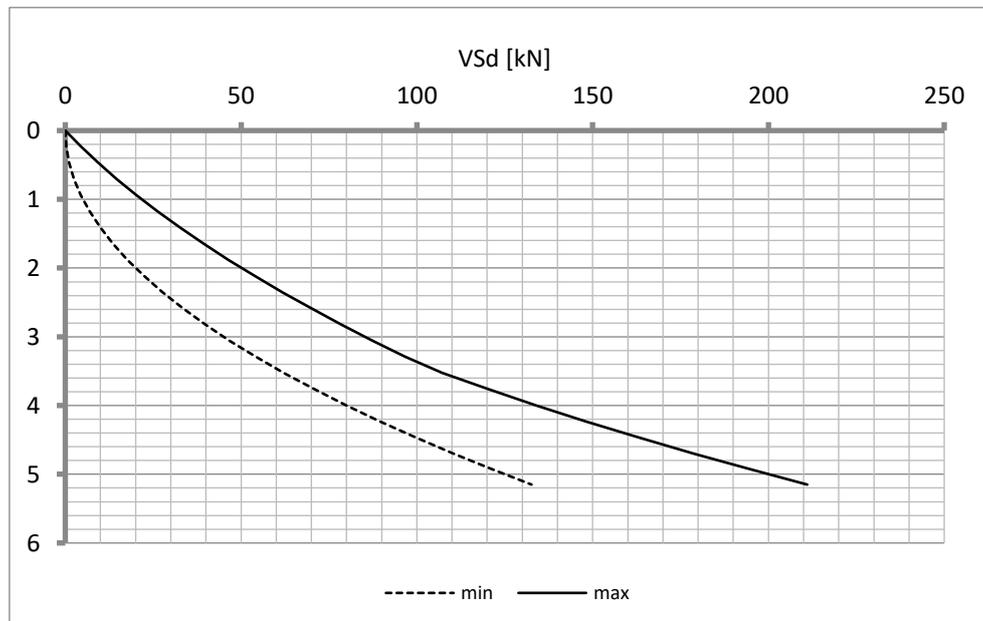
12.6. Diagrammi di involucro SLU-SLV

12.6.1. Piedritti

Momento



Taglio



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

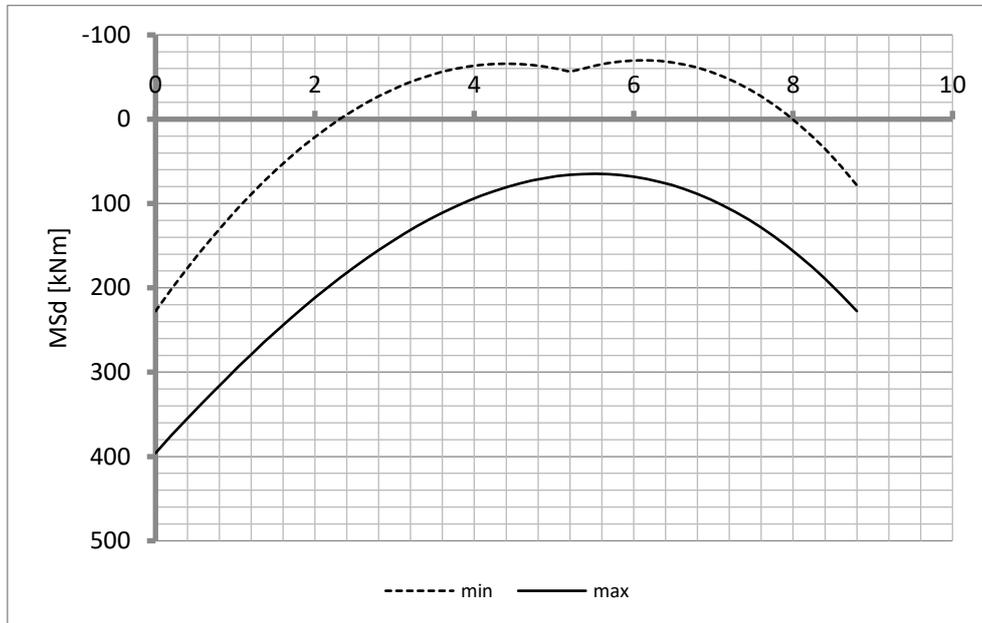
Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

