

Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile



FERROVIENORD

FNMGROUP



NORD_ING

FNMGROUP

CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

F 3 1

D

f

0 1 0

I D

- -

R 0

--

LINEA MILANO - VARESE - LAVENO
RADDOPPIO SELETTIVO GEMONIO - CITTIGLIO
Progetto Definitivo

RELAZIONE DI CALCOLO
Relazione di calcolo strutturale vasca di laminazione

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Nov. 2022	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE (a.i.)
Dott. Enrico Belavita

Progettista



NORD_ING
FNMGROUP

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCO
ORDINE D'INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCO
n° A 639

Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	4
1.1. Generalità	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1. Norme generali	5
2.2. Norme sismiche	5
2.3. Eurocodici	5
3. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	5
3.1. Generalità e definizione degli stati limite	5
3.2. Valutazione della sicurezza	6
3.3. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento	6
3.3.1. <i>Vita nominale</i>	6
3.3.2. <i>Classe d'uso</i>	7
3.3.3. <i>Periodo di riferimento per l'azione sismica</i>	7
3.4. Combinazioni delle azioni	8
3.4.1. <i>Combinazioni per gli stati limiti ultimi</i>	8
3.4.2. <i>Combinazioni per gli stati limiti ultimi connessi al sisma</i>	8
3.4.3. <i>Combinazioni per gli stati limiti di esercizio</i>	9
3.4.4. <i>Coefficienti di combinazione</i>	9
3.5. Azioni nelle verifiche agli stati limite	10
3.5.1. <i>Verifiche agli stati limite ultimi</i>	10
3.5.2. <i>Verifiche agli stati limite di esercizio</i>	11
4. MATERIALI	13
4.1. Calcestruzzo	13
4.1.1. <i>Magroni</i>	13
4.1.2. <i>Fondazioni, elevazioni, solette</i>	13
4.2. Acciaio	14
4.2.1. <i>Acciaio in tondo da c.a.</i>	14
4.2.2. <i>Reti</i>	14

4.2.3. Acciaio da carpenteria	14
5. GEOTECNICA.....	15
6. CODICI DI CALCOLO.....	15
7. AZIONI SULLE COSTRUZIONI.....	15
7.1. Pesi propri dei materiali strutturali	15
7.2. Carichi permanenti non strutturali.....	16
7.3. Azioni variabili verticali.....	16
7.3.1. Traffico.....	16
7.4. Azione sismica	17
7.4.1. Stati limite e probabilità di superamento	17
7.4.2. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche	18
7.4.3. Comportamento strutturale	19
7.4.4. Criteri di modellazione della struttura e dell'azione sismica	19
7.4.5. Tipo di analisi	20
7.4.6. Tipologia strutturale	20
7.4.7. Sistemi geotecnici	21
8. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	21
8.1.1. Schema di calcolo.....	21
8.1.2. Condizioni elementari di carico.....	22
8.1.3. Combinazioni di carico.....	23
8.1.4. Risultati delle analisi	29
9. FASCICOLO DEI CALCOLI.....	32
9.1. Verifiche geotecniche	32
9.1.1. Verifica platea.....	32
9.2. Verifiche Stato Limite Ultimo	33
9.2.1. Verifiche platea di fondazione	33
9.2.2. Verifiche soletta (trasverso)	34
9.2.3. Verifiche parete sinistra (piedritto sinistro)	35
9.2.4. Verifiche parete destra (piedritto destro)	35
9.3. Verifiche Stato Limite di Esercizio	36
9.3.1. Verifiche platea di fondazione	36

9.3.2. Verifiche soletta	36
9.3.3. Verifiche parete sinistra	37
9.3.4. Verifiche parete destra	37
9.4. Verifiche a fessurazione	37

1. INTRODUZIONE

1.1. Generalità

La presente Relazione di calcolo interessa il dimensionamento e la verifica delle opere in conglomerato cementizio armato relative alla messa in opera di una vasca di laminazione interrata a seguito del raddoppio selettivo Gemonio – Cittiglio in provincia di Varese.

Il progetto prevede la formazione di un corpo di fabbrica avente dimensioni planimetriche pari a 9.00x6.00 m per un'altezza complessiva di 4.20 m. Trattasi di struttura scatolare in c.a. gettato in opera con platea di altezza pari a 70 cm e soletta e muri di spessore pari a 50 cm. È previsto un ricoprimento di terra all'estradosso della soletta di copertura di 50 cm e un torrino di accesso dall'esterno dalle dimensioni nette di 1.00x1.00 m.

Di seguito si riportano le dimensioni generali della vasca, le quali saranno approfondite negli elaborati grafici allegati alla presente relazione:

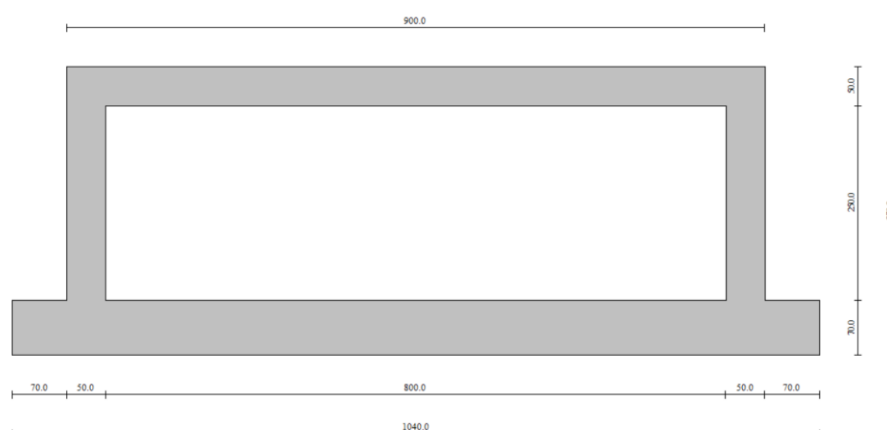


Figura 1: Vista longitudinale vasca di laminazione

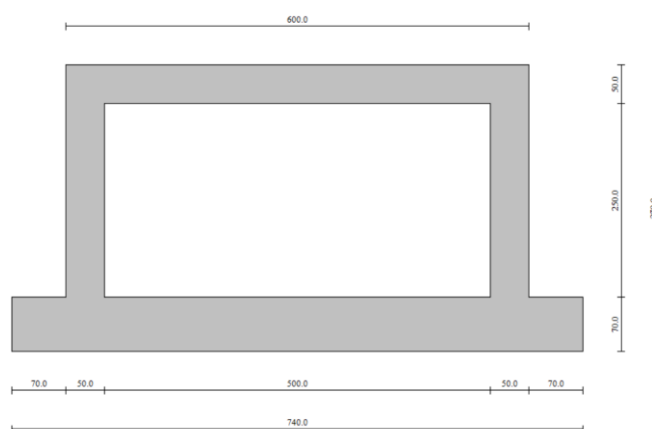


Figura 2: Vista trasversale vasca di laminazione

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato sviluppato nell'osservanza della vigente normativa tecnica facendo riferimento, qualora necessario, anche alle normative precedentemente vigenti. In particolare:

2.1. Norme generali

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Ministero delle Infrastrutture. Decreto ministeriale 17 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni 2018”.
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

2.2. Norme sismiche

- Ordinanza del Presidente del Consiglio n°3274 del 20 marzo 2003, e allegati “Normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica e connessa classificazione sismica del territorio nazionale”.
- Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio servizio Sismico Nazionale “Nota esplicativa dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003” datata 4 giugno 2003.

