

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO IMPIANTO DI VADO LIGURE
ZONA INDUSTRIALE

OPERE CIVILI

Relazione di calcolo vasca acque pericolose interrata

SCALA:



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I V O H	0 2	D	2 6	C L	I N 0 3 0 0	0 0 1	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per commenti	C. Soave	Febbraio 2022	M. Andreani	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	A. Perego Febbraio 2022



File: NG2401D26CLID0100001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI	6
	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	8
2.2	CALCESTRUZZO	8
2.3	ACCIAIO	8
3	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI	9
4	CODICE DI CALCOLO	10
5	MODELLO DI CALCOLO	11
5.1	GEOMETRIA	11
5.2	MODELLAZIONE DELL'INTERAZIONE SUOLO STRUTTURA	13
6	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	14
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA (DEAD)	14
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (RICOPRIMENTO)	14
6.3	SPINTA DEL TERRENO SUI PIEDRITTI	16
6.4	SPINTA IDROSTATICA DEL LIQUIDO INTERNO	19
6.5	CARICHI ACCIDENTALI	19
6.6	AZIONE FALDA	21
6.7	AZIONI INDOTTE DALLE VARIAZIONI TERMICHE	22
6.8	RITIRO	23
6.9	AZIONE SISMICA	23
	6.9.1 Pericolosità sismica	24
	6.9.2 Forze inerziali e sovraspinta sismica del terreno	27
7	COMBINAZIONI DI CARICO	30
8	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI PER GLI STATI LIMITE ANALIZZATI	37

9	VERIFICHE	42
9.1	VERIFICHE A FLESSIONE E TAGLIO	42
9.1.1	Sezione 1 – soletta superiore in mezzeria – Verifica per momento positivo.....	42
9.1.2	Sezione 2 – soletta superiore in appoggio – Verifica per momento negativo.....	44
9.1.3	Sezione 3 – piedritto Testa – Verifica per momento negativo	46
9.1.4	Sezione 4 – piedritto Base – Verifica per momento negativo	49
9.1.5	Sezione 5 – Fondazione attacco al piedritto sinistro – Verifica per momento positivo.....	51
9.1.6	Sezione 6 – Fondazione mezzeria – Verifica per momento negativo.....	54
9.1.7	Sezione 7 – Fondazione attacco al piedritto centrale – Verifica per momento positivo	56
9.1.8	Sezione 8 – Setto centrale testa– Verifica per momento positivo	58
9.1.9	Sezione 9 – Setto centrale base– Verifica per momento positivo	61
10	VERIFICA SOLLEVAMENTO VASCA.....	63
11	INCIDENZE.....	64

1 PREMESSA

Il presente documento si inquadra nell'ambito delle opere civili relative alla Progettazione Definitiva degli interventi di adeguamento e potenziamento dell'impianto in zona industriale di Vado Ligure - Fase II.

In particolare, la presente relazione di calcolo ha come oggetto il dimensionamento e le verifiche strutturali delle vasche di laminazione e raccolta acque pericolose a servizio del binario merci pericolose.

Nel seguito, dopo una breve descrizione dell'opera, si analizzano le azioni gravanti sulla struttura e si determinano le massime sollecitazioni per le verifiche dei singoli elementi.

Le analisi sono state svolte in accordo al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", nel seguito indicato con NTC 2018. Le verifiche strutturali sono state svolte con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

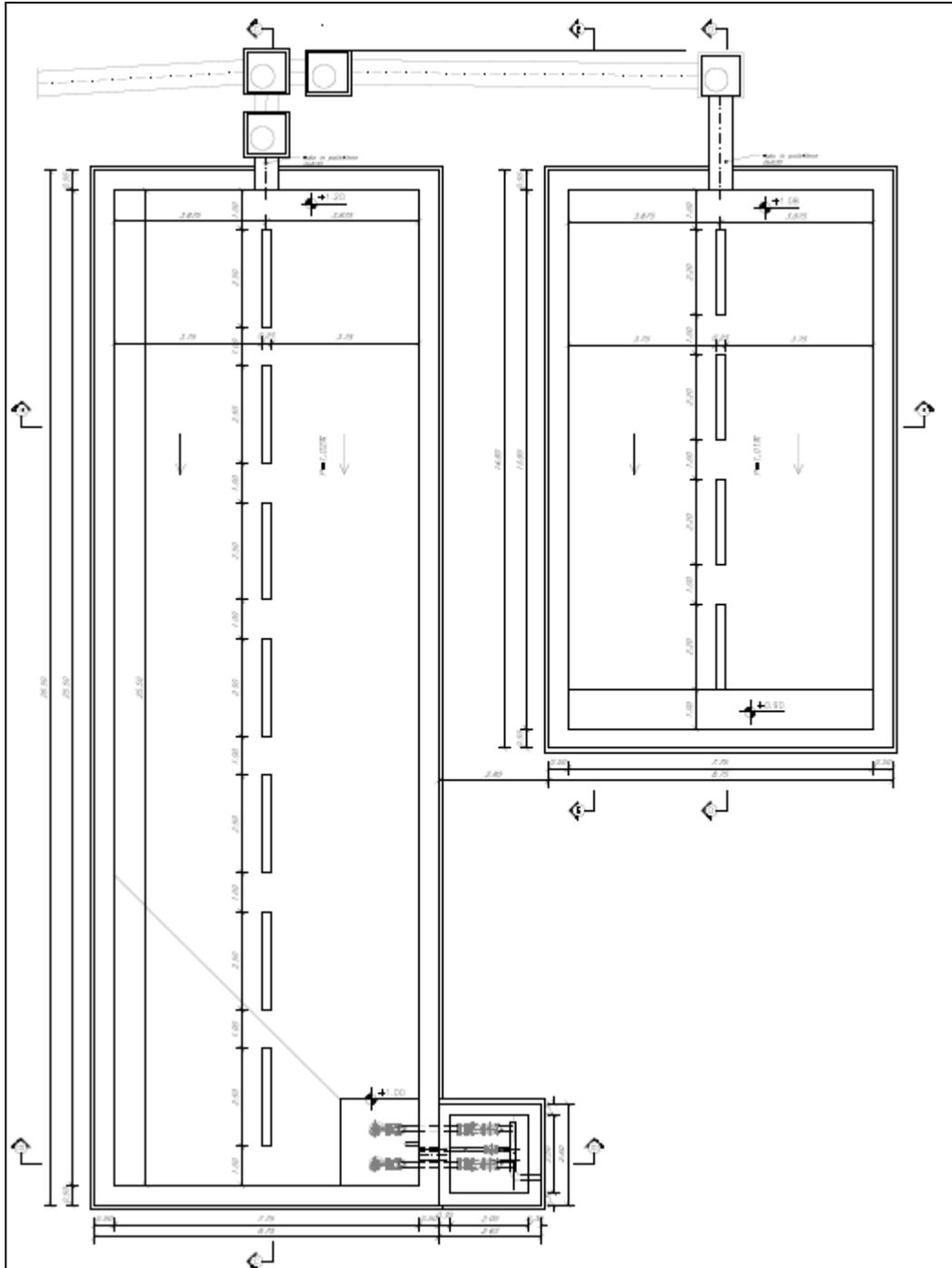


Figure 1-1: pianta

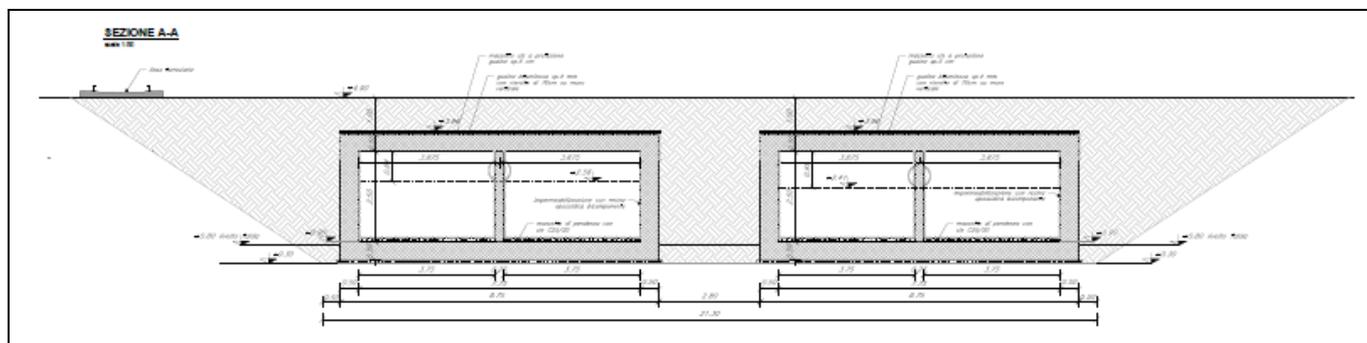


Figura 1-2: sezione trasversale A-A

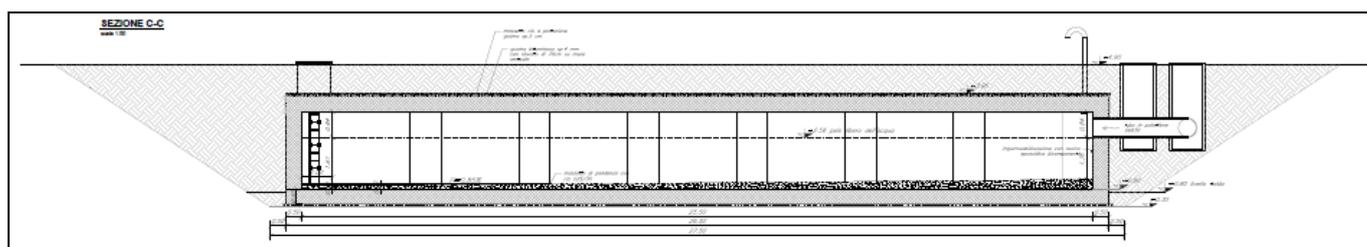


Figure 1-3: sezione trasversale C-C

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa e istruzioni

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- D.M. del 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2018);
- Circolare del 21.01.2019 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17.01.2018;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione. prestazione. produzione e conformità - Specificazioni complementari per l’applicazione della EN 206;
- EN 1991-2:2003/AC:2010 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: carichi da traffico sui ponti”.
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”.
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo -

Progettazione e dettagli costruttivi”.

- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”.
- UNI EN 1998-1:2013 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 E – Manuale di progettazione delle opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 E – Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili.
- UIC CODE 777-2R “Structures built over railway lines-Construction requirements in the track zone”
- Norme STI:
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019; Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N° 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea, rettificato dal Regolamento (UE) 2016/912 del 9 giugno 2016 e modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/772 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valutare i progressi compiuti in materia di accessibilità.
- REGOLAMENTO DI ESECUZIONE (UE) 2019/776 DELLA COMMISSIONE del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento

europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture sono descritti in seguito.

2.2 Calcestruzzo

Classe C32/40 (Soletta superiore – Piedritti – Soletta di fondazione)

Resistenza a compressione di progetto $f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 18.80$ MPa

Modulo elastico $E_{cm} = 33,64$ GPa

Classe di esposizione = XA2

Condizioni ambientali: moderatamente aggressive

Copriferro minimo = 50mm

2.3 Acciaio

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

acciaio	B450C
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450$ N/mm ² ;
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540$ N/mm ² ;
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} = 391,30$ N/mm ² ;
modulo elastico	$E_s = 210.000$ N/mm ² .

3 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Nella zona d'intervento sono stati installati dei piezometri, il più vicino alla zona dove verranno realizzate le vasche è il piezometro PDVL DH-S3 in corrispondenza del quale è stata rilevata dalla testa del piezometro sporgente 20cm dal piano campagna una profondità della falda di 4,30m dalla testa del piezometro, quindi 4,10m dal piano campagna.