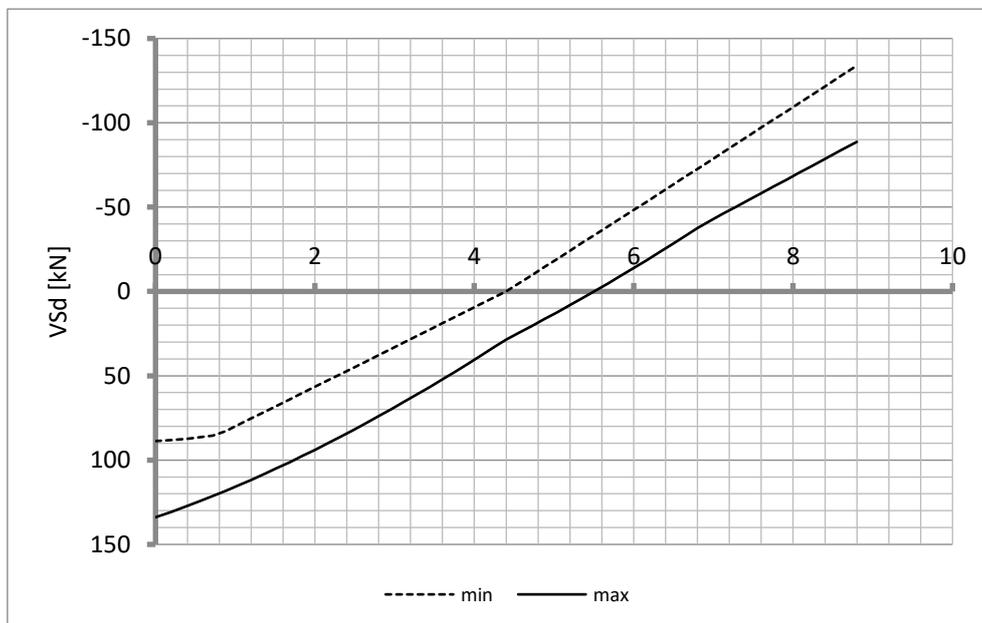
Foglio
67 di 110

12.6.2. Soletta

Momento

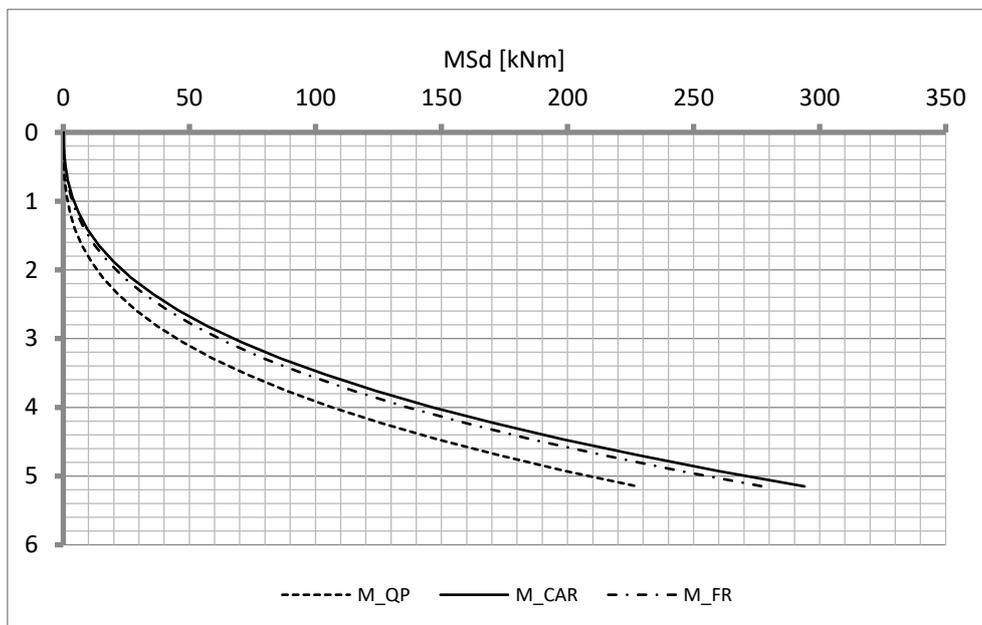


Taglio

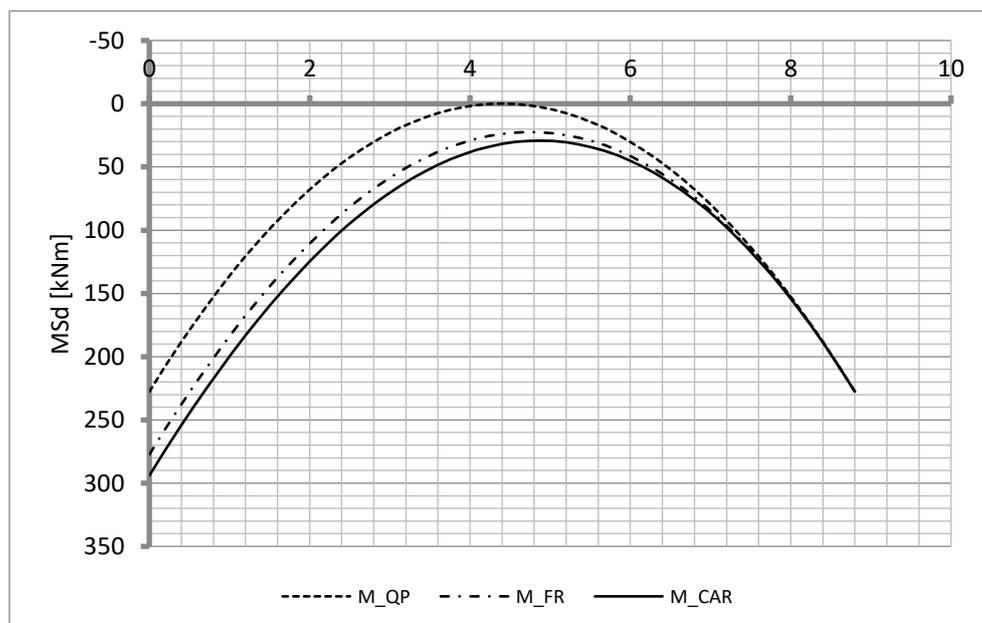


12.7. Diagrammi di involucro SLE

12.7.1. Piedritti

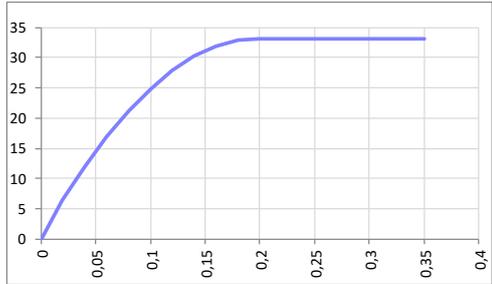
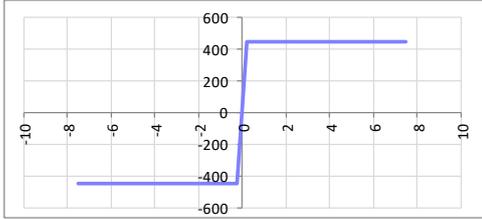
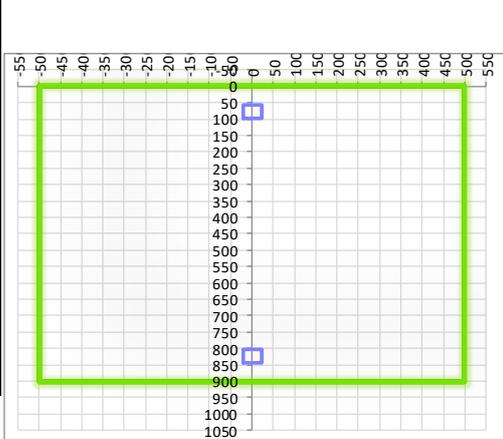


12.7.2. Soletta

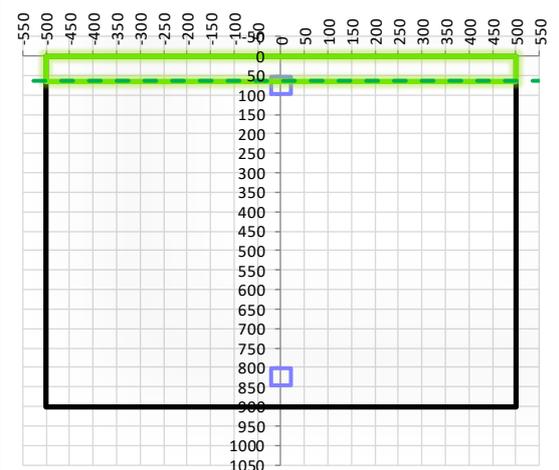
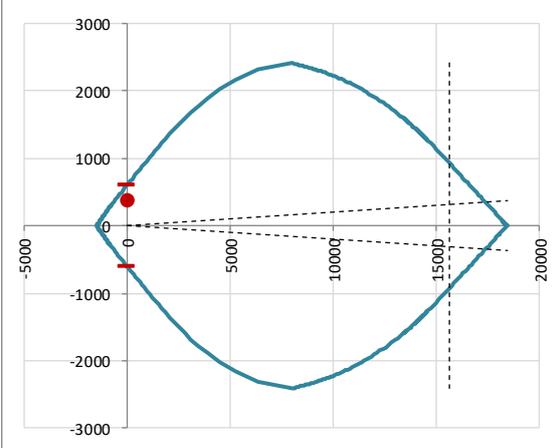


12.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

12.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI																																																								
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 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	1,93																																																							
n, lungo termine =	10,94 = 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:																																																								
<table border="1"> <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>5</td><td>22</td><td>77</td><td>1900,6636</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td><td>22</td><td>823</td><td>1900,6636</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	A _s mm ²	1	5	22	77	1900,6636	2	5	22	823	1900,6636	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	22	77	1900,6636																																																				
2	5	22	823	1900,6636																																																				
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>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>16</td><td>58</td><td>1005,3096</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>16</td><td>842</td><td>1005,3096</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	superiore	5	16	58	1005,3096	inferiore	5	16	842	1005,3096																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
superiore	5	16	58	1005,3096																																																				
inferiore	5	16	842	1005,3096																																																				

12.8.1.1. 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}		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																																																			
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																																													
2_SLU_STR	-	0,0	375,0	18419,48	-1487,48	604,28	-604,28	62%																																													
Sezione:																																																					
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -4,08 % d = 823,00 mm x = 64,98 mm x/d = 0,08		Superiori $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -4,08 % d = 823,00 mm x = 64,98 mm x/d = 0,08																																															
Dominio M-N																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>2_SLU_STR</td> <td>-</td> <td>0,0</td> <td>375,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLU_STR	-	0,0	375,0																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLU_STR	-	0,0	375,0																																																		

12.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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	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	22	77	1901
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	1901 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	77 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	127,17 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	823 mm
Coefficiente	k	1,49
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,23%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	302,77 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	302,77 kN
Verifica		0,42 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.



12.8.1.3. 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									
<i>Fessurazione</i>									
Condit. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<i>Tensioni in esercizio</i>									
	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)									
<i>Fessurazione</i>									
Combinazione	n. combinazione	frame/nodo	N [kN]	M [kNm]	w _d [mm]	w _{lim} [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	254,1	Msd<Mf	0,200	394,16	-	
<i>Tensioni in esercizio</i>									
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	1_QP	-	0,0	207,5	-2,61	143,40	-22,09	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	273,7	-3,44	189,14	-29,14	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

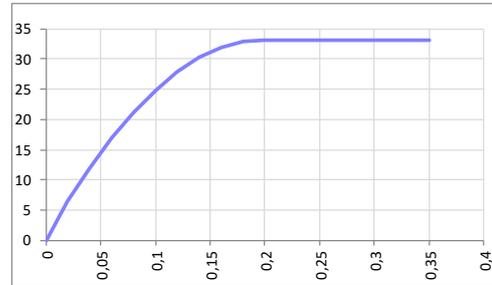
Foglio
73 di 110

12.8.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

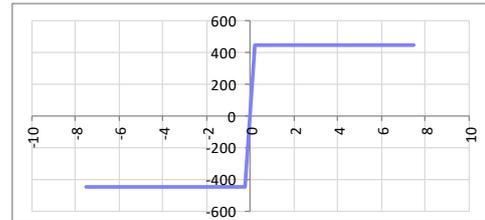
Calcestruzzo:

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	1,94	
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

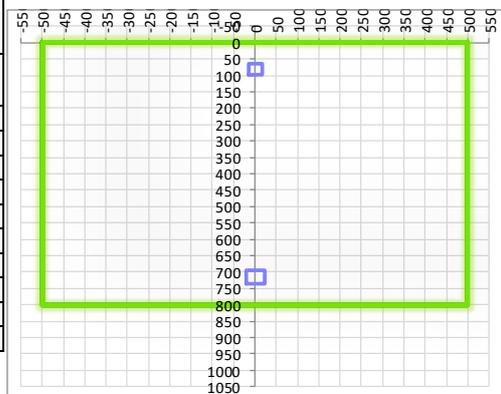
CARATTERISTICHE SEZIONE

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	22	715	1900,6636
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	58	1005,3096
inferiore	5	16	742	1005,3096

Doc. N.

Progetto
INOR

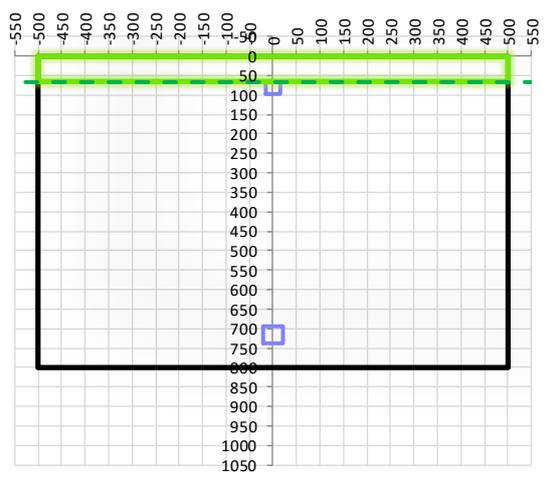
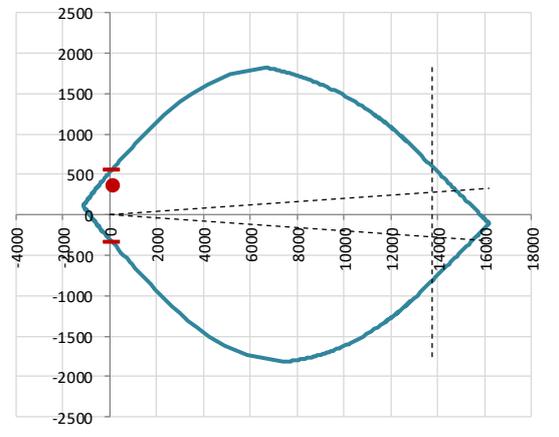
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

Foglio
74 di 110

12.8.2.1. 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}		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																																																			
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																																													
2_SLV_STR	-	112,2	356,1	16187,79	-1137,12	561,59	-340,87	63%																																													
Sezione:																																																					
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -3,40 % d = 715,00 mm x = 66,75 mm x/d = 0,09		Superiori $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -3,40 % d = 715,00 mm x = 66,75 mm x/d = 0,09																																															
Dominio M-N																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>2_SLV_STR</td> <td>-</td> <td>112,2</td> <td>356,1</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLV_STR	-	112,2	356,1																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLV_STR	-	112,2	356,1																																																		