2.3. Eurocodici

- EUROCODICE 1 Azioni sulle strutture.
- EUROCODICE 2 Progettazione delle strutture in calcestruzzo.
- EUROCODICE 3 Progettazione delle strutture in acciaio.
- EUROCODICE 4 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- EUROCODICE 7 Progettazione geotecnica.
- EUROCODICE 8 indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

3. SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

3.1. Generalità e definizione degli stati limite

L’opera è progettata in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione con il livello di sicurezza previsto dalle vigenti NTC. La sicurezza è valutata in relazione agli stati limite che si possono

verificare durante la vita nominale, dove per stato limite si intende la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. Per la definizione dei suddetti stati limite si fa espressamente riferimento a quanto indicato nel § 2.2 NTC.

L'opera possiede, quindi, i seguenti requisiti:

- Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- Sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- Robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

3.2. Valutazione della sicurezza

Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si adotta il criterio del metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale [2.2.1] NTC dove:

- R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;
- E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni come indicato nel § 2.5.3 NTC.

3.3. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

3.3.1. Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è

destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I NTC. Con riferimento alla suddetta tabella, il cui stralcio è allegato in calce, si considera un Tipo di costruzione **2** a cui corrisponde una Vita nominale di **50** anni.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

3.3.2. Classe d'uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l'intervento in oggetto si considera pertanto una Classe d'uso II.

3.3.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come riportato nella Tab. 2.4.II NTC. Con riferimento alla suddetta tabella, il cui stralcio è allegato in calce, si considera un valore pari a **1.0**.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

3.4. Combinazioni delle azioni

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

3.4.1. Combinazioni per gli stati limiti ultimi

Per le verifiche agli stati limite ultimi SLU si adottano le combinazioni del tipo:

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

dove:

G_1 = valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali

G_2 = valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali

P = pretensione e precompressione

Q_{kj} = azioni variabili della combinazione con $j=1$ per l'azione dominante

γ_{Gi} = coefficienti parziali per i carichi permanenti/permanenti non strutturali nelle verifiche SLU

γ_{Qi} = coefficienti parziali per i carichi variabili nelle verifiche SLU

γ_P = coefficiente parziale della precompressione nelle verifiche SLU

ψ_{0i} = coefficiente di combinazione

3.4.2. Combinazioni per gli stati limiti ultimi connessi al sisma

Per le verifiche agli stati limite ultimi connessi all'azione sismica si adottano combinazioni del tipo:

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

dove:

E = azione sismica

G_1 = valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali

G_2 = valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali

P = pretensione e precompressione

Q_{kj} = azioni variabili della combinazione con $j=1$ per l'azione dominante

ψ_{0i} = coefficiente di combinazione

3.4.3. Combinazioni per gli stati limite di esercizio

Per le verifiche agli stati limite di esercizio SLE si adottano combinazioni del tipo:

$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$	SLE rara
$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$	SLE frequente
$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$	SLE quasi permanente

dove:

G_1 = valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali

G_2 = valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali

P = pretensione e precompressione

Q_{kj} = azioni variabili della combinazione con $j=1$ per l'azione dominante

ψ_{ji} = coefficiente di combinazione

3.4.4. Coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti di combinazione sono desunti dalla Tab. 2.5.I NTC sotto riportata. In particolare:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Non essendo contemplata nella suddetta tabella la categoria di azione variabile di progetto, si adotta per similitudine la **Categoria C**.

3.5. Azioni nelle verifiche agli stati limite

Le verifiche agli stati limite sono eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3 NTC.

3.5.1. Verifiche agli stati limite ultimi

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione STR
- lo stato limite di resistenza del terreno GEO

Le tabelle Tab 2.6.I, 5.1.V e 5.2.V NTC forniscono i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi. Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali relativi alle azioni riportati nella colonna EQU delle Tabelle sopra citate. Nello specifico:

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Per tutti gli elementi strutturali si verifica che il valore di progetto degli effetti delle azioni “ E_d ” sia in ogni caso minore delle resistenze corrispondenti “ R_d ”. Per quanto concerne le strutture in cemento armato, e con riferimento al Cap. 4 NTC, si è fatto riferimento al § 4.1.2.1.2 NTC per la valutazione della resistenza a sforzo normale e flessione, al § 4.1.2.1.3 NTC per la valutazione della resistenza nei confronti delle azioni taglianti e al § 4.1.2.1.1 NTC per la valutazione della resistenza nei confronti delle azioni torcenti.

3.5.2. Verifiche agli stati limite di esercizio

Le verifiche agli stati limite di esercizio riguardano le voci riportate al § 2.2.2 NTC. Inoltre, si fa riferimento al Cap. 4 NTC per le condizioni non sismiche e al Cap. 7 NTC per le condizioni sismiche.

3.5.2.1. Verifica di fessurazione

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare 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 e UNI 11104:2004. Vale quanto di cui alla Tab. 4.1.III NTC e in particolare:

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

Per tutti gli elementi in progetto si definiscono condizioni ambientali **ordinarie** e una classe d'esposizione **XC2**. Per quanto concerne la sensibilità delle armature alla corrosione, le armature in acciaio ordinario si definiscono come **sensibili**. Nella Tab. 4.1.IV NTC, il cui stralcio è riportato in calce, sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle esigenze sopra definite. In particolare:

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

Per condizioni ambientali ordinarie, quindi, il criterio di scelta da adottare nelle relative verifiche è sempre (combinazione frequente e quasi permanente) quello di **apertura delle fessure** meglio definito nel 4.1.2.2.4.1 NTC e nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori:

$w_1 = 0.2 \text{ mm}$

$w_2 = 0.3 \text{ mm}$

$w_3 = 0.4 \text{ mm}$

3.5.2.2. Copriferri

Al fini 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 prossima, individua il cosiddetto "copriferro nominale" ed è determinato secondo quanto di cui al § 4.1.6.1.3 NTC. Segue la determinazione analitica dei copriferri in progetto per le varie tipologie di elementi in ottemperanza a quanto previsto nella Tab. C.4.1.IV della Circ. 7/2019 sotto riportata:

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Per tutti gli elementi strutturali in progetto si ottiene, considerando un valore di tolleranza di posa in ottemperanza a quanto prescritto nell'Eurocodice di competenza, il seguente valore del copriferro nominale:

Vita nominale (Tab. 2.4.I NTC)	V_N	<100 anni	
Tipologia di elemento da verificare (Tab. C4.1.IV Circ.7/19)	elemento	Piastra c.a.	
Condizioni ambientali (Tab. 4.1.III NTC)	cond. amb.	Ordinarie	
Modalità di getto dell'elemento	getto	Opera	
Classe di resistenza del calcestruzzo	C_{fck}/R_{ck}	C28/35	MPa
Tolleranze di posa (Valore consigliato EC2 4.4.1.3 = 10 mm)	toll	10	mm
Copriferro nominale (C4.1.6.1.3 Circ.7/19)	c	30	mm

Trattandosi di un'opera interamente interrata, a favore di sicurezza di utilizza un copriferro di 5cm.

4. MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei materiali meglio elencati nel seguito. Per quanto qui non espressamente citato si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

4.1. Calcestruzzo

4.1.1. Magroni

CALCESTRUZZO MAGRO	X0	C12/15	S4
Condizioni ambientali	Ordinarie		
Dimensione massima aggregati	d _{max}	20	mm

4.1.2. Fondazioni, elevazioni, solette

CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA	XC2	C28/35	S4
Condizioni ambientali	Ordinarie		
Classe di abbassamento al cono	Slump	da 160 a 210	mm
Massimo diametro barre da c.a.	Φ_{max}	32	mm
Dimensione massima aggregati	d _{max}	32	mm
Resistenza caratteristica cubica	R _{ck}	35	MPa
Resistenza caratteristica cilindrica	f _{ck}	29.05	MPa
Resistenza media cilindrica	f _{cm}	37.05	MPa
Resistenza media a trazione semplice	f _{ctm}	2.83	MPa
Resistenza caratteristica a trazione	f _{ctk}	1.98	MPa
Modulo elastico	E _{cm}	32588	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	0/0,2	ad
Coefficiente di dilatazione termica	α	10*10 ⁻⁶	1/°C
Resistenza di calcolo a compressione	f _{cd}	16.46	MPa
Tensione max. di compressione SLE rara	σ_{c_rara}	17.43	MPa
Tensione max. di compressione SLE quasi permanente	σ_{c_qp}	13.07	MPa
Resistenza di calcolo a trazione	f _{ctd}	1.32	MPa
Resistenza tangenziale di aderenza	f _{bd}	2.98	MPa
Tensione max. a trazione in esercizio	σ_{ct_ese}	2.36	MPa

4.2. Acciaio

4.2.1. Acciaio in tondo da c.a.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO		B 450	C
È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui alle vigenti NTC e controllati con le modalità riportate nelle stesse			
Densità	ρ	78.50	kN/m ³
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	≥ 540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥ 450	MPa
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5$	%
Caratteristiche di duttilità	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 < 1,35$	-
	$(f_y/f_{y0m})_k$	$\leq 1,25$	-
Resistenza di calcolo	f_{yd}	391	MPa
Tensione massima in esercizio	f_{yd}	360	MPa
Modulo elastico	E_s	210000	MPa
Limitazione sui diametri	Φ_{barre}	$\geq 6 < 40$	mm
Acciai forniti in rotoli	Φ_{rotoli}	≤ 16	mm

4.2.2. Reti

RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI		B 450	C
Densità	ρ	78.50	kN/m ³
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	≥ 540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥ 450	MPa
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5$	%
Caratteristiche di duttilità	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15 < 1,35$	-
	$(f_y/f_{y0m})_k$	$\leq 1,25$	-
Resistenza di calcolo	f_{yd}	391	MPa
Massimo interasse delle barre	f_{yd}	330	mm
Modulo elastico	E_s	210000	MPa
Limitazione sui diametri	Φ_{barre}	$\geq 6 < 16$	mm
Rapporto tra i diametri	Φ_{rotoli}	$\geq 0,6$	-

4.2.3. Acciaio da carpenteria

ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE		S355	t ≤ 40
Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 NTC.			
Modulo elastico	E_s	210000	MPa
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	MPa
Modulo di elasticità trasversale	G	80769	MPa
Coefficiente di espansione termica lineare T $\leq 100^\circ\text{C}$	α	$12 \cdot 10^{-6}$	1/ $^\circ\text{C}$
Densità	ρ	78.50	kN/m ³
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	510	MPa
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	355	MPa

5. GEOTECNICA

Come previsto dal § 6.2.2 NTC, la progettazione è basata su preesistenti indagini relative a una zona limitrofa e prove documentate. Nello specifico si è fatto espressamente riferimento alla Relazione Geotecnica redatta dal Dott. Geol. A. Freddo in data 08/09/2022 denominata “*Relazione geologica – Caratterizzazione e modellazione geotecnica*”. Segue la tabella riassuntiva delle risultanze:

3.2. OpN 643 Passerella Pedonale SSE Gemonio Lato di valle e lato di monte

Profondità [m]	Tipologia	Cu [kPa]	E _{edon} [MPa]	φ [°]	E [MPa]	γ [kN/m ³]	γ _s [kN/m ³]	Permeabilità [m/s]	V _{s,eq} [m/s]	F ₀ [Hz]	Categoria sottomolo	Categoria topografica
0,30 – 2,50	Sabbia limosa con ghiaia	–	2.507	22	1.929	17	18	2E-07	406 (locale a valle)	9,65 (locale a valle)	B	T1 (locale a valle)
2,50 – 10,00	Trovanti rocciosi	–	20.890	35	16.098	20	22	–				

L'intervento in oggetto non è interessato dalla presenza della falda che è localizzata a una quota maggiore di 10 m al di sotto del piano campagna.

6. CODICI DI CALCOLO

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Nello specifico:

- Le verifiche sezionali delle sezioni in c.a. sono condotte utilizzando **fogli di calcolo** redatti e testati dallo scrivente e utilizzando il codice di calcolo **Scat 14** prodotto e distribuito da Aztec Informatica;

7. AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Si fa espressamente riferimento a quanto previsto nei § 3.1 NTC.

7.1. Pesi propri dei materiali strutturali

Per la determinazione dei pesi propri strutturali dei più comuni materiali possono essere assunti i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nel Tab. 3.1.I NTC. In particolare:

Calcestruzzo ordinario:	24.0 kN/m ³
Calcestruzzo armato (e/o precompresso):	25.0 kN/m ³
Acciaio:	78.5 kN/m ³

7.2. Carichi permanenti non strutturali

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione. Essi devono essere valutati sulla base delle dimensioni effettive delle opere e dei pesi di unità di volume dei materiali costituenti. In particolare:

Cappa in calcestruzzo sp. medio 10 cm 2.50 kN/m²

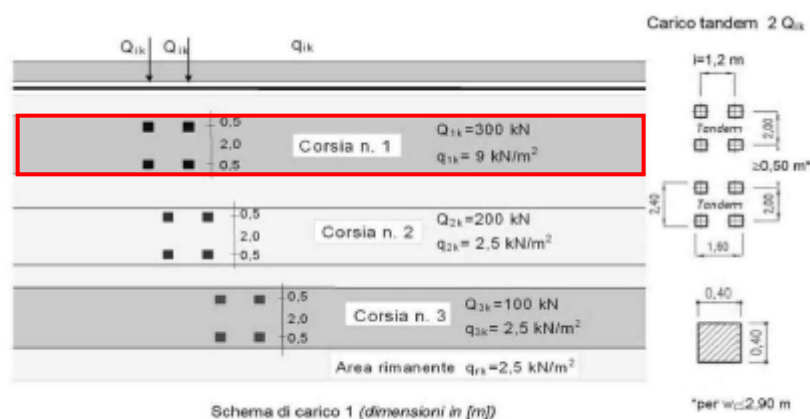
7.3. Azioni variabili verticali

7.3.1. Traffico

Le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti Schemi di Carico1:

Schema di Carico 1:	è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato in Fig. 5.1.2. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.
Schema di Carico 2:	è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in Fig. 5.1.2. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.
Schema di Carico 3:	è costituito da un carico isolato da 150 kN con impronta quadrata di lato 0,40 m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurezza.
Schema di Carico 4:	è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10 m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurezza e sulle passerelle pedonali.
Schema di Carico 5:	costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m ² . Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m ² . Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.
Schemi di Carico 6.a, b, c:	In assenza di studi specifici ed in alternativa al modello di carico principale, generalmente cautelativo, per opere di luce maggiore di 300 m, ai fini della statica complessiva del ponte, si può far riferimento ai seguenti carichi $q_{L,a}$, $q_{L,b}$ e $q_{L,c}$

Nella fattispecie, considerando la sola corsia di carico n.1, viene applicato sul traverso della struttura lo Schema di carico 1, come indicato nella figura seguente:



Diffondendo le impronte del carico tandem a 45° sulla superficie media del traverso si ottiene un'area 6.40x5.50m. Ne consegue quanto segue:

- $(2 \times 300) / (6.40 \times 5.50) = 17.00 \text{ kN/mq}$

In definitiva si ha:

$$q_k = 17.00 \text{ kN/mq} + 9 \text{ kN/mq} = 26.00 \text{ kN/mq}.$$

7.4. Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Le forme spettrali sono definite a partire dai parametri a_g , F_0 , T_c^* su sito di riferimento rigido orizzontale desunti dagli allegati A e B al D.M. 14/01/2008 pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4/2/2008, n.29 ed eventuali successivi aggiornamenti.