Il fondo della vasca si trova a una profondità di 4,60m dal piano campagna, si ritiene quindi che la struttura sia interessata dalle escursioni altimetriche che avvengono nel corso dell'anno. Si ipotizza un'escursione di 1,00 m in più e in meno rispetto all'andamento della falda rilevato dal sondaggio

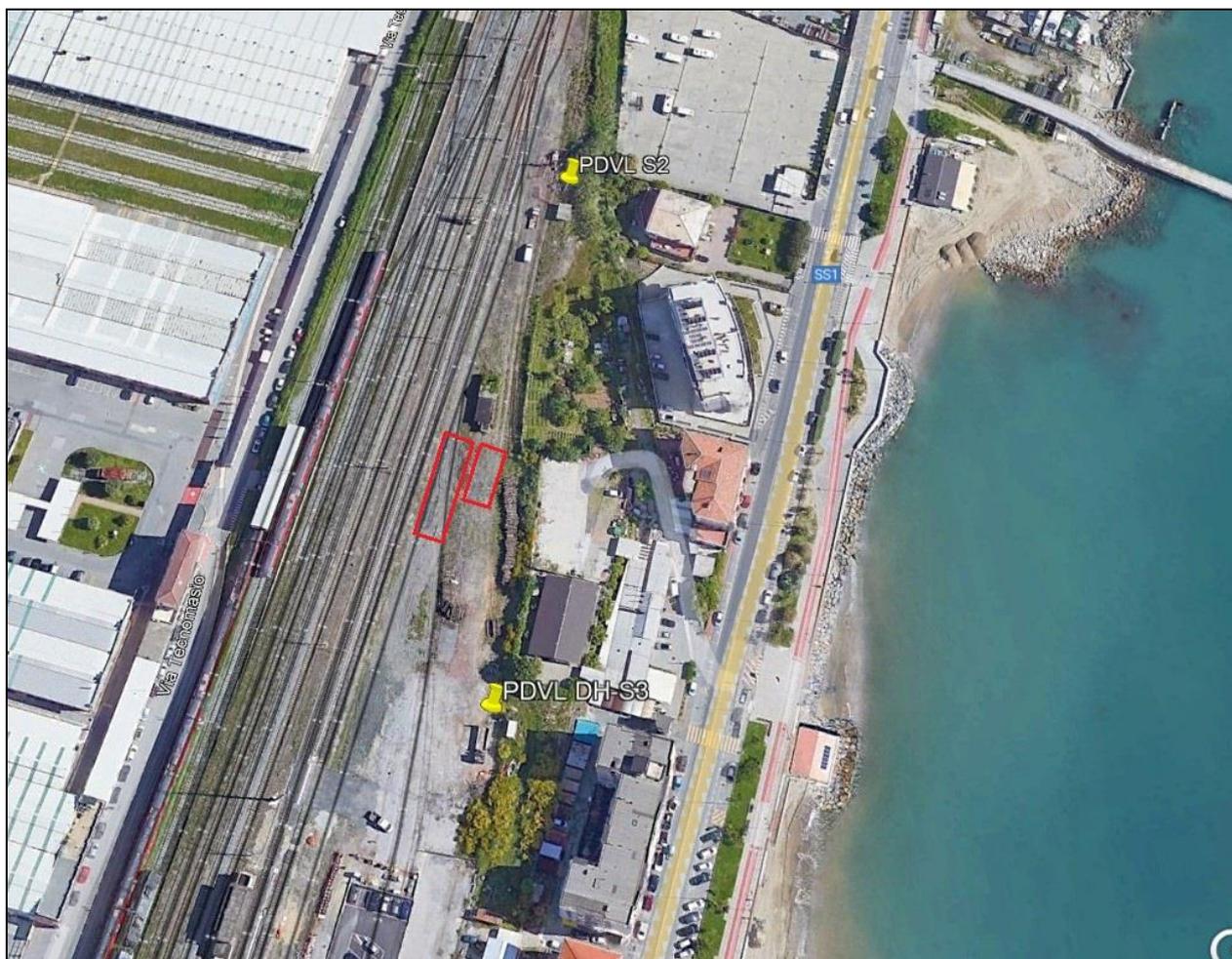


Figura 4-1: posizione vasche rispetto ai piezometri di ispezione PDVL DH-S3

Modello geotecnico: indagine di rif. S3, DH-S3

Unità	Descrizione	z iniziale (m da p.c.)	z finale (m da p.c.)	spessore (m)	Peso di volume (kN/m ³)	Densità relativa (%)	Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°)	c' (kPa)	Cu (kPa)	Modulo elastico Eop (MPa)	Modulo non drenato Eu (MPa)	K media (m/s)
R	Riporto antropico	0	1.5	1.5	18	-	-	-	-	-	-	-
UG-b	Sabbia con ghiaia, talvolta limosa da sciolta a poco addensata	1.5	12	10.5	19	30-40	28-30	-	-	10-20	-	1.68E-06
UG-f	Limo sabbioso debolmente argilloso, talora ghiaioso consistente	12	15	3	19	-	28-30	0	80 - 100	20-30	60 - 80	-
UG-b	Sabbia con ghiaia, talvolta limosa da sciolta a poco addensata	15	18	3	19	30-40	28-30	-	-	10-20	-	-
UG-c	Alternanza di ghiaia con sabbia limosa e limo con sabbia addensata	18	30	12	18	40-50	32	-	-	20-40	-	-

Il valore di falda è stato rilevato a -4.3m dal p.c.

Tabella 3.3: stratigrafia e parametri geotecnici

Dal momento che il terreno in sito verrà scavato, per definire la spinta sui piedritti dello scatolare si fa riferimento a un valore cautelativo dell'angolo di attrito, assumendo $\varphi=28^\circ$

4 CODICE DI CALCOLO

In accordo al capitolo 10.2 delle NTC si riporta di seguito origine e caratteristiche del codice di calcolo utilizzato.

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il software Travilog Titanium 7 prodotto e distribuito dalla Logical Soft

Con sede a Desio (MB)

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze: [m]
- forze: [kN]
- temperature: gradi centigradi [C°]

5 MODELLO DI CALCOLO

5.1 Geometria

Si indicano di seguito le grandezze geometriche della sezione di calcolo analizzata:

DATI GEOMETRICI			
Grandezza	Simbolo	Valore	U.M.
Larghezza totale vasca laminazione	Larg_tot	8,75	m
Lunghezza totale vasca laminazione	Lung_tot	26,50	m
Larghezza totale vasca acque pericolose	Larg_tot	8,75	m
Lunghezza totale vasca acque pericolose	Lung_tot	14,80	m
Larghezza utile vasca laminazione	Larg_net_	7,50	m
Lunghezza utile vasca laminazione	Lung_net_	25,50	m
Larghezza utile vasca acque pericolose	Larg_net_	7,50	m
Lunghezza utile vasca acque pericolose	Lung_net_	13,80	m
Larghezza da interasse piedritti vasca laminazione	Larg_int_lat	3,875	m
Lunghezza da interasse piedritti vasca laminazione	Lung_int_lat	26,00	m
Larghezza da interasse piedritti vasca acque pericolose	Larg_int_lat	3,875	m
Lunghezza da interasse piedritti vasca acque pericolose	Lung_int_lat	14,30	m
Spessore soletta superiore	S _s	0.50	m
Spessore piedritti	S _p	0.50	m
Spessore setto centrale	S _w	0.25	m
Spessore fondazione	S _f	0.50	m
Altezza totale	H _{tot}	3.50	m
Altezza libera	H _{int}	2.50	m
Altezza interasse	H _a	3.00	m
Spessore rinterro superiore	H _r	1.00	m

Tabella 5.1: dati geometrici

Le analisi per il calcolo delle sollecitazioni agenti sono state condotte su una “fetta” di struttura di 1.00 m.

Si considera una sezione della struttura parallela al lato corto ($L_{ung,tot} = 8.75$ m).

Il modello di calcolo attraverso il quale è schematizzata la struttura è quello di telaio piano chiuso che poggia su un letto di molle alla Winkler.

Nella modellazione vengono impiegati elementi finiti di tipo trave a 6 GL, che ovviamente nell’analisi 2D condotta (telaio piano) si riducono a 3. Ai suddetti elementi sono assegnate le caratteristiche inerziali della struttura reale derivanti dalle proprietà dei materiali e dalla geometria della sezione.

La geometria del modello ricalca la linea baricentrica degli elementi costituenti l’opera (modello in asse).