12.8.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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			
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]	Area barre [mm ²]
strato1		5	22	85	1901
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	1901 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	85 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	94 kN
Taglio	V_{Ed}	178,84 kN

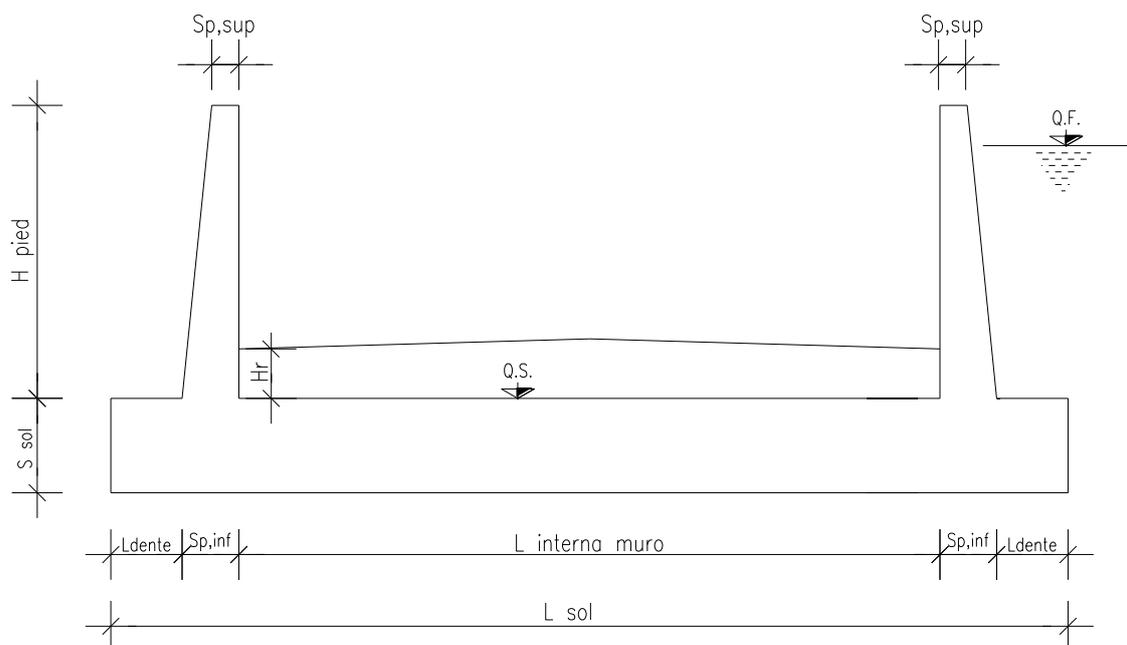
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	715 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,27%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,12 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,38 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	285,19 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	285,19 kN
Verifica		0,63 Verifica soddisfatta

12.8.2.3. 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>									
Combinazione	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
	σ_c / f_{ck}	σ_s / f_{yk}	[N/mm²]	[N/mm²]					
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	M	w_d	w_{lim}	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	94,0	228,3	Msd<Mf	0,200	320,50	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm²]	[N/mm²]	[N/mm²]		
Quasi permanente	1_QP	-	98,5	199,1	-3,35	134,78	-29,05	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	98,5	259,7	-4,36	183,27	-36,87	Sezione parzializzata	

13. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 4 - H = 4.95M

13.1. Geometria della struttura



Dimensioni geometriche trasversali:

- L_{sol} = 9.80 m
- S_{sol} = 1.00 m
- $L_{int,muro}$ = 8.00 m
- L_{dente} = 0.00 m
- H_{pied} = 4.95 m
- $S_{p,sup}$ = 0.90 m
- $S_{p,inf}$ = 0.90 m
- Q.F.

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

13.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

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

z	σ_v	σ'_v	$\sigma'_{h,k0,M1}$	σ_w	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$	$\Delta\sigma_{idr}$	f_h	f_v
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
0,248	4,950	4,950	2,475	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
0,495	9,900	9,900	4,950	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
0,743	14,850	14,850	7,425	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
0,990	19,800	19,800	9,900	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
1,238	24,750	24,750	12,375	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
1,485	29,700	29,700	14,850	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
1,733	34,650	34,650	17,325	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
1,980	39,600	39,600	19,800	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
2,228	44,550	44,550	22,275	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
2,475	49,500	49,500	24,750	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
2,723	54,450	54,450	27,225	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
2,970	59,400	59,400	29,700	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
3,218	64,350	64,350	32,175	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
3,465	69,300	69,300	34,650	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
3,713	74,250	74,250	37,125	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
3,960	79,200	79,200	39,600	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
4,208	84,150	84,150	42,075	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
4,455	89,100	89,100	44,550	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
4,703	94,050	94,050	47,025	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
4,950	99,000	99,000	49,500	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
5,200	104,000	104,000	52,000	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120
5,450	109,000	109,000	54,500	0,000	5,000	13,619	0,000	6,239	3,120

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

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

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

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	122,63		
2	STERRE k0_M1		269,80	148,51
2a	STERRE K0_M2		313,34	172,48
2b	STERRE ka_M1		179,87	99,01
2c	STERRE ka_M2		220,77	121,52
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		74,26	27,25
4a	SOVR. STATICO k0_M2		86,24	31,65
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		202,26	74,22
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		235,24	86,33
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		144,29	52,95
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		169,32	62,14
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		92,66	34,00
8	INERZIA VERT (BASSO)	17,00		

13.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

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

13.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	111,38	354,67	196,39
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLV_STR	133,22	424,71	193,39
Asse soletta_M_max	2_SLV_STR	139,63	474,78	207,23

13.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	111,38	202,15
Filo soletta _FR	2_FR	111,38	248,09
Filo soletta _CAR	2_CAR	111,38	263,40

1/4 soletta _QP	1_QP	117,00	234,35
1/4 soletta _FR	2_FR	117,00	285,05
1/4 soletta _CAR	2_CAR	117,00	301,95

13.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

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

13.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,450	392,481	149,947
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	8,450	201,708	-143,201
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLV_STR	0,225	443,406	134,689
Asse piedritto_M_max	2_SLV_STR	0,000	474,781	139,626
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	6,210	-89,927	-25,409

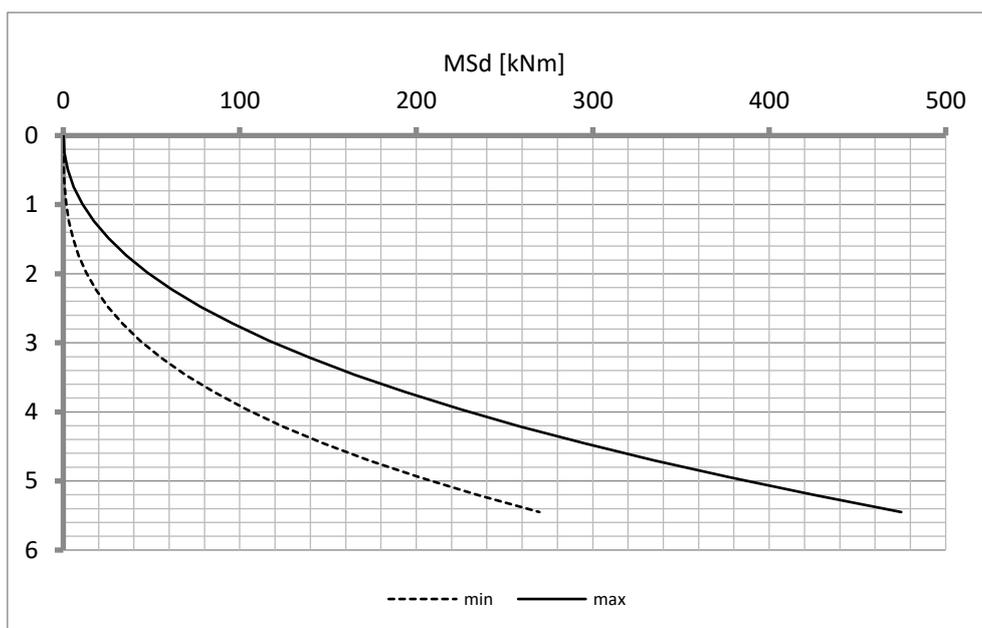
13.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto_QP	1_QP	0,450	217,36
Filo piedritto_FR	2_FR	0,450	272,60
Filo piedritto_CAR	2_CAR	0,450	291,01
1/4 piedritto_QP	1_QP	0,225	242,89
1/4 piedritto_FR	2_FR	0,225	298,47
1/4 piedritto_CAR	2_CAR	0,225	316,99
Mezzeria_QP	1_QP	4,450	-3,99
Mezzeria_FR	1_FR	4,450	-3,99
Mezzeria_CAR	1_CAR	4,450	-3,99