7.4.1. Stati limite e probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli stati limite di esercizio (SLE) che gli stati limite ultimi (SLU), sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- Stato limite di operatività (SLO)
- Stato limite di danno (SLD)

Gli stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato limite di prevenzione del collasso (SLC)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I NTC sotto riportata:

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per il Comune di Gemonio (VA) vale quanto riportato compiutamente nel seguito con riferimento agli stati limite considerati:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
8,6781

LATITUDINE
45,8779

☒ Ricerca per comune

REGIONE
Lombardia

PROVINCIA
Varese

COMUNE
Gemonio

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

☒ Sito esterno al reticolo

☐ Interpolazione su 3 nodi

☐ Interpolazione corretta

Interpolazione
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

7.4.1.1. Spettro SLV

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV [info](#)

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo B [info](#)

Categoria topografica T1 [info](#)

$S_s = 1,200$ [info](#)

$C_c = 1,406$ [info](#)

$h/H = 0,000$ [info](#)

$S_T = 1,000$ [info](#)

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

$\eta = 1,000$ [info](#)

$\eta = 0,667$ [info](#)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE) $\xi = 5$

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore $q_0 = 1$

Regol. in altezza si [info](#)

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore $q = 1,5$

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

7.4.2. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

La Tab. 3.2.II NTC compendia le categorie di sottosuolo previste per l'utilizzo del cosiddetto metodo semplificato mentre la Tab. 3.2.V NTC compendia le categorie topografiche. Nello specifico si adotta un tipo di suolo **B** a cui corrispondono i valori dei coefficienti che concorrono

alla definizione dello spettro di risposta sotto riportati e una categoria **T1** a cui corrisponde un valore di S_T unitario.

7.4.2.1. Parametri stato limite SLV

Per lo stato limite SLV i parametri di definizione dello spettro sono i seguenti:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,044 g
F_0	2,691
T_C^*	0,293 s
S_S	1,200
C_C	1,406
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,137 s
T_C	0,412 s
T_D	1,775 s

7.4.3. Comportamento strutturale

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi d'isolamento e/o dissipativi, devono essere progettate in accordo con uno dei seguenti comportamenti strutturali:

a) comportamento strutturale non dissipativo, oppure b) comportamento strutturale dissipativo.

Per comportamento strutturale **non dissipativo**, come quello adottato in progetto, nella valutazione della domanda tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico. La domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce, ma indipendentemente dalla tipologia strutturale e senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico come esplicitato nel § 7.2.6 NTC.

7.4.4. Criteri di modellazione della struttura e dell'azione sismica

Il modello della struttura è bidimensionale e rappresenta in modo approssimato le distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali. Adottando un modello di comportamento non dissipativo si impiegano per i materiali leggi costitutive

elastiche. In generale le azioni conseguenti al moto sismico possono essere modellate sia attraverso forze statiche equivalenti, come in questo caso, o mediante spettri di risposta.

7.4.5. Tipo di analisi

L'analisi **lineare** qui implementata può essere utilizzata per calcolare la domanda sismica nel caso di comportamento strutturale sia non dissipativo sia dissipativo. In entrambi i casi, la domanda sismica è calcolata, quale che sia la modellazione utilizzata per l'azione sismica, riferendosi allo spettro di progetto (§ 3.2.3.4 e § 3.2.3.5 NTC) ottenuto, per ogni stato limite, assumendo per il fattore di comportamento q , i limiti riportati nella tabella 7.3.I NTC (segue stralcio) con i valori dei fattori di base q_0 riportati in Tab. 7.3.II NTC.

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Più in generale, per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{ND} ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" di cui alla Tab. 7.3.II NTC secondo l'espressione [7.3.2] NTC. Oltre che in relazione al fatto che l'analisi sia lineare o non lineare, i metodi d'analisi previsti sono articolati anche in relazione al fatto che l'equilibrio sia trattato dinamicamente o staticamente. Nello specifico trattasi di analisi lineare **statica** che consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze d'inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici previsti dalle NTC.

7.4.6. Tipologia strutturale

Le strutture sismo-resistenti in calcestruzzo armato sono classificate come descritto nel § 7.4.3.1 NTC. Nello specifico trattasi di una struttura a pareti da considerarsi come struttura a **pareti estese debolmente armate** in quanto le pareti sono caratterizzate da un'estensione a buona parte del

perimetro della pianta strutturale e sono dotate di idonei provvedimenti per garantire la continuità strutturale così da produrre un efficace comportamento scatolare. Inoltre, nella direzione orizzontale d'interesse, la struttura ha un periodo fondamentale, in condizioni non fessurate e calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a T_C .

7.4.7. Sistemi geotecnici

L'analisi della sicurezza in condizioni sismiche è eseguita mediante il metodo pseudo-statico. Il modello di calcolo comprende l'opera, il volume di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo, e gli eventuali sovraccarichi agenti sul volume suddetto. Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati mediante le espressioni [7.11.6] e [7.11.7] NTC. Si ottiene quanto segue:

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo ag [m/s^2]	0,387	0,183
Accelerazione al suolo ag [% di g]	0,039	0,019
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F0$	2,659	2,554
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc^*	0,279	0,167
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s	Tipo B ▼ 1,200	1,200
Coefficiente di riduzione (β_m)	C 1,000	1,000
Coeff. amplificazione topografica S_T	T1 ▼ 1,000	
$K_h = ag/g * S_s * S_t * \beta_m$		
Coeff. di intensità sismica orizzontale K_h [%]	4,734	2,237

$$k_h = 0.047$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h = 0.023.$$

8. MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

8.1.1. Schema di calcolo

Segue lo schema adottato nella modellazione bidimensionale della struttura oggetto di analisi statica lineare. Per la geometria plano-altimetrica si rimanda agli elaborati grafici di progetto allegati alla presente relazione.