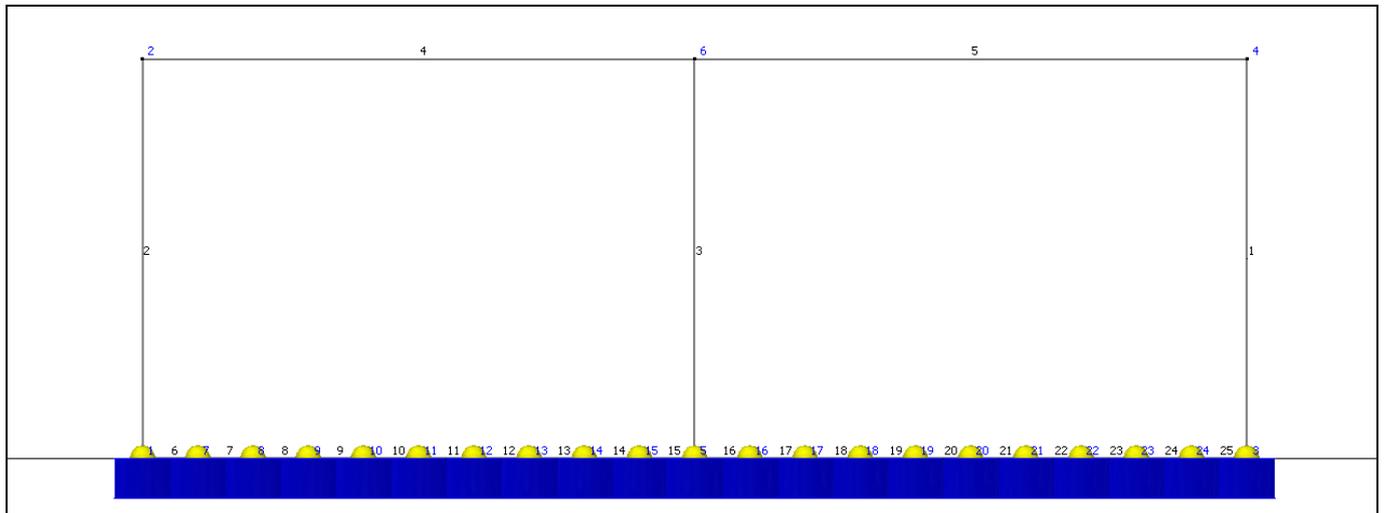


Figura 5-1: vista standard del modello

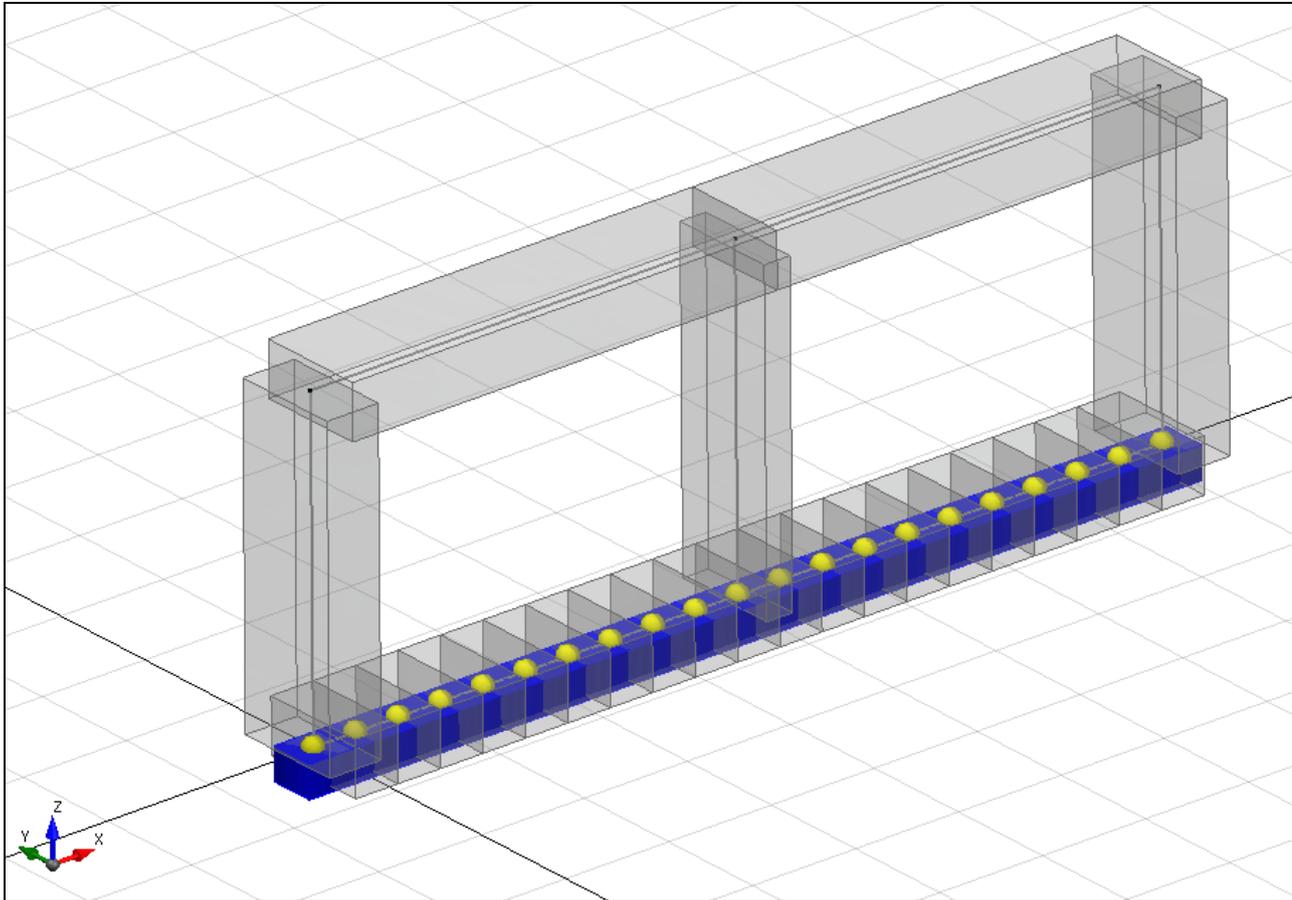


Figure 5-2: vista estrusa del modello

5.2 Modellazione dell'interazione suolo struttura

Secondo le indicazioni contenute nel manuale di progettazione RFI, la soletta di fondazione, viene suddivisa in 10 elementi, ossia, 11 nodi ai quali sono assegnate le molle verticali e orizzontali. La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{bt^2 \cdot bl}}$$

Considerando il modulo dello strato che raggiunge i -7,40 dal piano campagna $E=30\text{MPa}$, si ottiene un valore del modulo di reazione verticale del terreno $K_s = 6655 \text{ kN/m}^3$, in base al quale si ricavano i valori delle singole molle. Considerata la profondità unitaria del modello ($b_L=1.00\text{m}$), si ha:

E=	20,43 Mpa	20.430 kN/m ²	modulo operativo
bt=	8,25 m		lunghezza
bl=	1,00 m		larghezza
ks=	6.655 kN/m ³		modulo di reazione verticale-Vogt

larghezza totale struttura	15,00 m
----------------------------	---------

altezza totale struttura	3,50	m
luce netta vasche	3,75	m
luce interasse vasche	4,13	m
altezza netta vasca	2,50	m
altezza da interasse sezione trasversale	3,00	m
spessore piedritti	0,50	m
spessore setto centrale	0,25	m
spessore soletta	0,50	m
spessore fondazione	0,50	m
n. elementi in cui dividere fondazione	10	
interasse nodi elementi fondazione	0,41	m

k	verticale		orizzontale	
k nodi centrali	2729	kN/m	1364	kN/m
k nodi intermedi	4093	kN/m	2046	kN/m
k nodi spigolo piedritti	5457	kN/m	2729	kN/m

Tabella 5.2: definizione molle verticali e orizzontali

6 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni e le verifiche delle sezioni della struttura in esame.

6.1 Peso proprio della struttura (Dead)

Il peso proprio delle solette, dei piedritti e dei setti viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il c.a. $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$.

6.2 Carichi permanenti portati (Ricoprimento)

Sulla soletta superiore si considera uno spessore di ricoprimento di 1.15m con $\gamma_{ric} = 20.00 \text{ kN/m}^3$.

Peso ricoprimento: $1.15 \times 20.00 = 23.00 \text{ kN/m}$

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi d'angolo in comune tra la soletta superiore e i piedritti, il carico permanente sulla soletta di copertura dovuto al peso della zona sovrastante la metà dello spessore del piedritto (la modellazione dello scatolare è stata fatta in asse piedritto).

Peso ricoprimento per metà spessore piedritto: $1.15 \times 20 \times (0.5/2) = 5.75 \text{ kN}$.

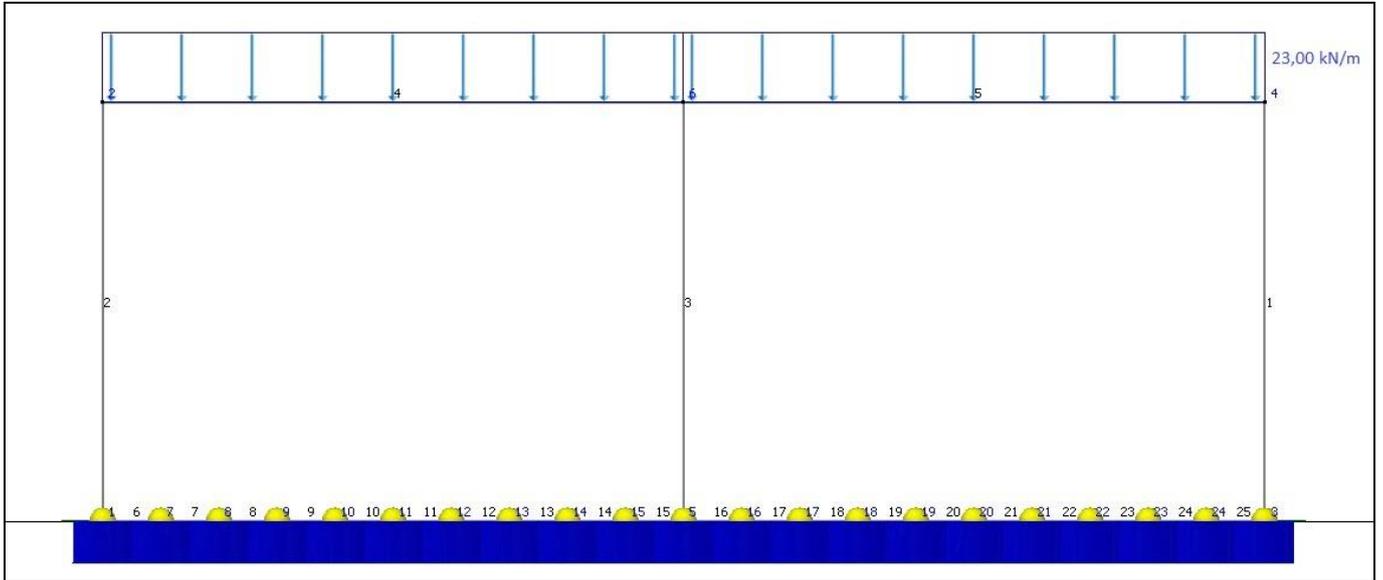


Figura 6-1: carico permanente distribuito sulla soletta superiore

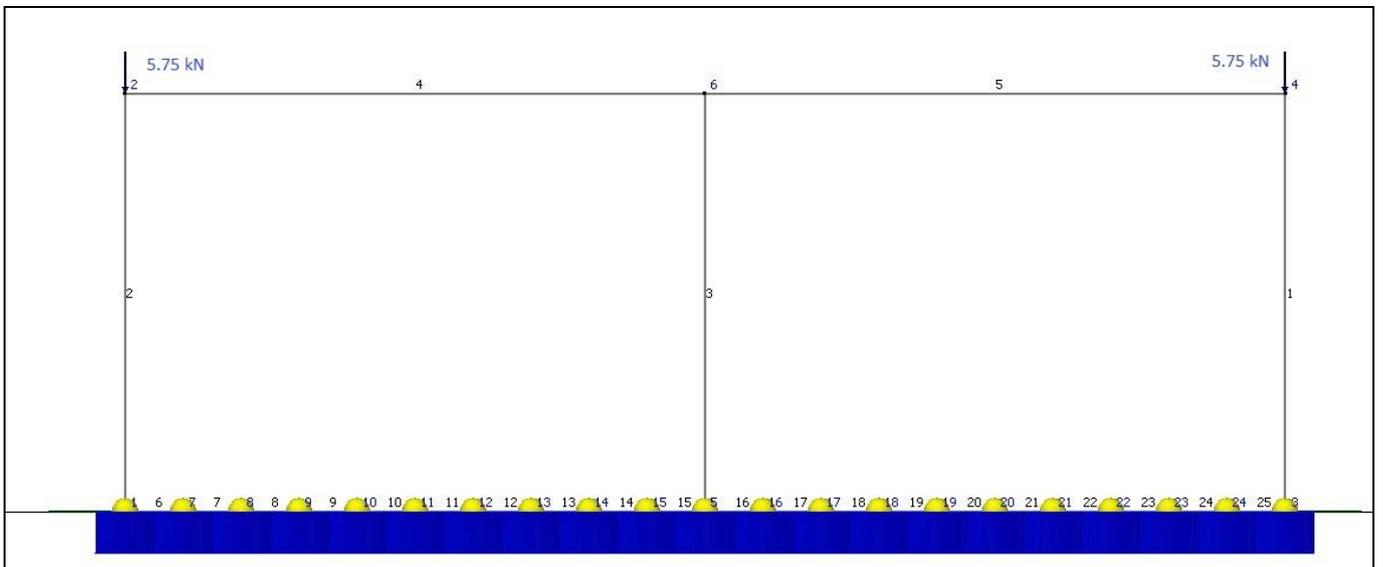


Figura 6-2: forze concentrate sui nodi esterni della soletta superiore

6.3 Spinta del terreno sui piedritti

A favore di sicurezza si ipotizza che il terreno utilizzato per il riempimento dello scavo sia lo stesso di quello attualmente presente in situ. Dal momento che il terreno in situ sarà scavato e rimaneggiato, per cui la stratigrafia futura sarà differente da quella attuale, e considerando che da -1,5 a -12,00m dal piano campagna il terreno presenta angolo d'attrito $\varphi = 28-30^\circ$ e che il terreno una volta ricompattato non avrà almeno nel medio termine la stessa compattezza si considerano, a favore di sicurezza, un valore dell'angolo d'attrito $\varphi = 28^\circ$, ed un peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, lungo tutta l'altezza dello scolare. Il coefficiente di spinta a riposo viene calcolato utilizzando la formula:

$K_0 = 1 - \sin\Phi$, per cui si ottiene il valore $K_0=0.53$

La pressione del terreno verrà calcolata secondo la formula:

$$P = (h_{\text{variabile}} \cdot \gamma_{\text{terreno}}) \cdot K_0$$

e per cui risulta alle diverse quote:

$\gamma=$	20	kN/m^3	$K_0=$	0,53	coefficiente spinta a riposo
$h=$	1,15	m	$P_1=$	12,20	kN/m pressione estradosso soletta superiore
$h=$	1,40	m	$P_2=$	14,84	kN/m pressione in asse soletta superiore
$h=$	4,40	m	$P_3=$	46,64	kN/m pressione in asse soletta inferiore
$h=$	4,65	m	$P_4=$	49,29	kN/m pressione intradosso soletta inferiore