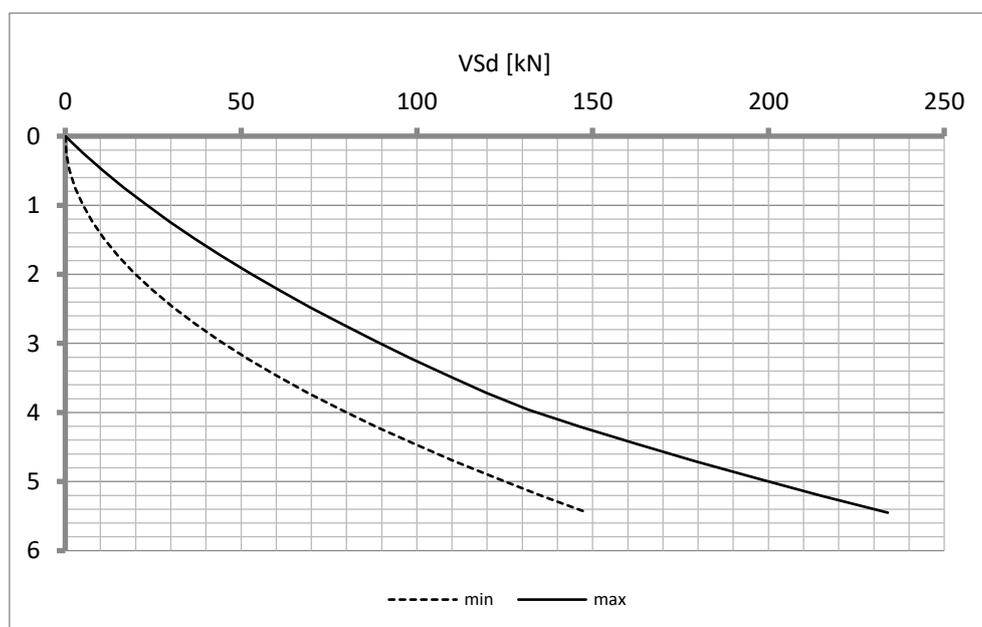
13.6. Diagrammi di inviluppo SLU-SLV

13.6.1. Piedritti

Momento

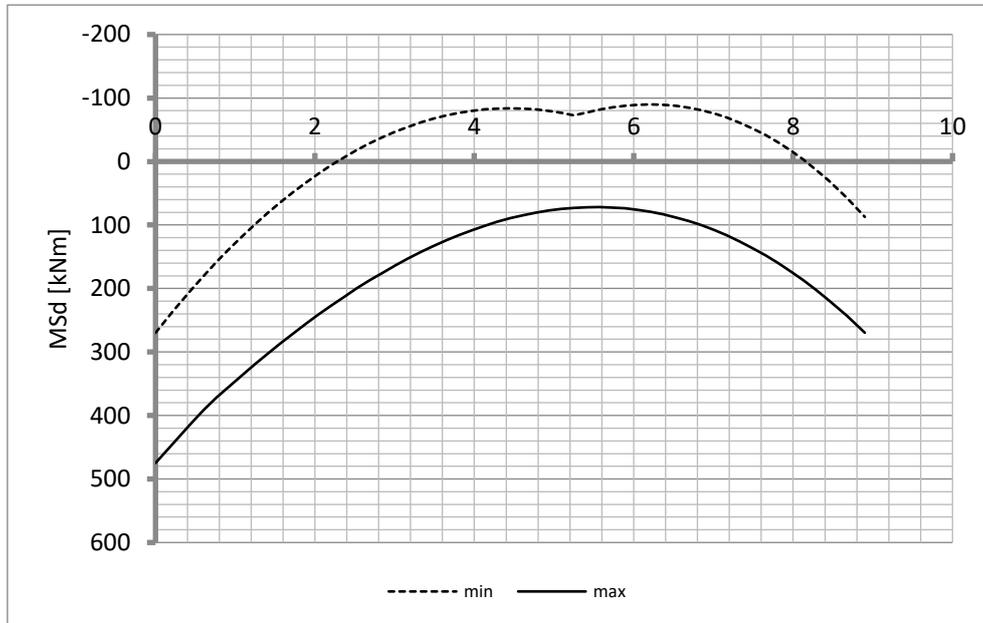


Taglio

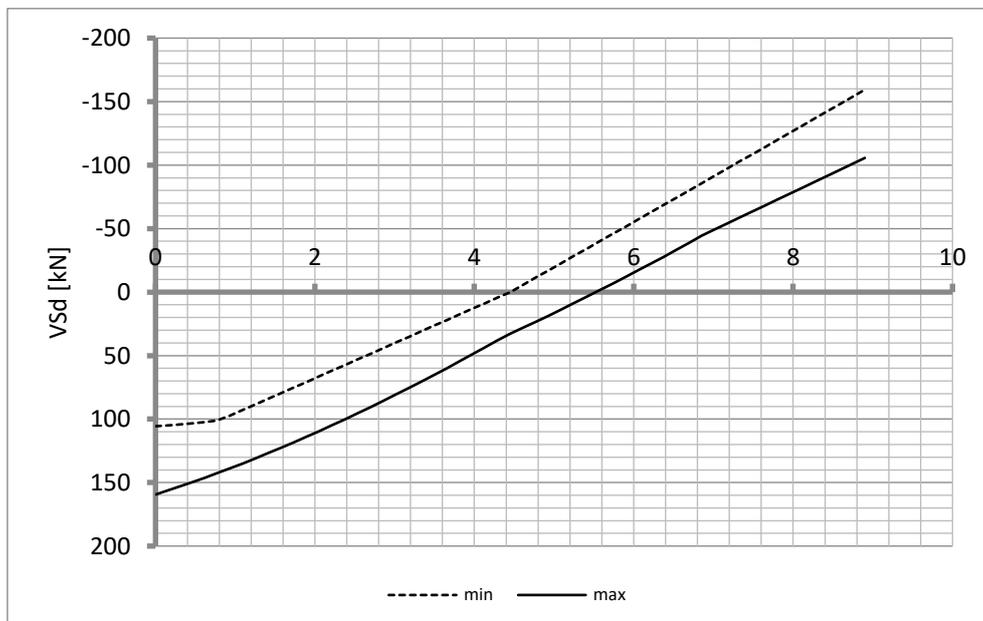


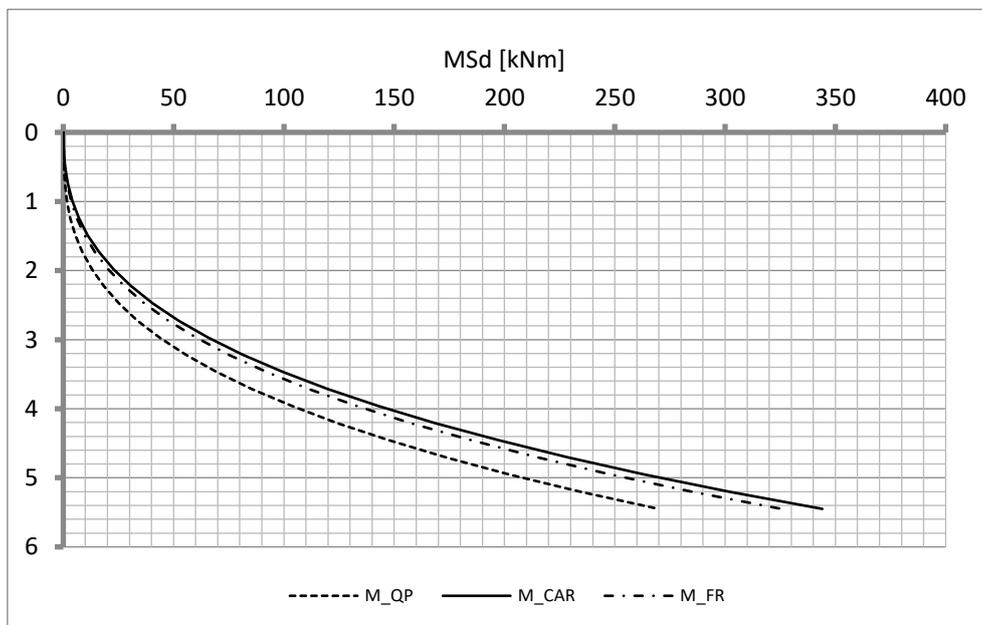
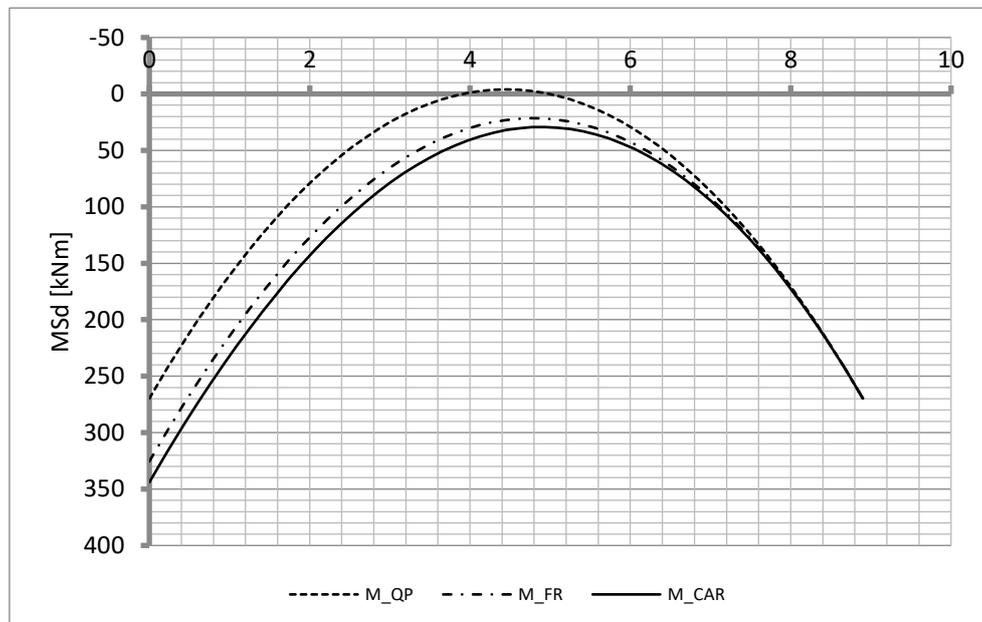
13.6.2. Soletta

Momento



Taglio



13.7. Diagrammi di involucro SLE**13.7.1. Piedritti****13.7.2. Soletta**

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

Foglio
85 di 110

13.8. Sollecitazioni trasmesse alla sottomurazione

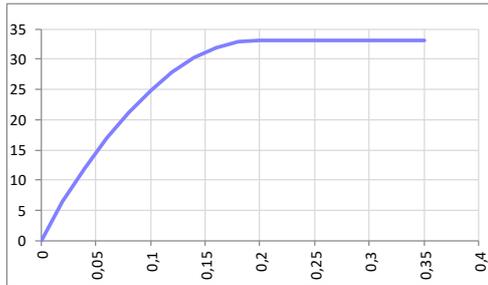
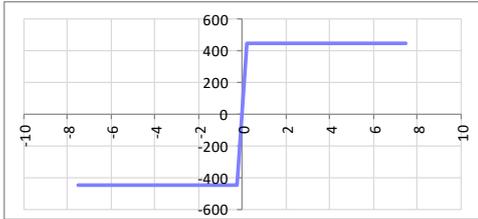
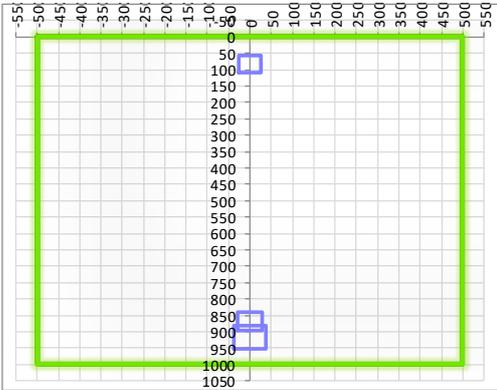
Alle sollecitazioni ottenute dal calcolo della sezione a "U" si devono sommare quelle dovute alle azioni trasmesse in testa al muro, dalla porzione di rostro che non viene demolita dopo la fase di spinta.