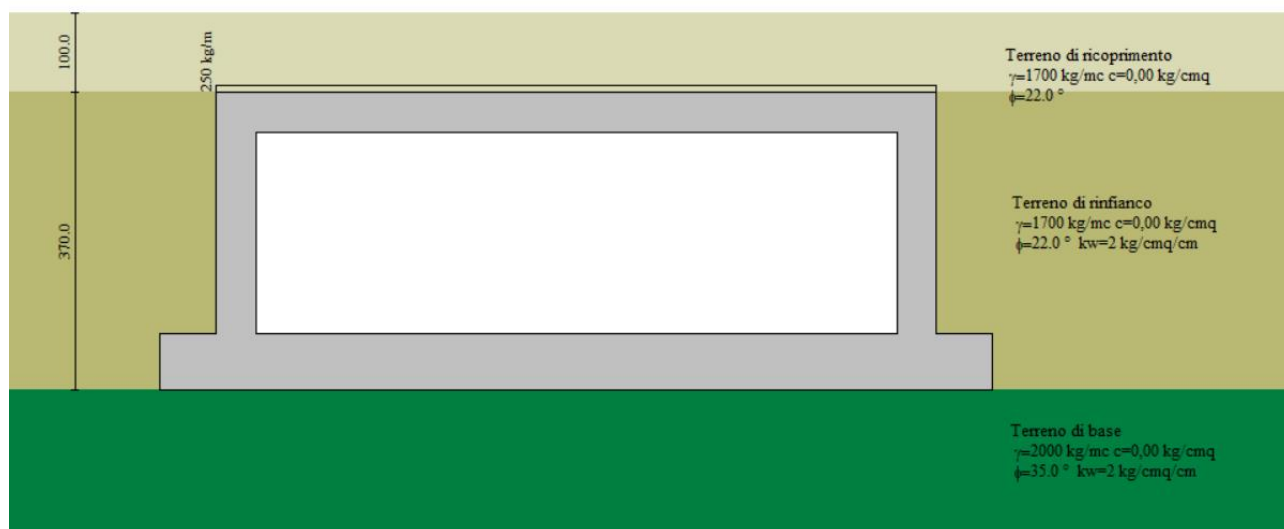


Figura 3: Vista longitudinale

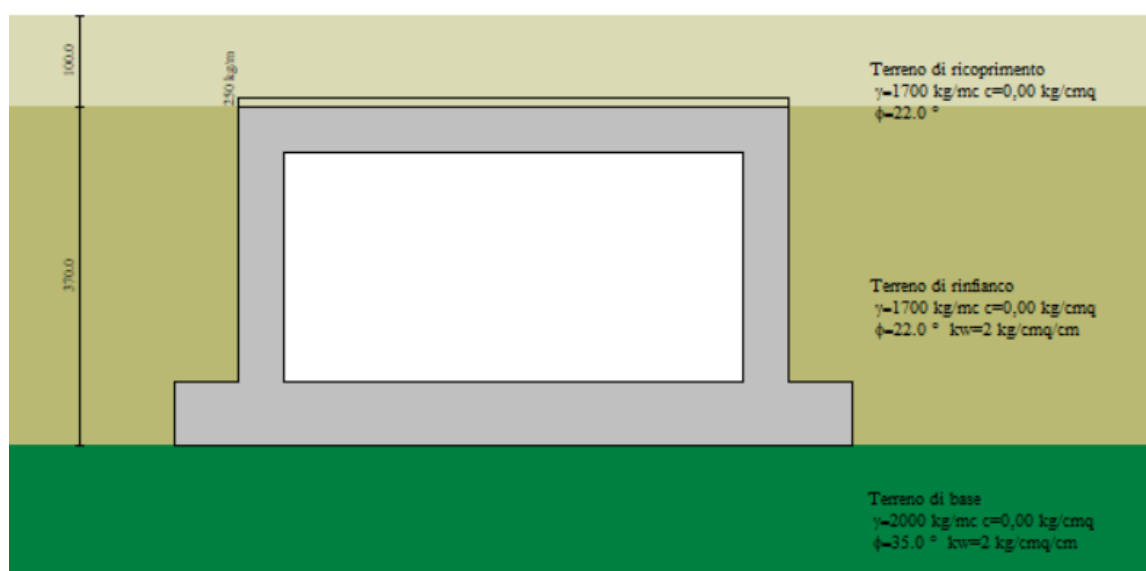


Figura 4: Vista trasversale

8.1.2. Condizioni elementari di carico

Seguono le condizioni elementari di carico implementate nell'analisi. La tabella riassume il nome della condizione, la tipologia di carico e una breve descrizione.

• Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)
• Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)
• Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

• Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)
• Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)
• Condizione di carico n° 7 (Acqua)
• Condizione di carico n° 8 (Traffico)
• Condizione di carico n° 9 (Massetto protezione sp. 10cm)

8.1.3. Combinazioni di carico

Seguono le combinazioni di carico implementate nell'analisi generate a partire dai 9 casi di carico di cui al paragrafo precedente.

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Traffico	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
----------	-------------	------	------	------

<u>Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)</u>				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Traffico	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

<u>Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo</u>				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo</u>				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo</u>				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo				
Effetto		g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffic	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 14 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 15 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo</u>				
	Effetto	g	Y	C

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 16 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 17 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 18 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo</u>				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
-----------------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 19 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLE (Rara)				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 SLE (Frequente)				
	Effetto	g	Y	C

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 23 SLE (Quasi Permanente)				
	Effetto	g	Y	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Permanente (massetto protez.)	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Traffico	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

8.1.4. Risultati delle analisi

Seguono i diagrammi delle sollecitazioni agenti sugli elementi strutturali modellati nelle combinazioni di carico significative ai fini delle verifiche.

Per semplicità di esposizione vengono riportati solo i diagrammi delle sollecitazioni della sezione longitudinale della vasca.

8.1.4.1. Involuppi SLU

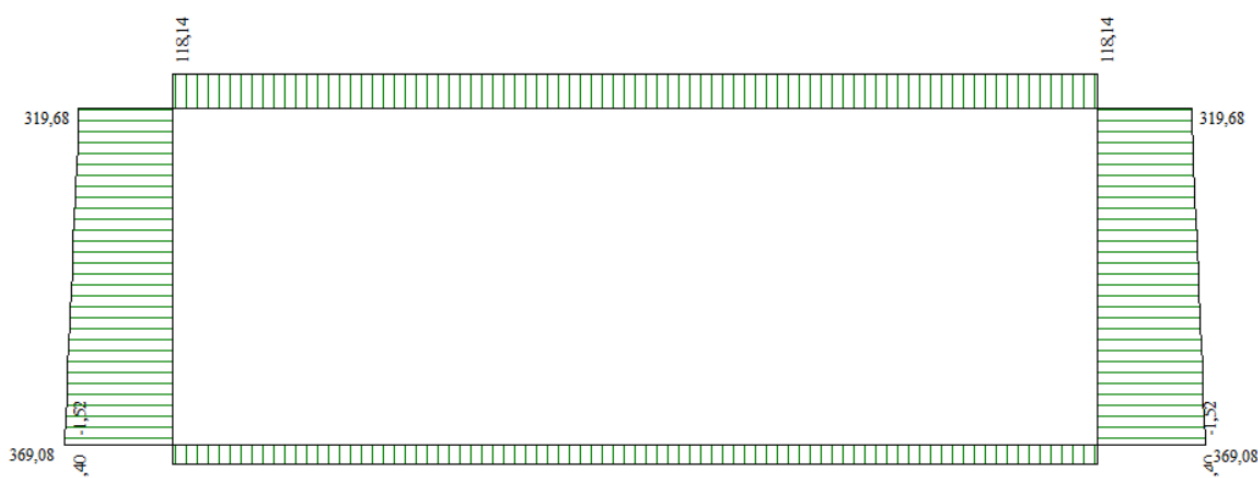


Figura 5 - Assiale SLU [kN]

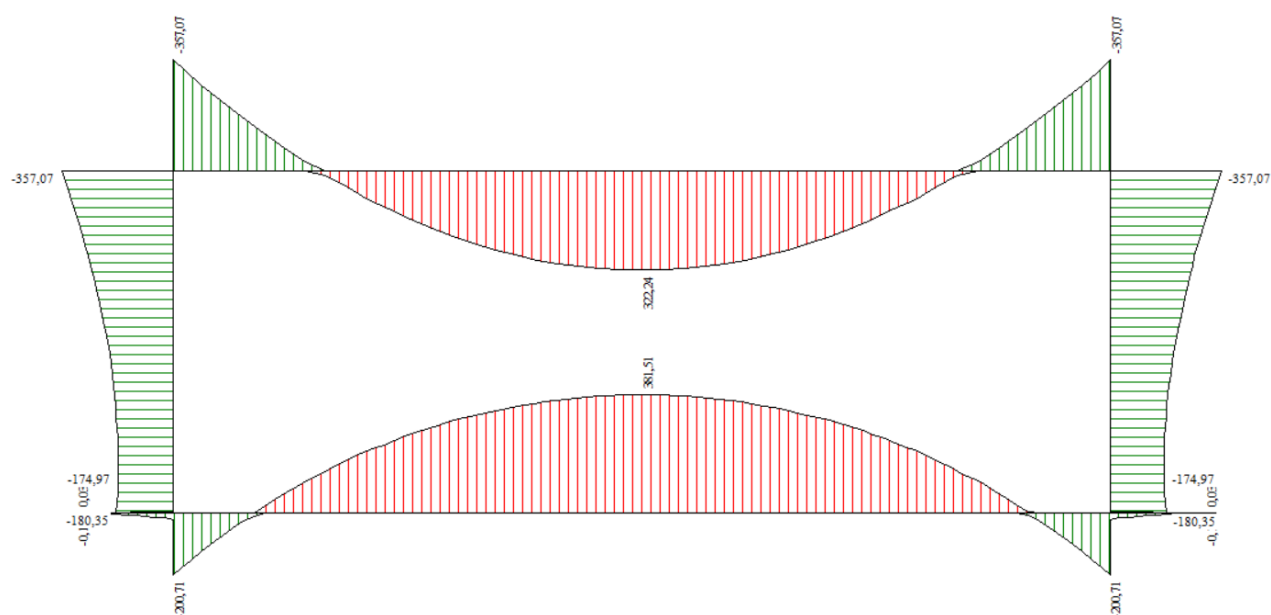


Figura 6 – Momento flettente SLU [kNm]