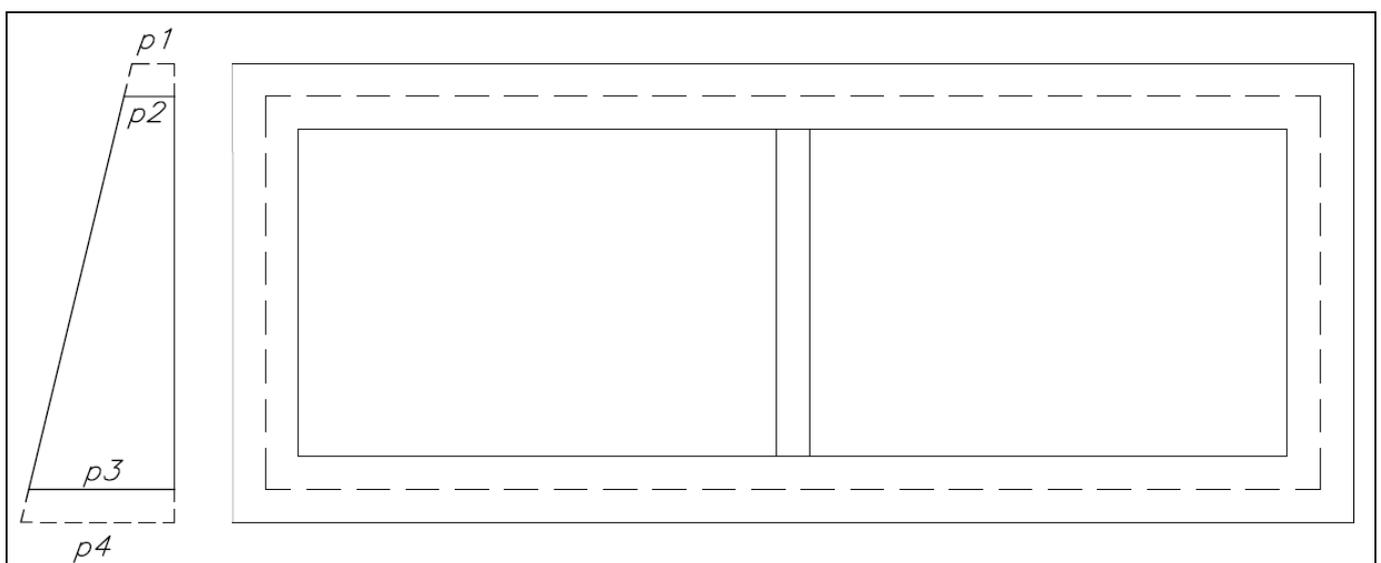


Figura 6-3: spinta del terreno

In più, viene aggiunto, come carico concentrato nei nodi d'angolo in comune tra le solette e i piedritti, per la SPTSX e per la SPTDX la parte di spinta del terreno esercitata su 1/2 spessore della soletta sup. e su 1/2 spessore della soletta inferiore:

Spinta semispessore sol. sup.

$$1/2 \cdot (P1+P2) \cdot (S_s/2) = 3.38 \text{ kN}$$

Spinta semispessore sol. inf.)

$$1/2 \cdot (P3+P4) \cdot (S_f/2) = 11.99 \text{ kN}$$

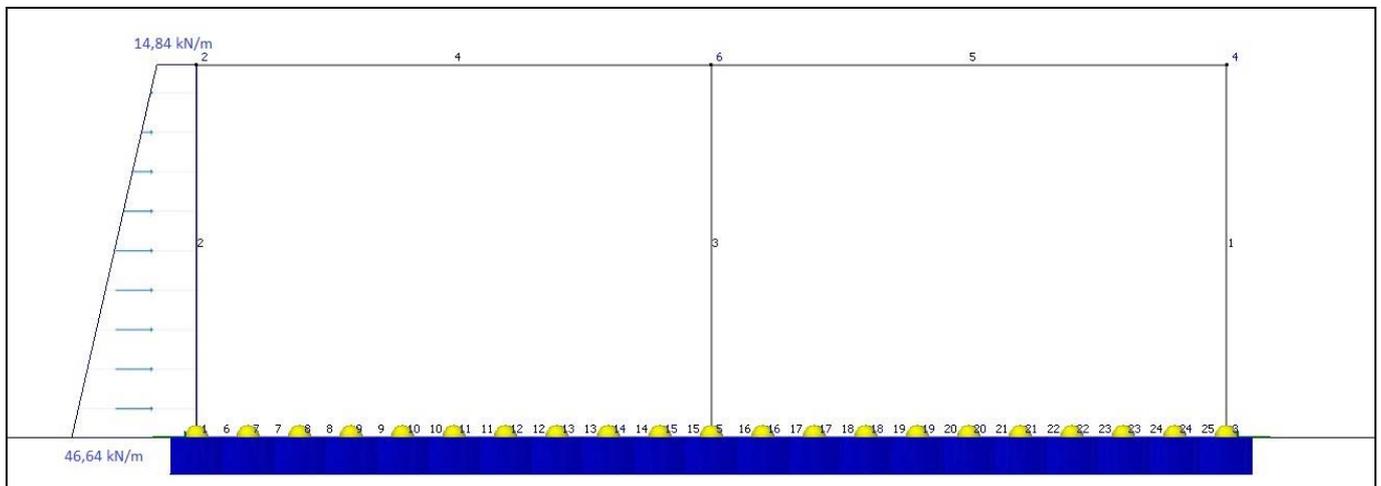


Figura 6-4: spinta terreno su piedritto sinistro - carico distribuito

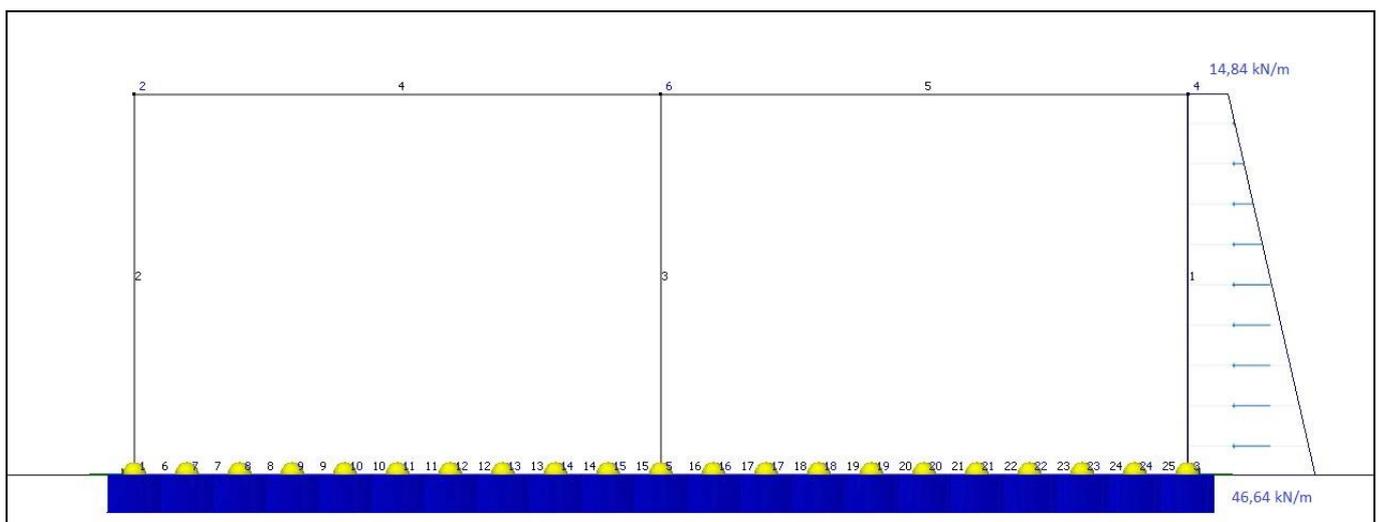


Figura 6-5: spinta terreno su piedritto destro - carico distribuito

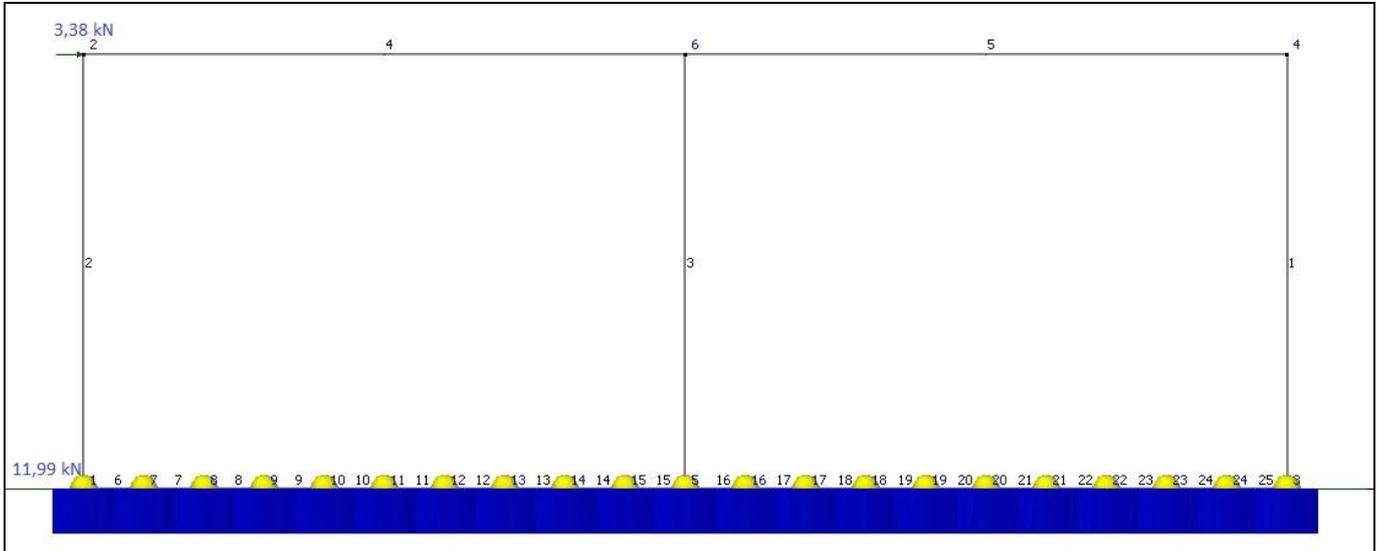


Figure 6-6: spinta terreno su piedritto sinistro – carichi concentrati nei nodi

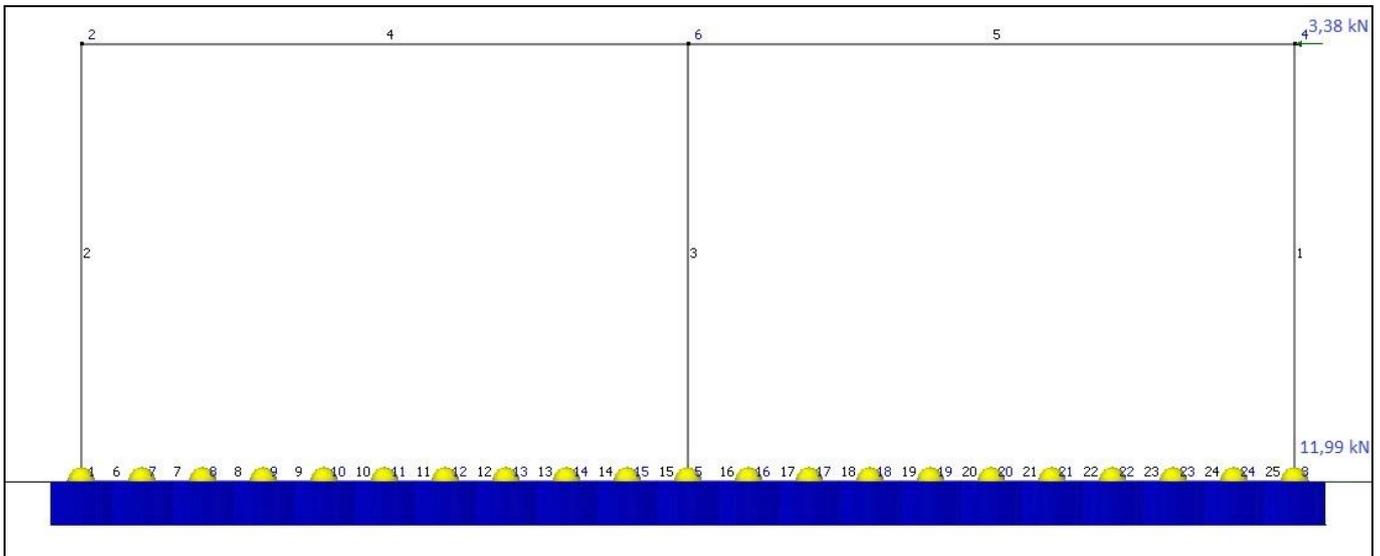


Figure 6-7: spinta terreno su piedritto destro – carichi concentrati nei nodi

6.4 Spinta idrostatica del liquido interno

La spinta idrostatica esercitata dall'acqua sulle pareti non viene considerata a favore di sicurezza poiché si oppone alle sollecitazioni prevalenti dovute alla spinta delle terre.