Si riportano, di seguito, le azioni applicate in testa al muro per le varie combinazioni di carico:

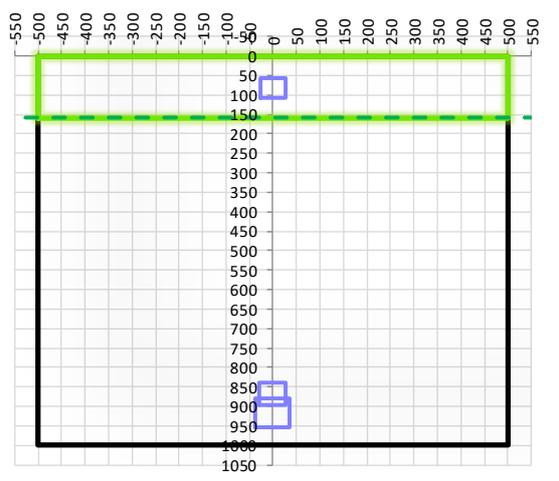
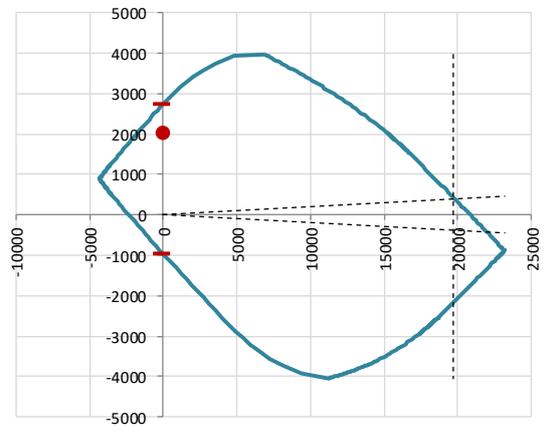
CC	F[kN]
SLU_STR	181,25
SLV_STR	299,43
QP	110,30
CAR	135,54

13.9. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

13.9.1. Soletta

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 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:																																																								
<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>26</td><td>83</td><td>2654,6458</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>26</td><td>917</td><td>5309,2916</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td><td>20</td><td>868</td><td>3141,5927</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	26	83	2654,6458	2	10	26	917	5309,2916	3	10	20	868	3141,5927	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	26	83	2654,6458																																																				
2	10	26	917	5309,2916																																																				
3	10	20	868	3141,5927																																																				
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>60</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>20</td><td>940</td><td>1570,7963</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²	superiore	5	20	60	1570,7963	inferiore	5	20	940	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	As mm ²																																																				
superiore	5	20	60	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	940	1570,7963																																																				

13.9.1.1. 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}		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																																																			
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																																													
2_SLV_STR	-	0,0	2000,5	23158,98	-4345,64	2738,62	-971,61	73%																																													
Sezione:																																																					
				Fibre compresse		Superiori																																															
				$\sigma_{c,max}$	18,81	N/mm ²																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm ²																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-1,67	%																																															
				d=	917,00	mm																																															
				x=	158,87	mm																																															
				x/d=	0,17																																																
Dominio M-N																																																					
				<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>2_SLV_STR</td> <td>-</td> <td>0,0</td> <td>2000,5</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLV_STR	-	0,0	2000,5																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLV_STR	-	0,0	2000,5																																																		

13.9.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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	26	83	5309
strato2		10	20	132	3142
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	8451 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	101,2156134 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case	1_SLU_STR	
Frame	-	
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	149,95 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	898,7843866 mm
Coefficiente	k	1,47
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,94%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,36 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	323,62 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	499,79 kN
Verifica		0,30 <i>Verifica soddisfatta</i>

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

13.9.1.3. 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									
<i>Fessurazione</i>									
Condit. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<i>Tensioni in esercizio</i>									
	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)									
<i>Fessurazione</i>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>MO - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	961,9	0,187	0,200	600,50	-	
<i>Tensioni in esercizio</i>									
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	1_QP	-	0,0	816,5	-5,09	126,41	-58,06	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1021,8	-6,38	158,20	-72,67	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

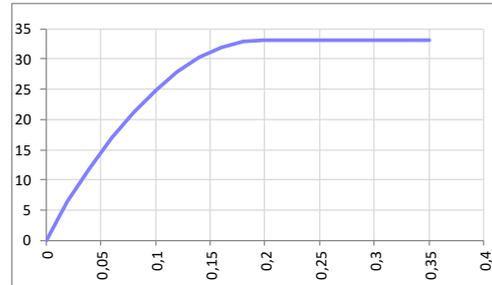
Foglio
90 di 110

13.9.2. Piedritto

CARATTERISTICHE MATERIALI

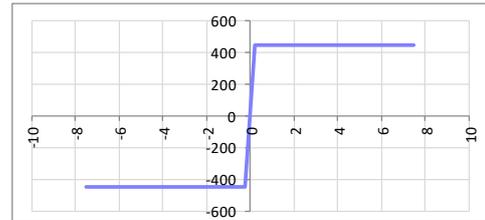
Calcestruzzo:

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	1,93	
n, lungo termine =	10,94 = 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

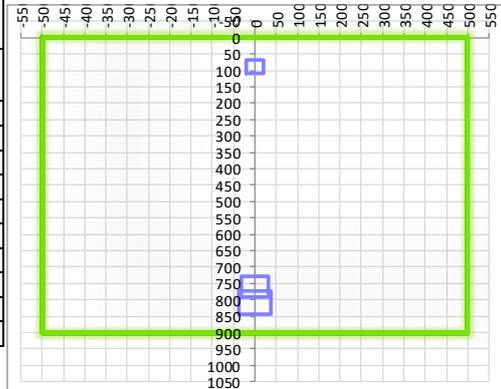
CARATTERISTICHE SEZIONE

Sezione:

B=	1000 mm
H=	900 mm

Armature:

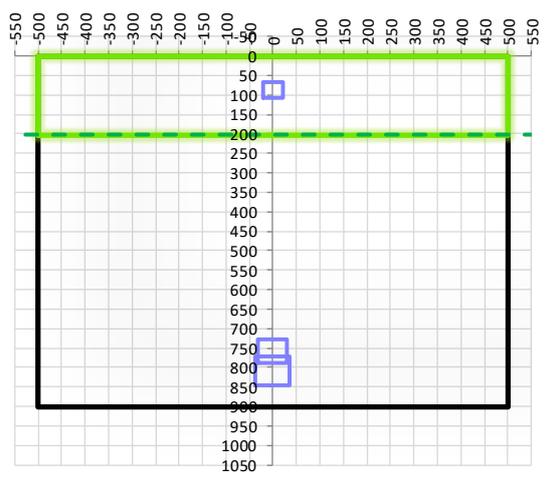
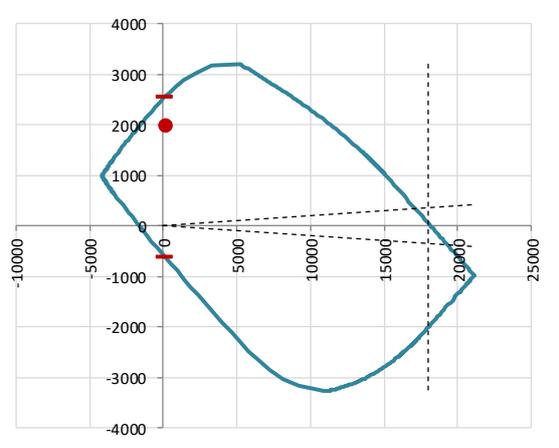
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
1	5	20	88	1570,7963
2	10	26	809	5309,2916
3	10	22	759	3801,3271
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0



Armatura di ripartizione:

Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²
superiore	5	20	60	1570,7963
inferiore	5	20	840	1570,7963

13.9.2.1. 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}		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																																																			
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																																													
2_SLV_STR	-	133,2	1981,8	21111,68	-4179,68	2555,89	-621,16	78%																																													
Sezione:																																																					
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -1,05 % d = 809,00 mm x = 202,47 mm x/d = 0,25		Superiori $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -1,05 % d = 809,00 mm x = 202,47 mm x/d = 0,25																																															
Dominio M-N																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>2_SLV_STR</td> <td>-</td> <td>133,2</td> <td>1981,8</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLV_STR	-	133,2	1981,8																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLV_STR	-	133,2	1981,8																																																		

13.9.2.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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	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		10	26	91	5309
strato2		10	22	141	3801
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	9111 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	111,862069 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		2_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	126,82 kN
Taglio	V_{Ed}	479,4 kN