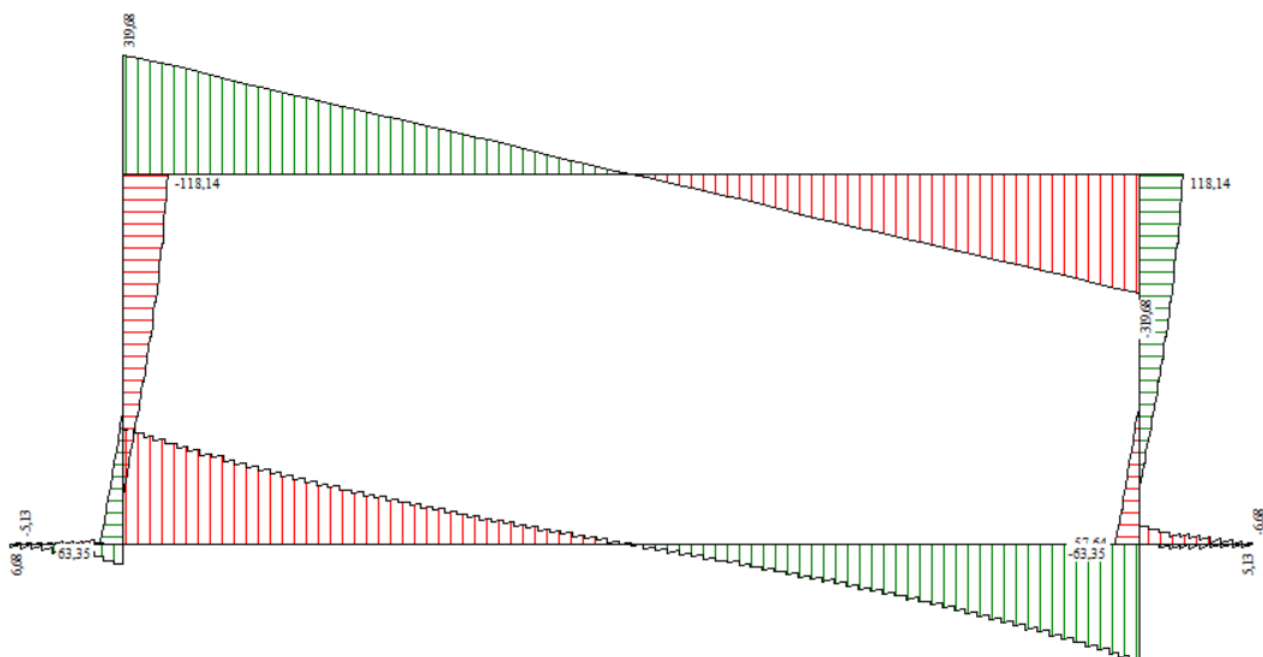


Figura 7 – Taglio SLU [kN]

8.1.4.2. Involuppi SLE

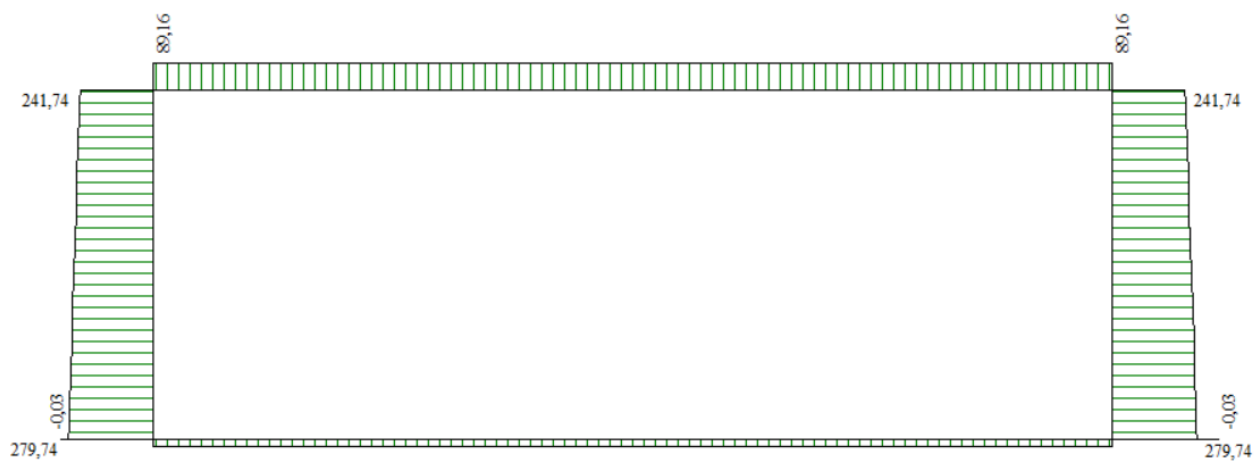


Figura 8 - Assiale SLE [kN]

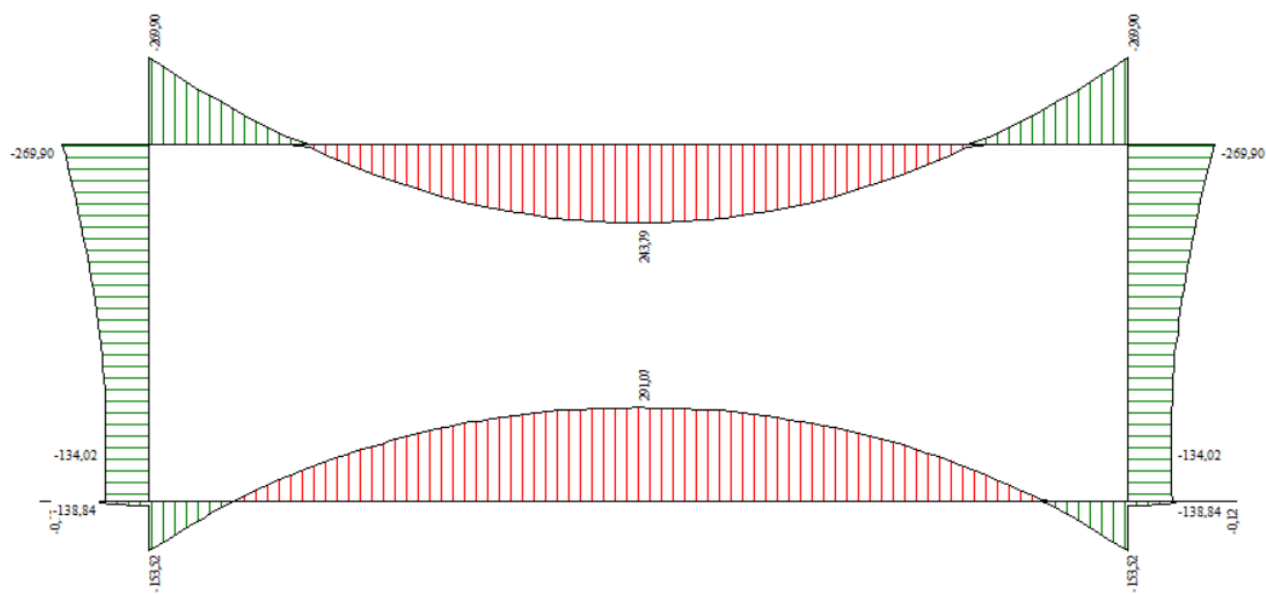


Figura 9 – Momento flettente SLE [kNm]