6.5 Carichi accidentali

L'azione di un ipotetico mezzo che transita al di sopra dello scatolare, viene simulata applicando un carico accidentale di 20kPa, posizionato in modo da massimizzare di volta in volta le sollecitazioni in sezioni differenti. Si riporta di seguito l'applicazione del carico accidentale nel modello. Sui piedritti sarà applicata una pressione pari a $p=q \cdot k_0 = 20 \cdot 0.53 = 10.60 \text{ kN/m}$:

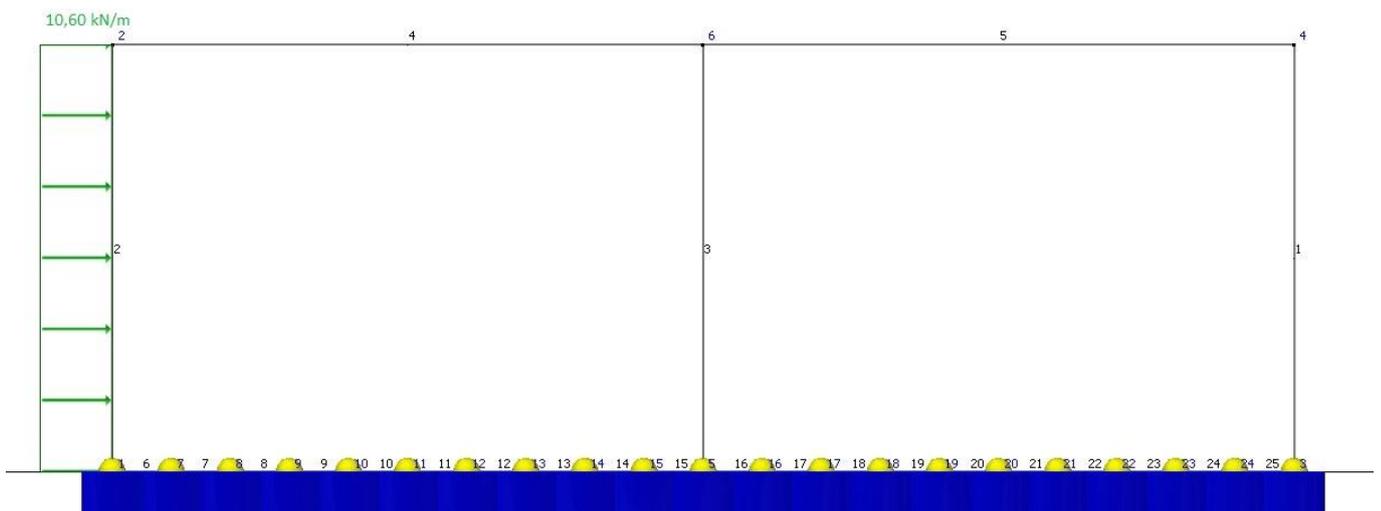


Figura 6-8: carico accidentale in posizione 1 – pressione orizzontale sul piedritto sinistro

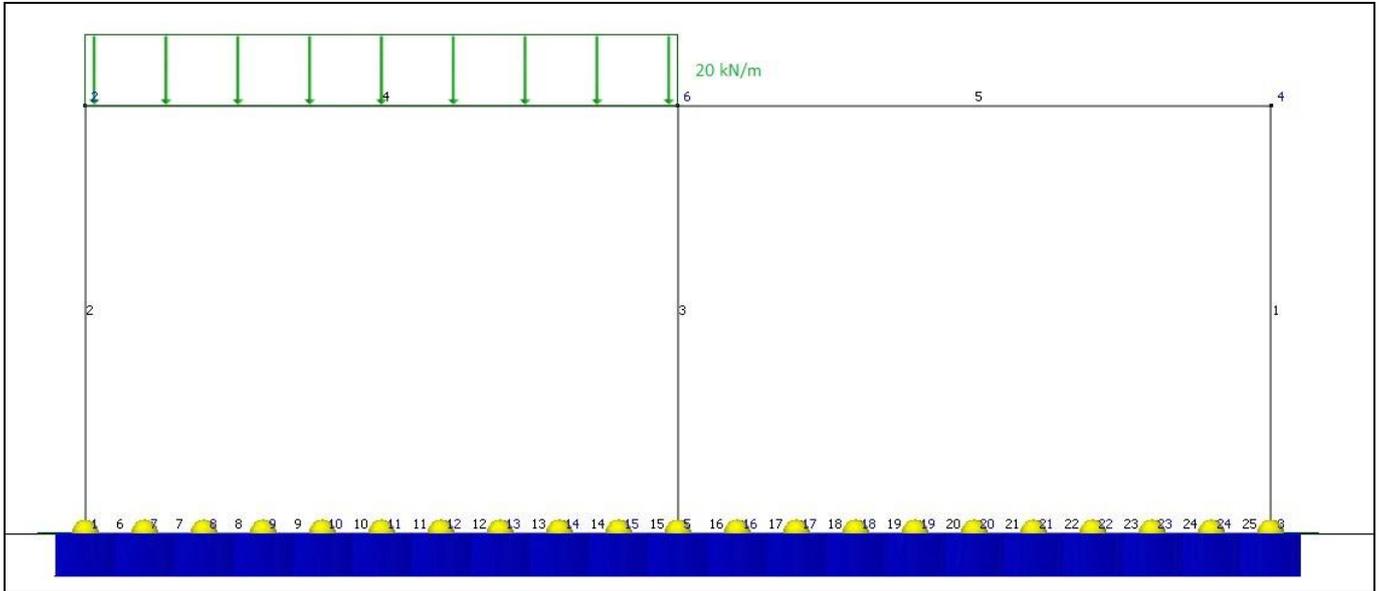


Figura 6-9: carico accidentale in posizione 2 – carico verticale sulla campata 1

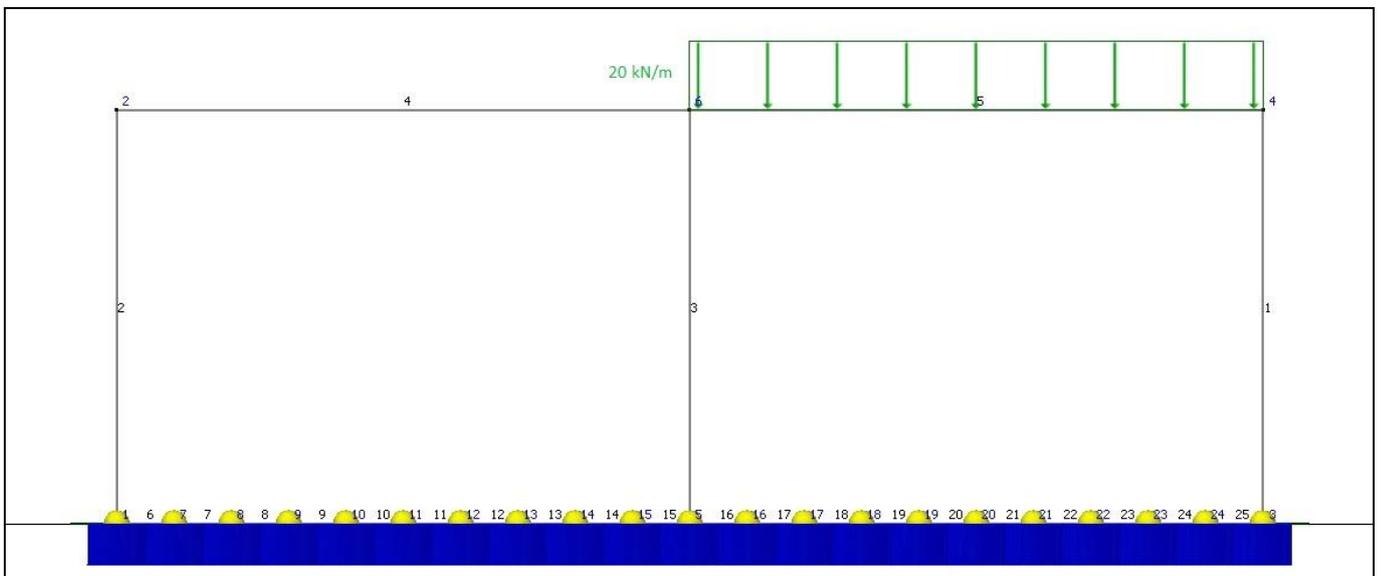


Figure 6-10: carico accidentale in posizione 3 — carico verticale sulla campata 2

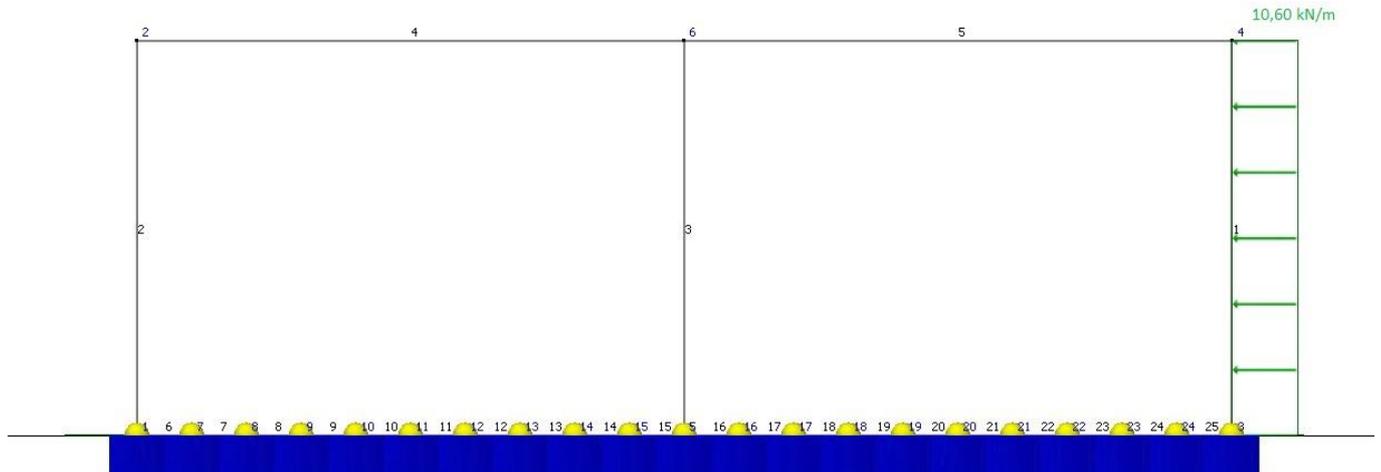


Figura 6-11: carico accidentale in posizione 4 — pressione orizzontale sul piedritto destro

6.6 Azione falda

La falda si trova a -4,10m dal piano campagna

Il fondo della vasca si trova a -4,60 m dal piano campagna.

Si ipotizza una escursione in più e in meno rispetto al livello della falda rilevata di $\pm 1,00$.

Sulla fondo soletta di fondazione verrà applicato un carico di 15 kN/m.