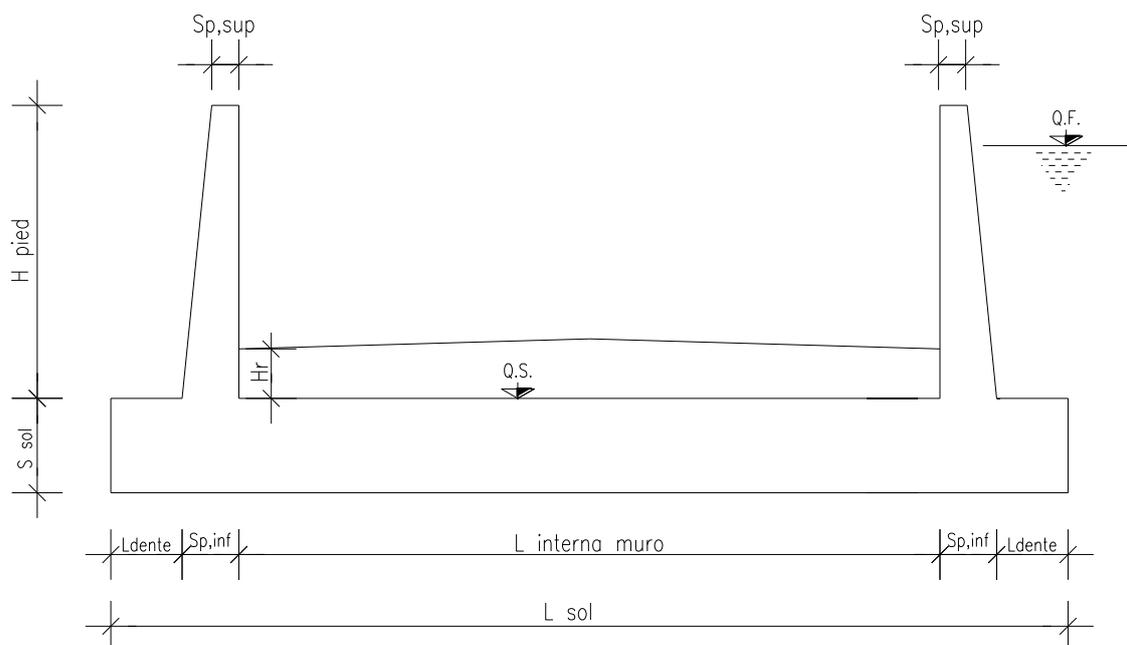
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	788,137931 mm
Coefficiente	k	1,50
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	1,16%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,14 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,37 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	309,75 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	496,38 kN
Verifica		0,97 <i>Verifica soddisfatta</i>

13.9.2.3. 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>									
Combinazione	Limite σ _c / fck	Limite σ _s / fyk	σ _{c,max} [N/mm ²]	σ _{s,max} [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	2_CAR	-	238,5	934,3	0,198	0,200	529,75	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
Combinazione	n. combinazione	nodo	N [kN]	M [kNm]	σ _{c,min} [N/mm ²]	σ _{s,max} [N/mm ²]	σ _{s,min} [N/mm ²]		
Quasi permanente	1_QP	-	244,1	807,9	-6,68	124,47	-75,81	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	244,1	1006,8	-8,27	158,00	-93,34	Sezione parzializzata	

14. MURO AD "U" - TIPOLOGIA 5 - H = 8.15M

14.1. Geometria della struttura



Dimensioni geometriche trasversali:

- L_{sol} = 9.94 m
- S_{sol} = 1.20 m
- $L_{int,muro}$ = 8.00 m
- L_{dente} = 0.00 m
- H_{pied} = 8.15 m
- $S_{p,sup}$ = 0.97 m
- $S_{p,inf}$ = 0.97 m
- Q.F.

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

14.2. Pressioni sul piedritto dovute ai carichi fondamentali

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

z	σ_v	σ'_v	$\sigma'_{h,k0,M1}$	σ_w	$\sigma_{q,st,h,k0,M1}$	$\Delta\sigma_{Ed,M1,(+)}$	$\Delta\sigma_{idr}$	f_h	f_v
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
0,408	8,150	8,150	4,075	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
0,815	16,300	16,300	8,150	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
1,223	24,450	24,450	12,225	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
1,630	32,600	32,600	16,300	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
2,038	40,750	40,750	20,375	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
2,445	48,900	48,900	24,450	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
2,853	57,050	57,050	28,525	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
3,260	65,200	65,200	32,600	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
3,668	73,350	73,350	36,675	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
4,075	81,500	81,500	40,750	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
4,483	89,650	89,650	44,825	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
4,890	97,800	97,800	48,900	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
5,298	105,950	105,950	52,975	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
5,705	114,100	114,100	57,050	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
6,113	122,250	122,250	61,125	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
6,520	130,400	130,400	65,200	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
6,928	138,550	138,550	69,275	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
7,335	146,700	146,700	73,350	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
7,743	154,850	154,850	77,425	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
8,150	163,000	163,000	81,500	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
8,450	169,000	169,000	84,500	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362
8,750	175,000	175,000	87,500	0,000	5,000	21,865	0,000	6,724	3,362

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

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

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

n.	LOAD CASE	N[kN]	M[kNm]	V[kN]
1	PP	212,19		
2	STERRE k0_M1		1116,54	382,81
2a	STERRE K0_M2		1296,71	444,59
2b	STERRE ka_M1		744,36	255,21
2c	STERRE ka_M2		913,62	313,24
3	FALDA		0,00	0,00
4	SOVR. STATICO k0_M1		191,41	43,75
4a	SOVR. STATICO k0_M2		222,29	50,81
4b	SOVR. SISMICO ka_M1		0,00	0,00
4c	SOVR. SISMICO ka_M2		0,00	0,00
5	INCR. SISMICO BASSO_M1		837,03	191,32
5a	INCR. SISMICO BASSO_M2		973,52	222,52
5b	INCR. SISMICO ALTO_M1		597,13	136,49
5c	INCR. SISMICO ALTO_M2		700,73	160,17
6	INCR. IDRODINAMICO		0,00	0,00
7	INERZIA ORIZZONTALE		257,41	58,84
8	INERZIA VERT (BASSO)	29,42		

14.4. Riassunto sollecitazioni massime piedritto

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

14.4.1. Combinazioni SLU – SLV

	CC	N [kN]	M[kNm]	V[kN]
Filo soletta _V_max	2_SLU_STR	197,64	1422,00	492,87
1/4 spessore soletta_M_max	2_SLV_STR	233,32	1691,07	479,59
Asse soletta_M_max	2_SLV_STR	241,61	1838,80	505,37

14.4.2. Combinazioni SLE

	CC	N [kN]	M[kNm]
Filo soletta _QP	1_QP	197,64	902,24
Filo soletta _FR	2_FR	197,64	1026,78
Filo soletta _CAR	2_CAR	197,64	1068,30

1/4 soletta _QP	1_QP	204,91	1005,59
1/4 soletta _FR	2_FR	204,91	1139,46
1/4 soletta _CAR	2_CAR	204,91	1184,09

14.5. Riassunto massime sollecitazioni soletta

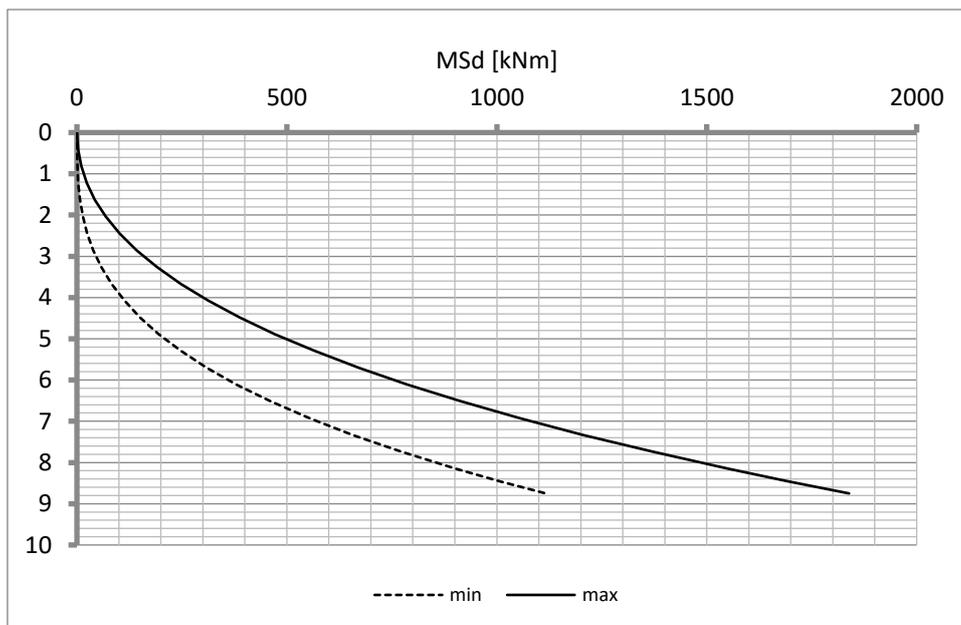
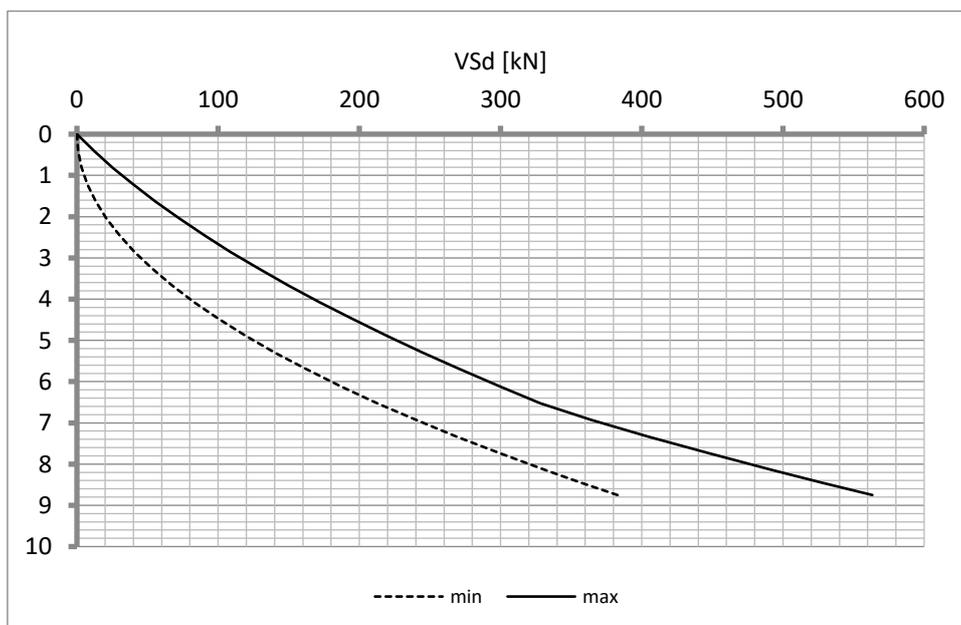
Si riportano di seguito le massime sollecitazioni calcolate nella soletta di fondazione ed adottate per le verifiche strutturali.