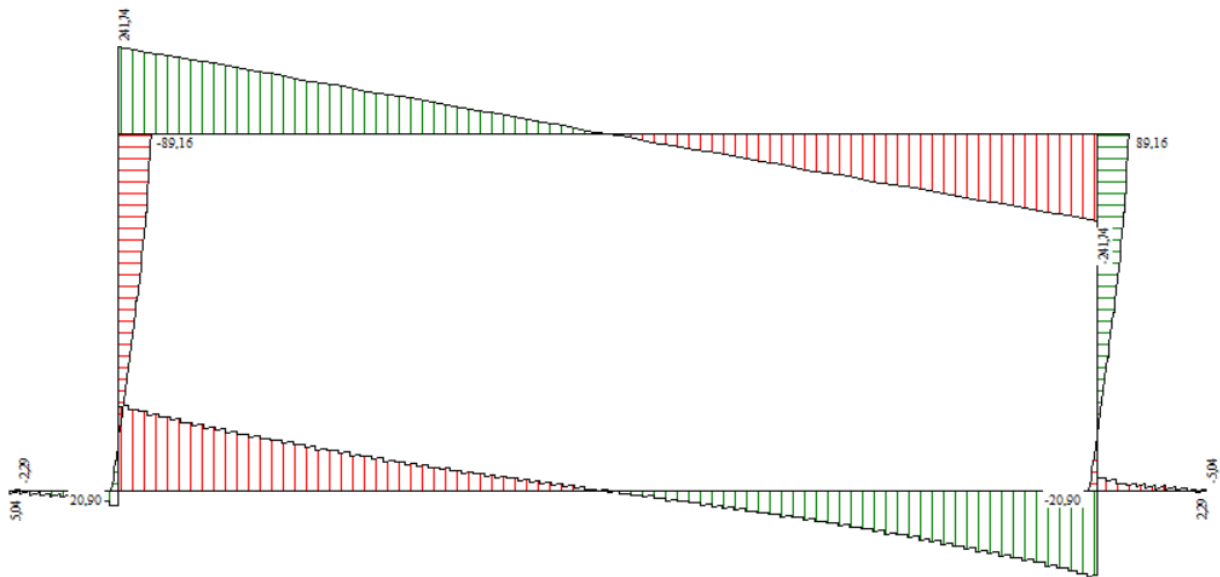


Figura 10 – Taglio SLE [kN]



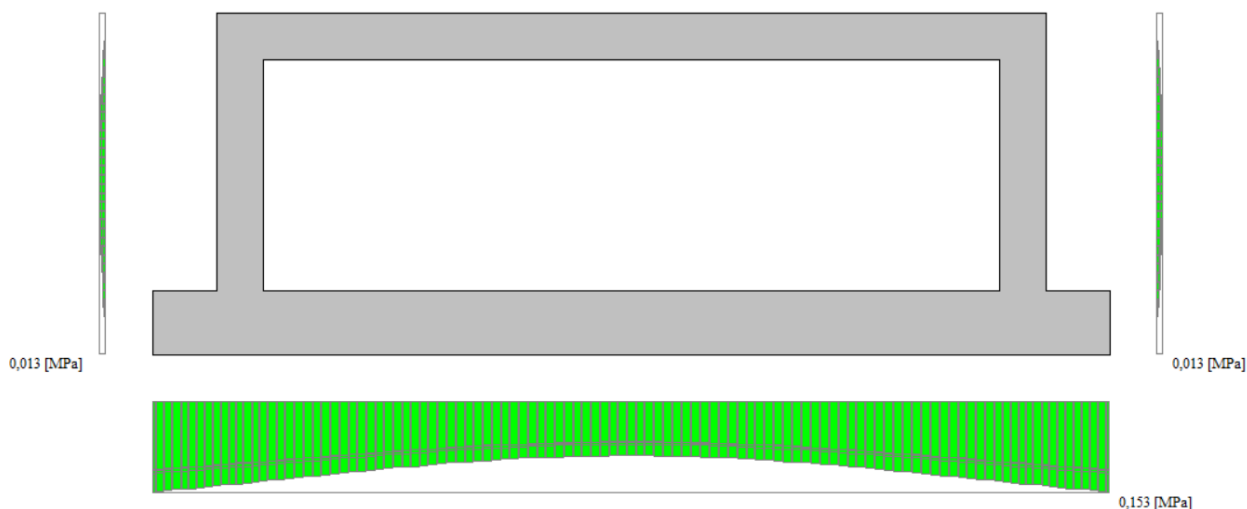
Figura 11: Spostamenti allo SLE [cm]

9. FASCICOLO DEI CALCOLI

9.1. Verifiche geotecniche

9.1.1. Verifica platea

Nell'immagine sottostante l'andamento delle pressioni attese in combinazione ultima sul piano di posa delle opere fondali:



Si evince un valore massimo pari a 0.15 MPa. Segue la verifica geotecnica.

Simbologia adottata

IC	Indice della combinazione
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.
qu	Portanza ultima del terreno, espressa in [MPa]
QU	Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m
QY	Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m
FS	Fattore di sicurezza a carico limite

IC	Nc	Nq	Ng	N'c	N'q	N'g	qu	QU	QY	FS
1	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,992	83114,06	798,97	104,03
2	34,96	20,58	17,00	34,96	20,58	17,00	3,347	34805,26	614,59	56,63
3	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,992	83114,06	1209,24	68,73
4	34,96	20,58	17,00	34,96	20,58	17,00	3,347	34805,26	965,82	36,04
5	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,985	83042,66	606,10	137,01
6	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,986	83052,81	623,08	133,29
7	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,986	83052,81	623,08	133,29
8	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,985	83042,66	606,10	137,01
9	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,987	83067,11	901,29	92,16
10	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,988	83072,69	918,27	90,47
11	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,988	83072,69	918,27	90,47
12	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,987	83067,11	901,29	92,16
13	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,986	83052,79	623,08	133,29
14	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,985	83042,64	606,10	137,01
15	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,986	83052,79	623,08	133,29
16	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,985	83042,64	606,10	137,01
17	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,988	83072,68	918,27	90,47
18	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,987	83067,10	901,29	92,16
19	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,988	83072,68	918,27	90,47
20	57,75	41,44	46,52	57,75	41,44	46,52	7,987	83067,10	901,29	92,16

Pertanto, la verifica della capacità portante risulta soddisfatta.