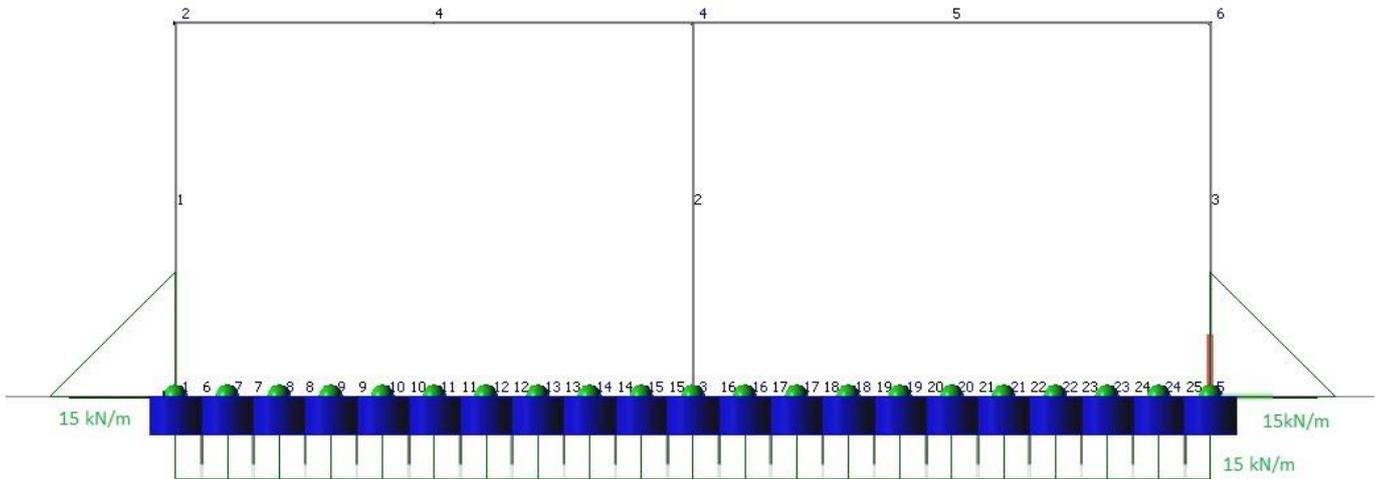
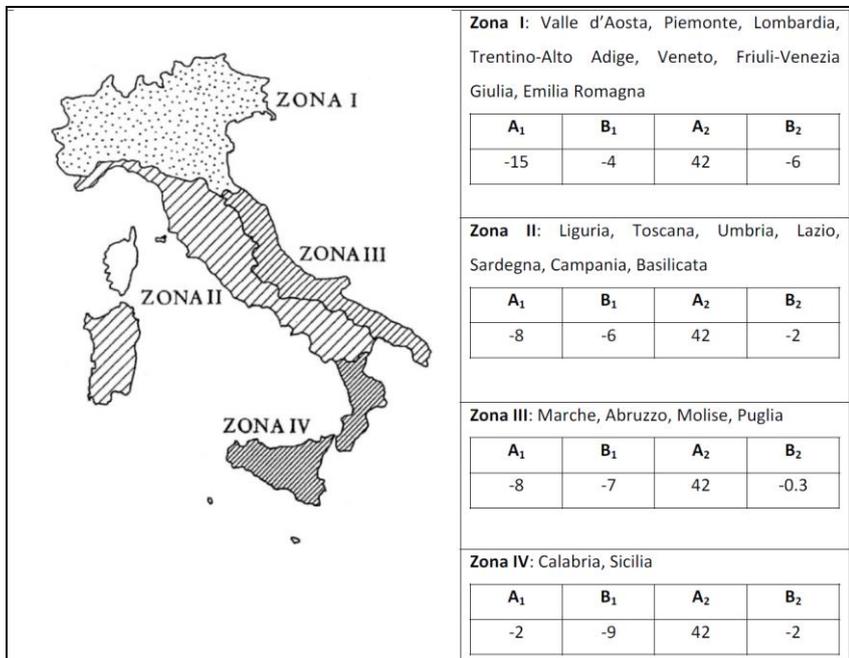


Figura 6-12: spinta falda base soletta fondazione e piedritti esterni

6.7 Azioni indotte dalle variazioni termiche



Tab. 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

La variazione termica uniforme applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 15$ °C.

La variazione termica a farfalla applicata alla soletta di copertura è pari a $\Delta T = \pm 5$ °C.

6.8 Ritiro

Gli effetti del ritiro vanno valutati a “lungo termine” attraverso il calcolo dei coefficienti ε_{cs} deformazione da ritiro totale e $\phi(t, t_0)$ coefficiente di viscosità, come definiti nell’EUROCODICE 2- UNI EN 1992-1-1.

In definitiva, i fenomeni di ritiro vengono considerati applicando alla soletta di copertura una variazione termica equivalente:

$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$	0,000324	deformazione da ritiro totale
$\phi(t, t_0)$	3,33	Coeff. di viscosità
α	0,000010	[1/°C] Coeff. di dilatazione termica

$\Delta T_{rit} = -10$ °C. Variazione termica equivalente

6.9 Azione sismica

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 k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

$$F_h = k_h \cdot W ; \quad \text{forza sismica orizzontale}$$

$$F_v = k_v \cdot W ; \quad \text{forza sismica verticale}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} ; \quad \text{coeff. sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0,5k_h, \quad \text{coeff. sismico verticale}$$

Dove:

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S_S = coeff. amplificazione stratigrafica

S_T = coeff. di amplificazione topografica

Nel presente progetto è stata verificata la combinazione di carico sismica con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

6.9.1 Pericolosità sismica

Per la caratterizzazione sismica del sito si è utilizzata la zonazione di cui al DM 17/01/2018, introducendo le coordinate geografiche di latitudine e longitudine proprie del sito di costruzione.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

LONGITUDINE: 8,434843480 LATTITUDINE: 44,270127010

REGIONE: Liguria PROVINCIA: Savona COMUNE: Vado Ligure

Elaborazioni grafiche

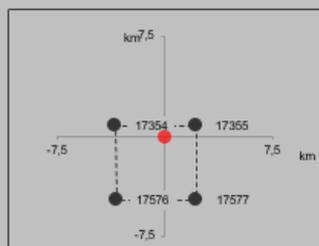
Grafici spettri di risposta

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



Area del tracciato

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottintende 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

L'azione sismica è stata individuata in accordo con le normative vigenti sulla base dei seguenti parametri:

- Vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni
- Classe d'uso dell'opera III $C_U = 1.5$

La classe d'uso dell'opera è stata considerata pari a III, a favore di sicurezza.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

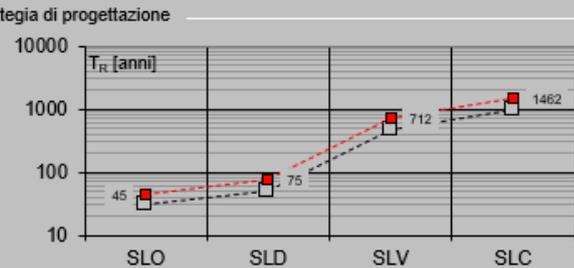
Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

L'azione sismica di progetto viene calcolata con riferimento allo SLV, per il quale si calcola un periodo di ritorno dell'azione sismica di progetto pari a 712 anni. In funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica, sono definiti i parametri di base dell'azione sismica:

- 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;

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO		0,023	2,547	0,181
SLD	75	0,030	2,546	
SLV	712	0,067	2,625	0,316
SLC	1462	0,086	2,652	0,332

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	BACINO PORTUALE DI SAMPIERDARENA INTERVENTO PARCO FUORIMURO					
	Relazione di calcolo vasca acque pericolose	COMMESSA IV0H	LOTTO 02	CODIFICA D26	DOCUMENTO CLIN0300001	REV. A

Figura 1 – Tabella parametri azione

Per la caratterizzazione sismica si fa riferimento al report indagini geofisiche nel quale vista la stratigrafia presente, i profili di velocità delle onde di taglio e valori $V_{s,eq}$ indica una categoria di sottosuolo “C” .

In funzione della categoria del sottosuolo e della categoria topografica, si valutano le azioni sismiche di base per il sito in esame. In particolare, sono definite:

- Categoria di sottosuolo C
- Categoria topografica T1

Da cui si evincono i seguenti valori del coefficiente stratigrafico e topografico

- Coefficiente stratigrafico $S_s = 1.50$
- Coefficiente topografico $S_T = 1.00$

Come anzidetto, il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l’azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove :

- $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità;

Coefficienti sismici agli SLV			
$S = S_s \cdot S_T$	=	1.50	
a_{max}	=	0.100	g
β_m	=	1.00	Struttura che non subisce spostamenti
K_h	=	0.100	coeff. sismico orizzontale
K_v	=	0.050	coeff. sismico verticale

6.9.2 Forze inerziali e sovraspinta sismica del terreno

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi permanenti strutturali (G1) e ai carichi permanenti non strutturali (G2). In accordo al 5.1.3.12 si assume $\psi_2=0$ per i carichi dovuti al transito dei mezzi.

Sisma orizzontale

Forza orizzontale totale sulla soletta di copertura:

$$F_{h,1} = (20 \times 1.15 + 25 \times 0.50) \times 0.100 = 3.55 \text{ kN/m}$$

Forza orizzontale sui piedritti:

$$F_{h,2} = 25 \times 0.50 \times 0.113 = 1.25 \text{ kN/m}$$

Forza orizzontale su setto centrale:

$$F_{h,3} = 25 \times 0.25 \times 0.113 = 0,63 \text{ kN/m}$$

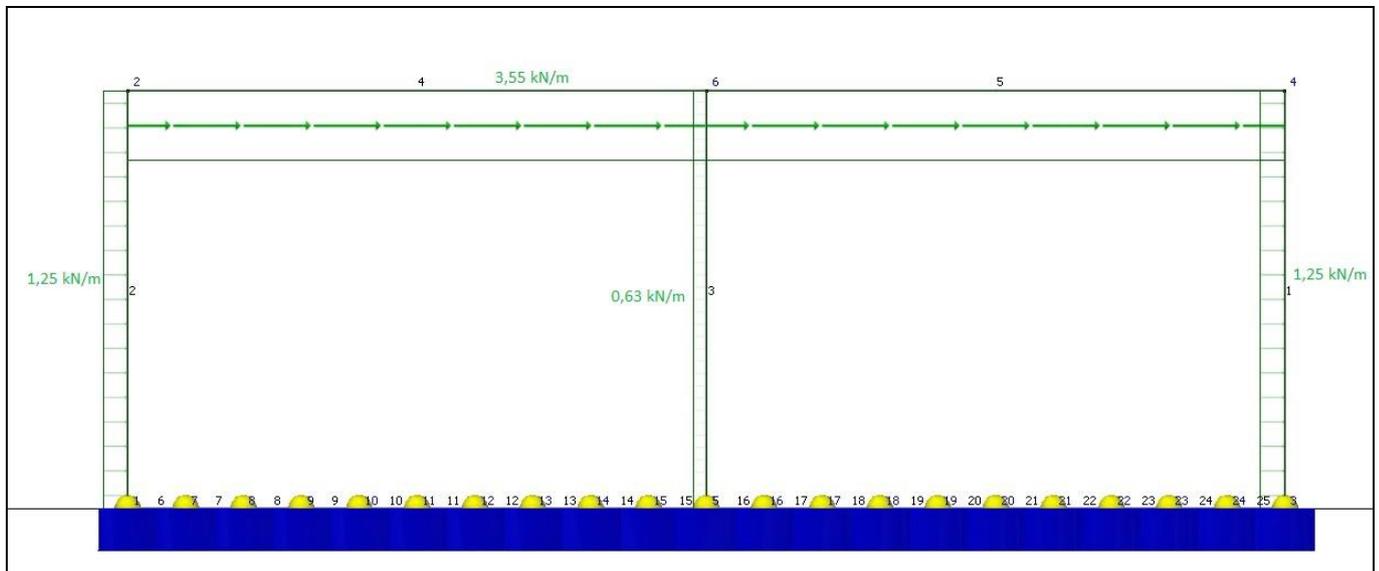


Figura 6-13: inerzia orizzontale

Sisma verticale

Forza verticale sulla soletta di copertura:

$$F_{v,1} = (20 \times 1.15 + 25 \times 0.50) \times 0.050 = 1,78 \text{ kN/m}$$

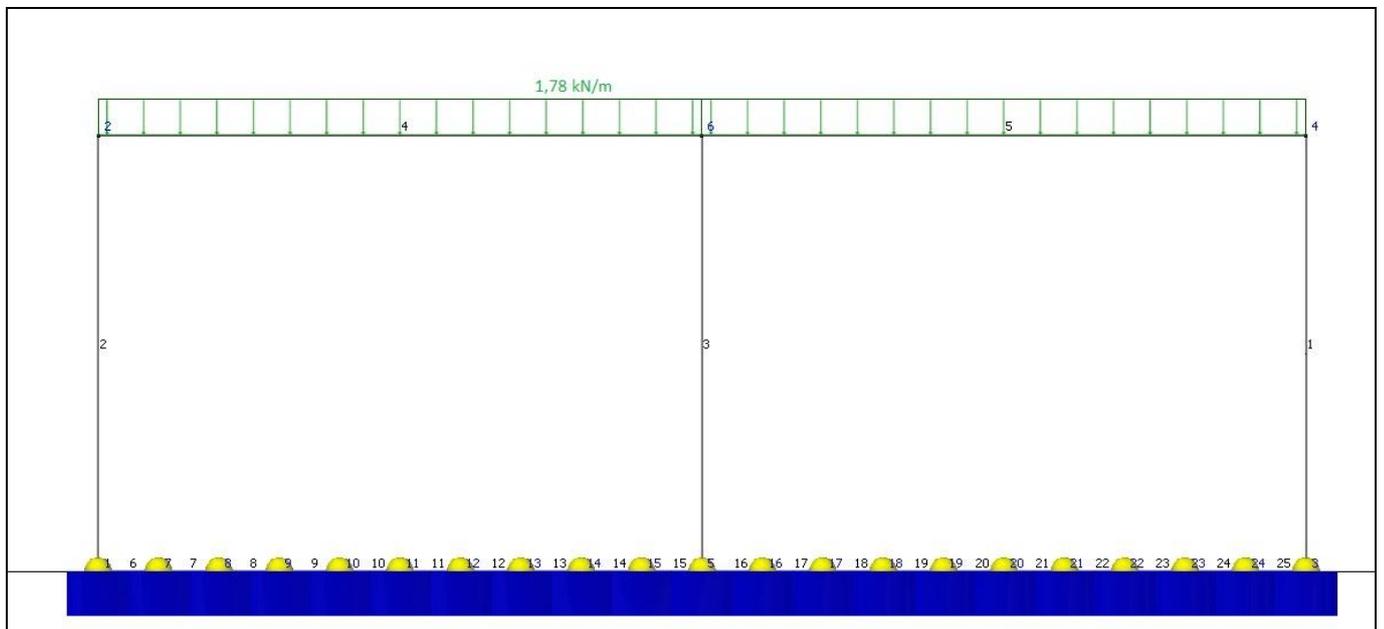


Figura 6-14: inerzia verticale

Spinta delle terre

Le spinte delle terre vengono determinate in base alla teoria di Wood secondo cui la risultante dell'incremento di spinta sismico su una parete di altezza H vale:

$$\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante, applicata ad un'altezza pari ad H/2, sarà considerata agente su uno solo dei piedritti dell'opera.

$$\Delta S_E = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2 = 0.100 \times 20 \times 3.5^2 = 24.50 \text{ kN}$$

Nel modello di calcolo viene applicato il valore della forza sismica per unità di superficie agente su un piedritto:

$$\text{wood} = 0.100 \times 20 \times 3.5 = 7.00 \text{ kN/m}$$

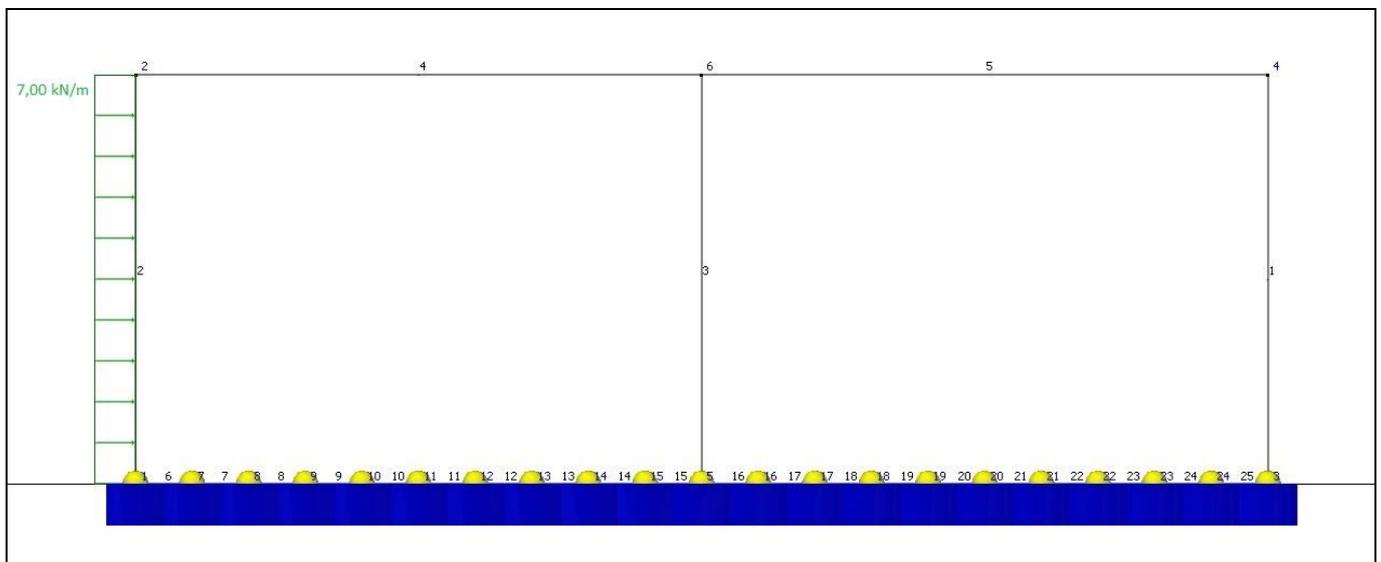


Figura 6-15: incremento sismico da sinistra

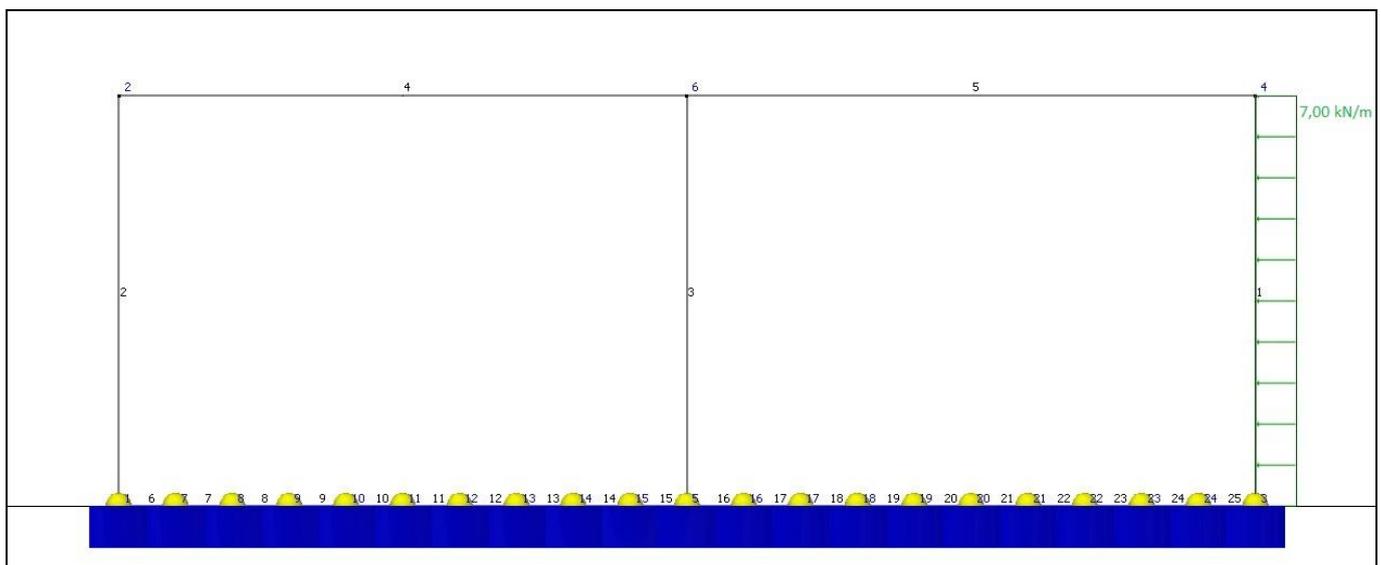


Figura 6-16: incremento sismico da destra

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Sulla base delle condizioni di carico elementare precedentemente illustrate sono state definite le combinazioni di carico.

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

Combinazione sismica: $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$

Nella valutazione dell'azione sismica, la risposta è calcolata unitariamente per le due componenti come segue:

- E1 = ±1.00 Ex ±0.30 Ez
- E2 = ±0.30 Ex ±1.00 Ez

Ai fini delle verifiche agli SLU, SLV ed SLE per la verifica delle tensioni, si fa riferimento alla tabella 5.1.V per i coefficienti parziali di sicurezza e , alla tabella 5.1.VI per i coefficienti di combinazione ψ .

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Figure 7-1: coefficienti parziali di sicurezza

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Figure 7-2: coefficienti di combinazione

Il carico variabile da traffico stradale è considerato con $\gamma_q=1.35$ e con coefficienti di combinazione $\psi_0=0.75$, $\psi_1=0.75$ e $\psi_2=0.00$ in accordo alle tabelle 5.1.V e 5.1.VI delle NTC 2018.

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti ed utilizzati nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

n.carico	carico
1	peso proprio
2	permanenti esterni-ricoprimento
3	SPTSX-spinta terreno da sin.
4	SPTDX-spinta terreno da dex.
5	accidentale 1 (spinta sin)
6	accidentale 2 (carico 1 ^a campata)
7	accidentale 3 (carico 2 ^a campata)
8	accidentale 4 (spinta sin)
9	$\Delta t +15$ uniforme
10	$\Delta t -15$ uniforme
11	$\Delta t +5$ lineare
12	$\Delta t -5$ lineare
13	ritiro
14	accidentale falda
15	inerzia orizzontale
16	inerzia verticale
17	wood

Figure 7-3: casi elementari di carico



BACINO PORTUALE DI SAMPIERDARENA

INTERVENTO PARCO FUORIMURO

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IV0H 02 D26 CLIN0300001 A 34 di 65

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico implementate nel modello di calcolo:

n.carico	carico	SLU 1	SLU 2	SLU 3	SLU 4	SLU 5	SLU 6	SLU 7	SLU 8	SLU 9	SLU 10	SLU 11	SLU 12	SLU 13	SLU 14	SLU 15	SLU 16	SLU 17	SLU 18	SLU 19	SLU 20	SLU 21	SLU 22	SLU 23	SLU 24	SLU 25	SLU 26	SLU 27	SLU 28	SLU 29	SLU 30	SLU 31	SLU 32
1	peso proprio	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
2	permanenti esterni-ricoprimento	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
3	SPTSX-spinta terreno da sin.	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35
4	SPTDX-spinta terreno da dex.	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,35	1,35	1,35
5	accidentale 1 (spinta sin)	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	accidentale 2 (carico 1° campata)	0,00	0,00	1,35	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	1,35	0,00	0,00	1,35	0,00	1,35	0,00	0,00	1,35	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
7	accidentale 3 (carico 2° campata)	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
8	accidentale 4 (spinta sin)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
9	Δt +15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
10	Δt -15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Δt +5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Δt -5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
13	ritiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	accidentale falda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 7.1: combinazioni di carico allo SLU

n.carico	carico	RARA 1	RARA 2	RARA 3	RARA 4	RARA 5	RARA 6	RARA 7	RARA 8	RARA 9	RARA 10	RARA 11	RARA 12	RARA 13	RARA 14	RARA 15	RARA 16	RARA 17	RARA 18	RARA 19	RARA 20	RARA 21	RARA 22	RARA 23	RARA 24	RARA 25	RARA 26	RARA 27	RARA 28	RARA 29	RARA 30	RARA 31	RARA 32
1	peso proprio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	permanenti esterni-ricoprimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
3	SPTSX-spinta terreno da sin.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
4	SPTDX-spinta terreno da dex.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
5	accidentale 1 (spinta sin)	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	
6	accidentale 2 (carico 1° campata)	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,75	0,00	0,00	0,75	0,00	0,75	
7	accidentale 3 (carico 2° campata)	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,75	0,00	0,00	0,75	0,75	0,00	
8	accidentale 4 (spinta sin)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	
9	Δt +15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
10	Δt -15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	Δt +5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12	Δt -5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
13	ritiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	
14	accidentale falda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabella 7.2: combinazioni di carico allo SLE - RARA

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IV0H 02 D26 CLIN0300001 A 35 di 65