14.5.1. Combinazioni SLU - SLV

	CC	x[m]	M[kNm]	V[kN]
Filo piedritto SX_V_max	1_SLU_STR	0,485	1606,079	270,062
Filo piedritto DX_V_max	3_SLU_STR	8,485	989,544	-247,719
1/4 spessore piedritto_M_max	2_SLV_STR	0,243	1778,715	241,939
Asse piedritto_M_max	2_SLV_STR	0,000	1838,801	241,606
Mezzeria_M_min	2_SLV_STR	7,205	276,745	-44,385

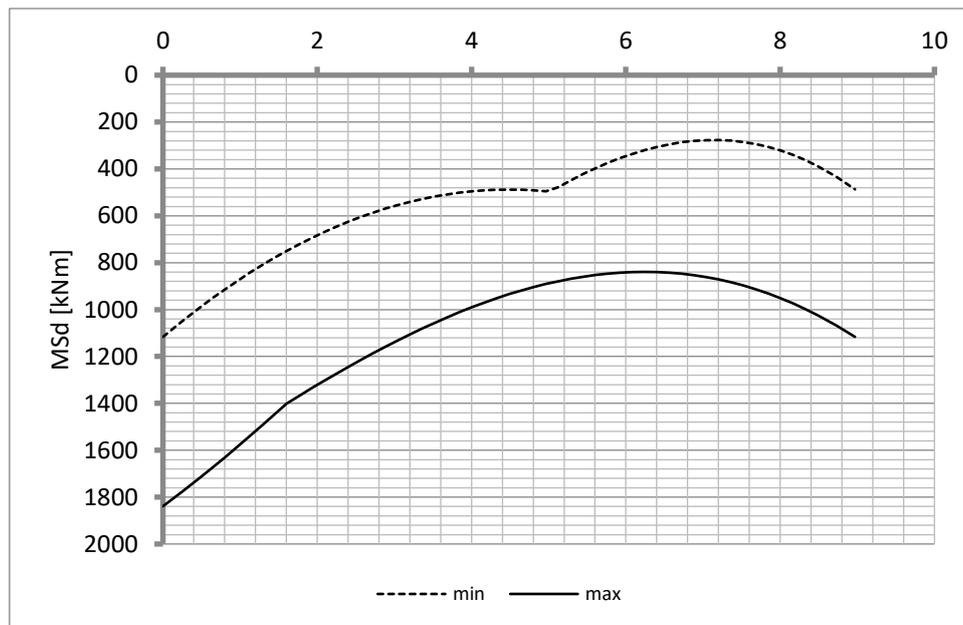
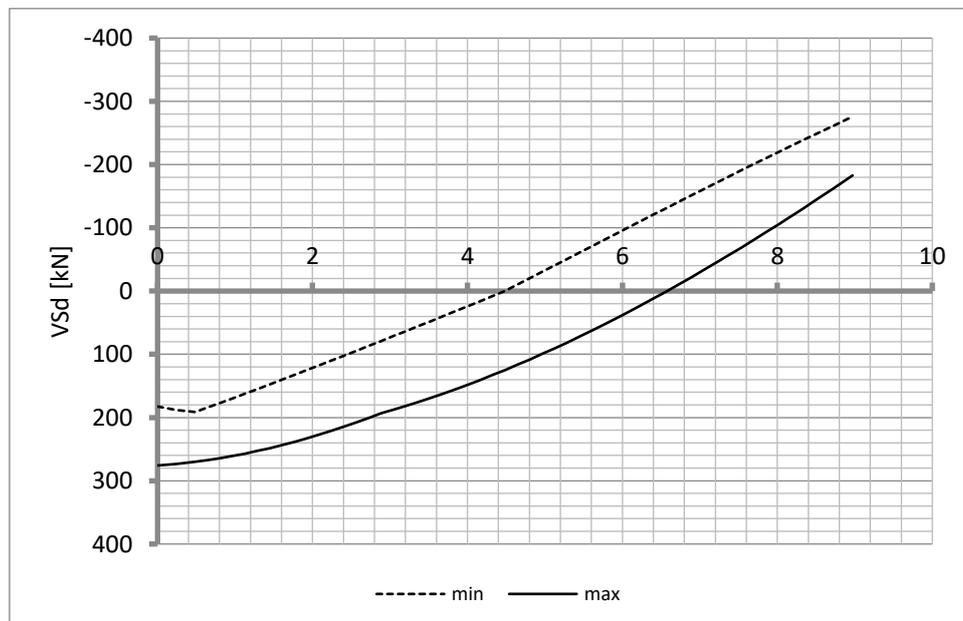
14.5.2. Combinazioni SLE

	CC	x[m]	M[kNm]
Filo piedritto_QP	1_QP	0,485	1018,66
Filo piedritto_FR	2_FR	0,485	1160,94
Filo piedritto_CAR	2_CAR	0,485	1208,37
1/4 piedritto_QP	1_QP	0,243	1066,33
1/4 piedritto_FR	2_FR	0,243	1209,56
1/4 piedritto_CAR	2_CAR	0,243	1257,30
Mezzeria_QP	1_QP	4,485	628,62
Mezzeria_FR	1_FR	4,485	628,62
Mezzeria_CAR	1_CAR	4,485	628,62

14.6. Diagrammi di inviluppo SLU-SLV**14.6.1. Piedritti**MomentoTaglio

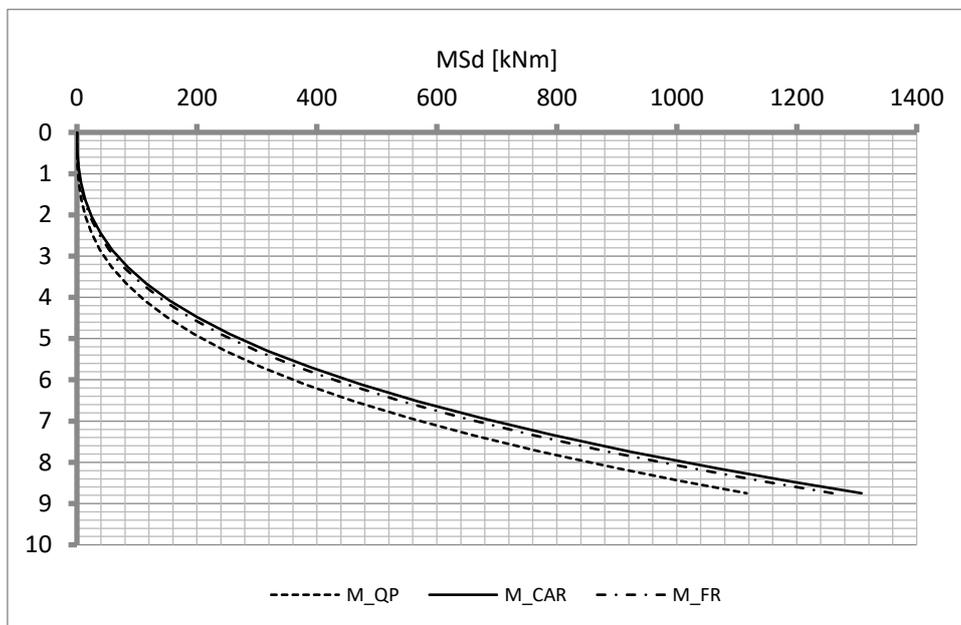


Doc. N.

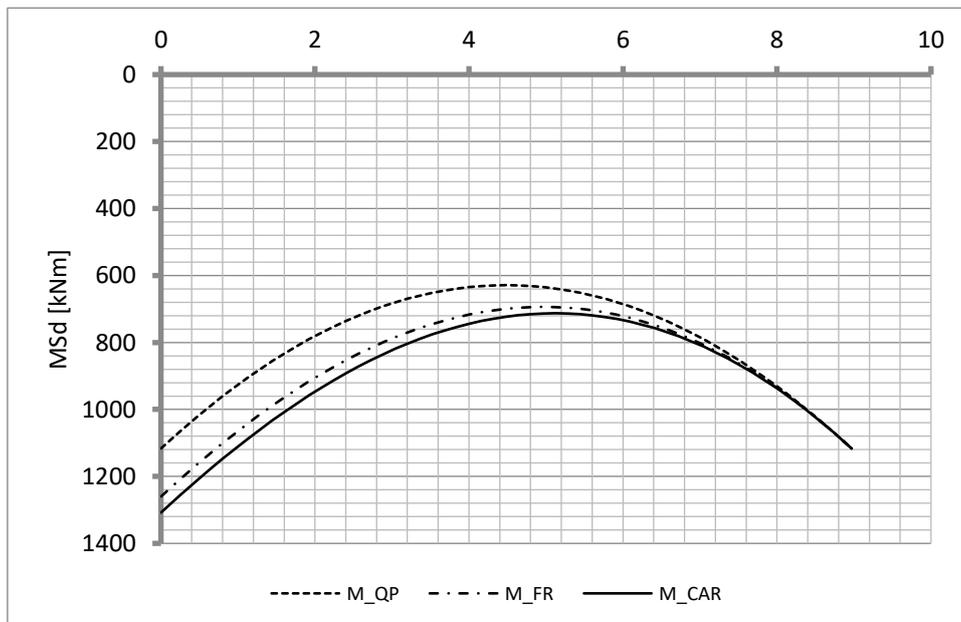
Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003Rev.
AFoglio
100 di 110**14.6.2. Soletta**MomentoTaglio