9.2. Verifiche Stato Limite Ultimo

9.2.1. Verifiche platea di fondazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
----	----------------

X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
N_u	Sforzo normale ultimo, espressa in kN
M_u	Momento ultimo, espressa in kNm
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V_{Rd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN
V_{Rcd}	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN
V_{Rsd}	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 70,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0,00	18,10	18,10	144,52
2,57	14,07	18,10	1,68
5,20	14,07	18,10	1,18
7,80	14,07	18,10	1,62
10,40	18,10	18,10	144,52

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0,00	272,34	0,00	0,00	0,00
2,57	281,17	0,00	0,00	0,00
5,20	281,17	0,00	0,00	0,00
7,80	281,17	0,00	0,00	0,00
10,40	272,34	0,00	0,00	0,00

9.2.2. Verifiche soletta (traverso)

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0,95	48,35	90,57	4,17
3,10	22,90	25,45	1,92
5,20	22,90	25,45	1,27
7,30	22,90	25,45	1,92
9,45	48,35	90,57	4,17

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,95	0,00	394,30	2124,79	4,02
3,10	251,25	0,00	0,00	0,00
5,20	251,25	0,00	0,00	0,00
7,30	251,25	0,00	0,00	0,00
9,45	0,00	394,30	2124,79	4,02

9.2.3. Verifiche parete sinistra (piedritto sinistro)

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,35	16,08	18,10	2,29
1,90	16,08	18,10	1,80
3,45	38,20	82,53	4,11

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,35	253,73	0,00	0,00	0,00
1,90	250,40	0,00	0,00	0,00
3,45	394,31	0,00	0,00	0,00

9.2.4. Verifiche parete destra (piedritto destro)

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,35	16,08	18,10	2,29
1,90	16,08	18,10	1,80
3,45	20,11	82,53	3,87

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,35	253,73	0,00	0,00	0,00
1,90	250,40	0,00	0,00	0,00
3,45	394,31	0,00	0,00	0,00

9.3. Verifiche Stato Limite di Esercizio

9.3.1. Verifiche platea di fondazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M	Momento flettente, espresso in kNm
V	Taglio, espresso in kN
N	Sforzo normale, espresso in kN
A_{fi}	Area armatura inferiore, espressa in cmq
A_{fs}	Area armatura superiore, espressa in cmq
s_{fi}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in MPa
s_{fs}	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in MPa
s_c	Tensione nel calcestruzzo, espressa in MPa
t_c	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in MPa
A_{sw}	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 70,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	s_c	s_{fi}	s_{fs}
0,00	18,10	18,10	0,002	0,117	0,021
2,57	14,07	18,10	2,533	25,931	118,843
5,20	14,07	18,10	5,440	55,112	262,836
7,80	14,07	18,10	2,612	26,728	122,774
10,40	18,10	18,10	0,002	0,117	0,021

X	t_c	A_{sw}
0,00	0,00	0,00
2,57	-0,22	0,00
5,20	0,01	0,00
7,80	0,23	0,00
10,40	0,00	0,00

9.3.2. Verifiche soletta

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	s_c	s_{fi}	s_{fs}
0,95	48,35	90,57	4,537	52,420	72,650
3,10	22,90	25,45	3,492	109,926	34,342
5,20	22,90	25,45	7,043	244,197	66,771
7,30	22,90	25,45	3,492	109,926	34,342
9,45	48,35	90,57	4,537	52,420	72,650

X	t _c	A _{sw}
0,95	0,63	4,02
3,10	0,31	0,00
5,20	0,00	0,00
7,30	-0,31	0,00
9,45	-0,63	4,02

9.3.3. Verifiche parete sinistra

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	S _c	S _{fi}	S _{fs}
0,35	16,08	18,10	4,825	51,173	118,444
1,90	16,08	18,10	5,530	56,992	150,699
3,45	38,20	82,53	5,181	61,058	72,196

Y	t _c	A _{sw}
0,35	0,05	0,00
1,90	-0,12	0,00
3,45	-0,23	0,00

9.3.4. Verifiche parete destra

Base sezione	B = 100 cm
Altezza sezione	H = 50,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	S _c	S _{fi}	S _{fs}
0,35	16,08	18,10	4,825	51,172	118,443
1,90	16,08	18,10	5,530	56,992	150,699
3,45	20,11	82,53	5,832	69,556	73,866

Y	t _c	A _{sw}
0,35	-0,05	0,00
1,90	0,12	0,00
3,45	0,23	0,00

9.4. Verifiche a fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X_i	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
M_p	Momento, espresse in kNm
M_n	Momento, espresse in kNm
w_k	Ampiezza fessure, espresse in mm
w_{lim}	Apertura limite fessure, espresse in mm
s	Distanza media tra le fessure, espresse in mm
e_{sm}	Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	e_{sm}
1	0,05	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	100,00	0,00	0,000000
2	2,57	14,07	18,10	294,15	-298,13	-134,80	0,00	100,00	0,00	0,000000
3	5,20	14,07	18,10	294,15	-298,13	-291,07	0,00	100,00	0,00	0,000000
4	7,80	14,07	18,10	294,15	-298,13	-139,06	0,00	100,00	0,00	0,000000
5	10,35	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	100,00	0,00	0,000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	e_{sm}
1	0,95	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	100,00	100,76	0,000023
2	3,10	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	100,00	0,00	0,000000
3	5,20	22,90	25,45	160,87	-162,55	243,79	0,24	100,00	157,56	0,000089
4	7,30	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	100,00	0,00	0,000000
5	9,45	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	100,00	100,76	0,000023

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 21 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	e_{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	100,00	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	100,00	178,06	0,000029
3	3,45	38,20	82,53	180,96	-210,47	-269,90	0,04	100,00	102,96	0,000021

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 21 - SLE (Rara)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	e_{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	100,00	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	100,00	178,06	0,000029
3	3,45	20,11	82,53	165,78	-207,17	-269,90	0,04	100,00	102,96	0,000022

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	e_{sm}
----	---	----------	----------	-------	-------	---	---	-----------	-------	----------

1	0,05	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	0,40	0,00	0,000000
2	2,57	14,07	18,10	294,15	-298,13	-134,80	0,00	0,40	0,00	0,000000
3	5,20	14,07	18,10	294,15	-298,13	-291,07	0,00	0,40	0,00	0,000000
4	7,80	14,07	18,10	294,15	-298,13	-139,06	0,00	0,40	0,00	0,000000
5	10,35	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	0,40	0,00	0,000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,95	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	0,40	100,76	0,000023
2	3,10	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	0,40	0,00	0,000000
3	5,20	22,90	25,45	160,87	-162,55	243,79	0,24	0,40	157,56	0,000089
4	7,30	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	0,40	0,00	0,000000
5	9,45	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	0,40	100,76	0,000023

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	0,40	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	0,40	178,06	0,000029
3	3,45	38,20	82,53	180,96	-210,47	-269,90	0,04	0,40	102,96	0,000021

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	0,40	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	0,40	178,06	0,000029
3	3,45	20,11	82,53	165,78	-207,17	-269,90	0,04	0,40	102,96	0,000022

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 23 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,05	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	0,30	0,00	0,000000
2	2,57	14,07	18,10	294,15	-298,13	-134,80	0,00	0,30	0,00	0,000000
3	5,20	14,07	18,10	294,15	-298,13	-291,07	0,00	0,30	0,00	0,000000
4	7,80	14,07	18,10	294,15	-298,13	-139,06	0,00	0,30	0,00	0,000000
5	10,35	18,10	18,10	299,18	-299,18	0,12	0,00	0,30	0,00	0,000000

Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 23 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
----	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	---	---	------------------	----------------	-----------------

1	0,95	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	0,30	100,76	0,000023
2	3,10	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	0,30	0,00	0,000000
3	5,20	22,90	25,45	160,87	-162,55	243,79	0,24	0,30	157,56	0,000089
4	7,30	22,90	25,45	160,87	-162,55	118,94	0,00	0,30	0,00	0,000000
5	9,45	48,35	90,57	190,40	-218,59	-269,90	0,04	0,30	100,76	0,000023

Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 23 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	0,30	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	0,30	178,06	0,000029
3	3,45	38,20	82,53	180,96	-210,47	-269,90	0,04	0,30	102,96	0,000021

Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 23 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	s _m	e _{sm}
1	0,35	16,08	18,10	154,31	-155,63	-138,84	0,00	0,30	0,00	0,000000
2	1,90	16,08	18,10	154,31	-155,63	-159,79	0,09	0,30	178,06	0,000029
3	3,45	20,11	82,53	165,78	-207,17	-269,90	0,04	0,30	102,96	0,000022