14.7. Diagrammi di inviluppo SLE

14.7.1. Piedritti

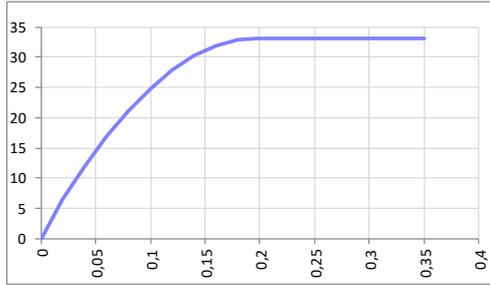
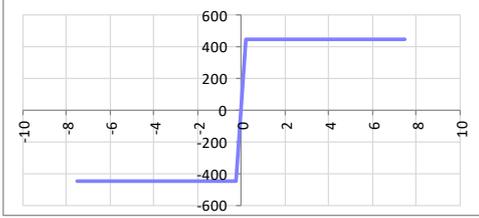
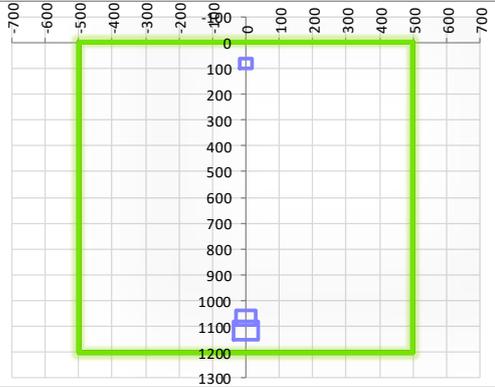


14.7.2. Soletta



14.8. Verifiche di resistenza ultima e di esercizio

14.8.1. Soletta

CARATTERISTICHE MATERIALI				
Calcestruzzo:				
Classe	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 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	As mm ²
1	5	20	80	1570,7963
2	10	26	1117	5309,2916
3	10	20	1068	3141,5927
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	60	1570,7963
inferiore	5	20	1140	1570,7963
				

14.8.1.2. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe 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	26	83	5309
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	5309 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	83 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case	1_SLU_STR	
Frame	-	
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	0 kN
Taglio	V_{Ed}	270,06 kN

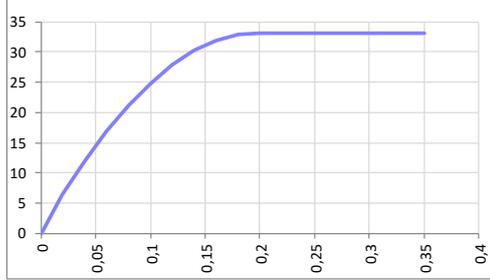
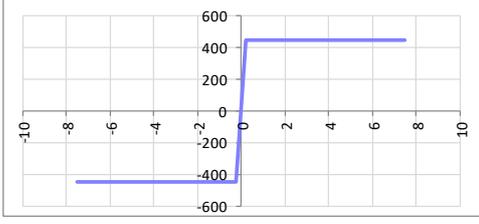
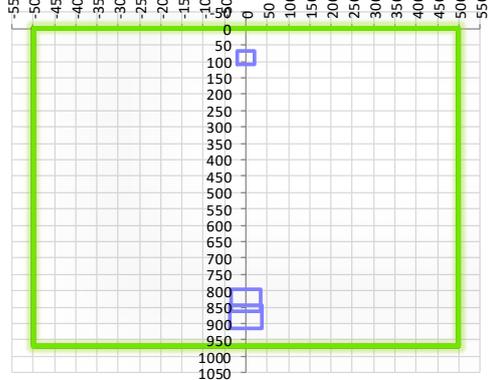
VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	1117 mm
Coefficiente	k	1,42
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	0,48%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,00 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,34 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	382,44 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	478,47 kN
Verifica		0,56 Verifica soddisfatta

Non è necessario prevedere armatura a taglio.

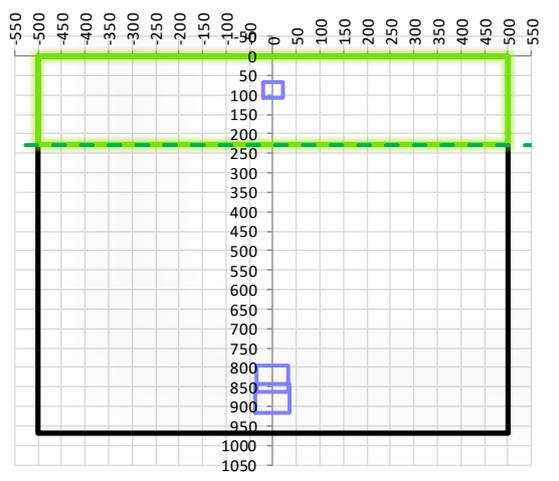
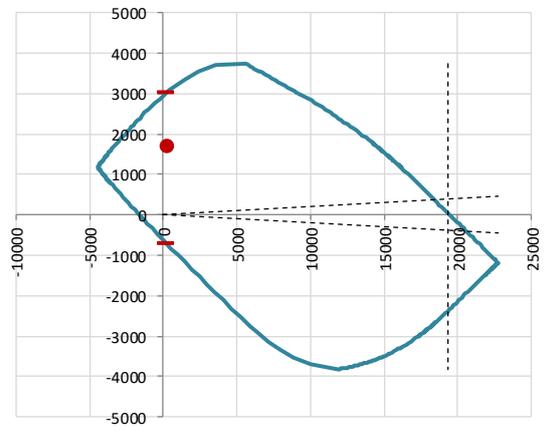
14.8.1.3. Verifiche allo stato limite di esercizio

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									
<i>Fessurazione</i>									
Condz. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<i>Tensioni in esercizio</i>									
	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)									
<i>Fessurazione</i>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>MO - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1208,4	0,191	0,200	827,00	-	
<i>Tensioni in esercizio</i>									
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	1_QP	-	0,0	1066,3	-5,00	133,45	-60,07	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	0,0	1257,3	-5,90	157,35	-70,82	Sezione parzializzata	

14.8.2. 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	1,93																																																							
n, lungo termine =	10,91 = 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=	970 mm																																																							
Armature:																																																								
<table border="1"> <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>5</td><td>20</td><td>88</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>2</td><td>10</td><td>26</td><td>879</td><td>5309,2916</td></tr> <tr><td>3</td><td>10</td><td>24</td><td>828</td><td>4523,8934</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	A _s mm ²	1	5	20	88	1570,7963	2	10	26	879	5309,2916	3	10	24	828	4523,8934	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	88	1570,7963																																																				
2	10	26	879	5309,2916																																																				
3	10	24	828	4523,8934																																																				
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>A_s mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>superiore</td><td>5</td><td>20</td><td>60</td><td>1570,7963</td></tr> <tr><td>inferiore</td><td>5</td><td>20</td><td>910</td><td>1570,7963</td></tr> </tbody> </table>	Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²	superiore	5	20	60	1570,7963	inferiore	5	20	910	1570,7963																																									
Pos.	n° barre	∅ mm	y _i mm	A _s mm ²																																																				
superiore	5	20	60	1570,7963																																																				
inferiore	5	20	910	1570,7963																																																				

14.8.2.1. 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}		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																																													
2_SLV_STR	-	233,3	1691,1	22711,36	-4462,43	3022,79	-713,76	56%																																													
Sezione:																																																					
				Fibre compresse $\sigma_{c,max}$ = 18,81 N/mm ² $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm ² $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -1,00 % d = 879,00 mm x = 227,61 mm x/d = 0,26		Superiori Superiori																																															
Dominio M-N																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e1eef6;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #d9ead3;"> <td>2_SLV_STR</td> <td>-</td> <td>233,3</td> <td>1691,1</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	2_SLV_STR	-	233,3	1691,1																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
2_SLV_STR	-	233,3	1691,1																																																		

14.8.2.2. 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	970 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	26	91	5309
strato2		10	22	142	3801
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	A_s	9111 mm ²			
Posizione della barra equivalente	c^*	112,2793103 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		1_SLU_STR
Frame		-
Azione assiale (+ di compressione)	N_{Ed}	197,64 kN
Taglio	V_{Ed}	492,87 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	857,7206897 mm
Coefficiente	k	1,48
Rapporto di armatura longitudinale	ρ_l	1,06%
Tensione assiale media	σ_{cp}	0,20 N/mm ²
	$0.2 \times f_{cd}$	3,76 N/mm ²
	v_{min}	0,36 N/mm ²
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	338,57 kN
Resistenza al taglio senza armatura	V_{rd}	526,73 kN
Verifica		0,94 Verifica soddisfatta

14.8.2.3. 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									
<i>Fessurazione</i>									
Condz. Ambientali:	2	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	Aggressive								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	Poco sensibile								
<i>Tensioni in esercizio</i>									
	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)									
<i>Fessurazione</i>									
Combinazione	<i>n. combinazione</i>	<i>frame/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w_d</i>	<i>w_{lim}</i>	<i>MO - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	2_CAR	-	197,6	1068,3	0,198	0,200	608,42	-	
<i>Tensioni in esercizio</i>									
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	1_QP	-	204,9	1005,6	-7,03	135,83	-81,26	Sezione parzializzata	
Caratteristica	2_CAR	-	204,9	1184,1	-8,24	161,56	-95,04	Sezione parzializzata	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IN77 00 003

Rev.
A

Foglio
110 di 110

15. RIFERIMENTI

15.1. Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° INOR 11 E E2 RB IN77 00 001, intitolato "RELAZIONE GEOTECNICA IN77 - Ponte scatolare Canale di Sommacampagna - pk 148+839.037".

15.2. Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

15.3. Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.