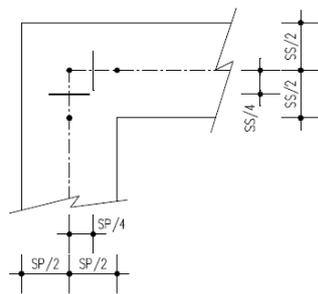
n.carico	carico	SLV 1	SLV 2	SLV 3	SLV 4	SLV 5	SLV 6	SLV 7	SLV 8	SLV 9	SLV 10	SLV 11	SLV 12	SLV 13	SLV 14	SLV 15	SLV 16	SLV 17	SLV 18	SLV 19	SLV 20	SLV 21	SLV 22	SLV 23	SLV 24
1	peso proprio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	permanenti esterni-ricoprimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3	SPTSX-spinta terreno da sin.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4	SPTDX-spinta terreno da dex.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	accidentale 1 (spinta sin)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	accidentale 2 (carico 1° campata)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	accidentale 3 (carico 2° campata)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	accidentale 4 (spinta sin)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Δt +15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Δt -15 uniforme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
11	Δt +5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Δt -5 lineare	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	ritiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
14	accidentale falda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	inerzia orizzontale	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30
16	inerzia verticale	0,30	0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00
17	wood	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	-1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30

Tabella 7.3: combinazioni di carico allo SLV

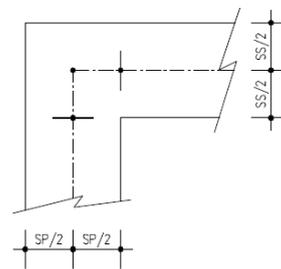
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- 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

Di seguito le sezioni verificate:

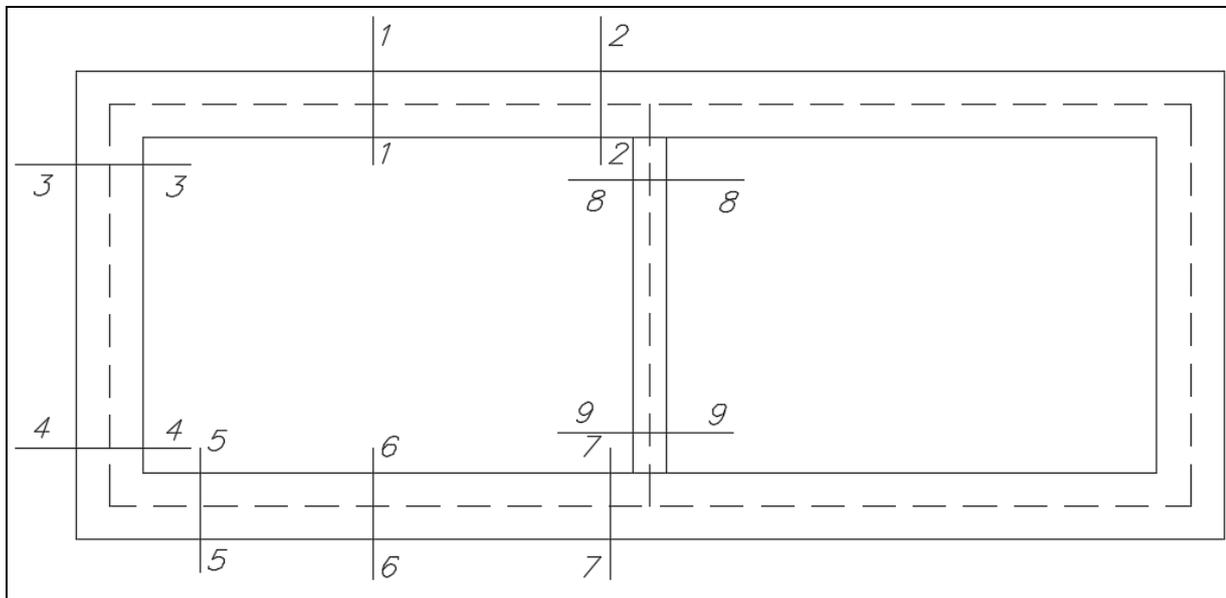


Figura 2: Sezioni di verifica

8 DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI PER GLI STATI LIMITE ANALIZZATI

Si riportano di seguito gli involuipi dei diagrammi delle sollecitazioni per lo stato limite ultimo SLU – combinazione fondamentale, stato limite di esercizio SLE - combinazione RARA e stato limite di salvaguardia della vita SLV.

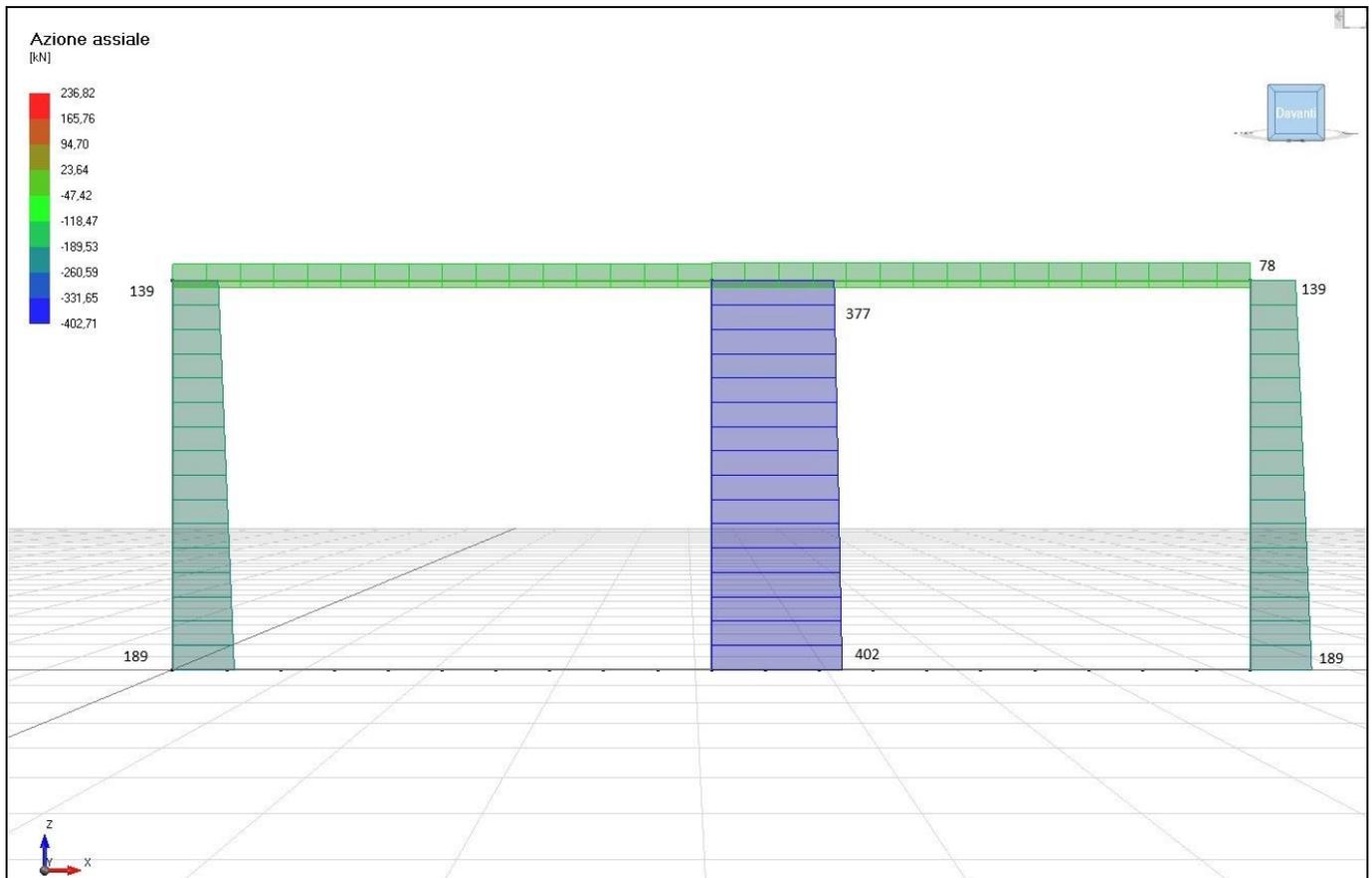


Figure 8-1: involuppo sforzo assiale SLU

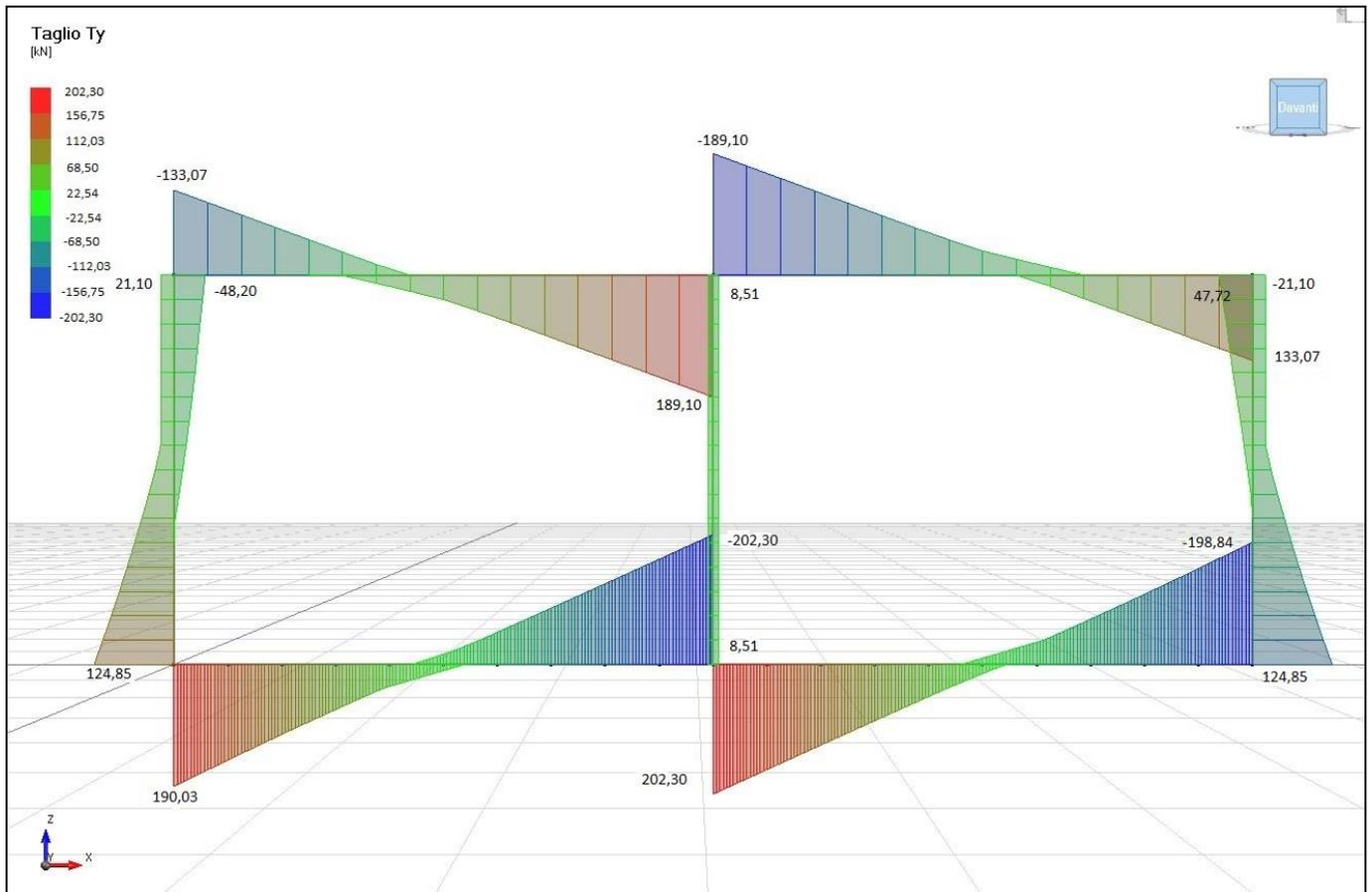


Figure 8-2: involuppo azione tagliante SLU

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	39 di 65

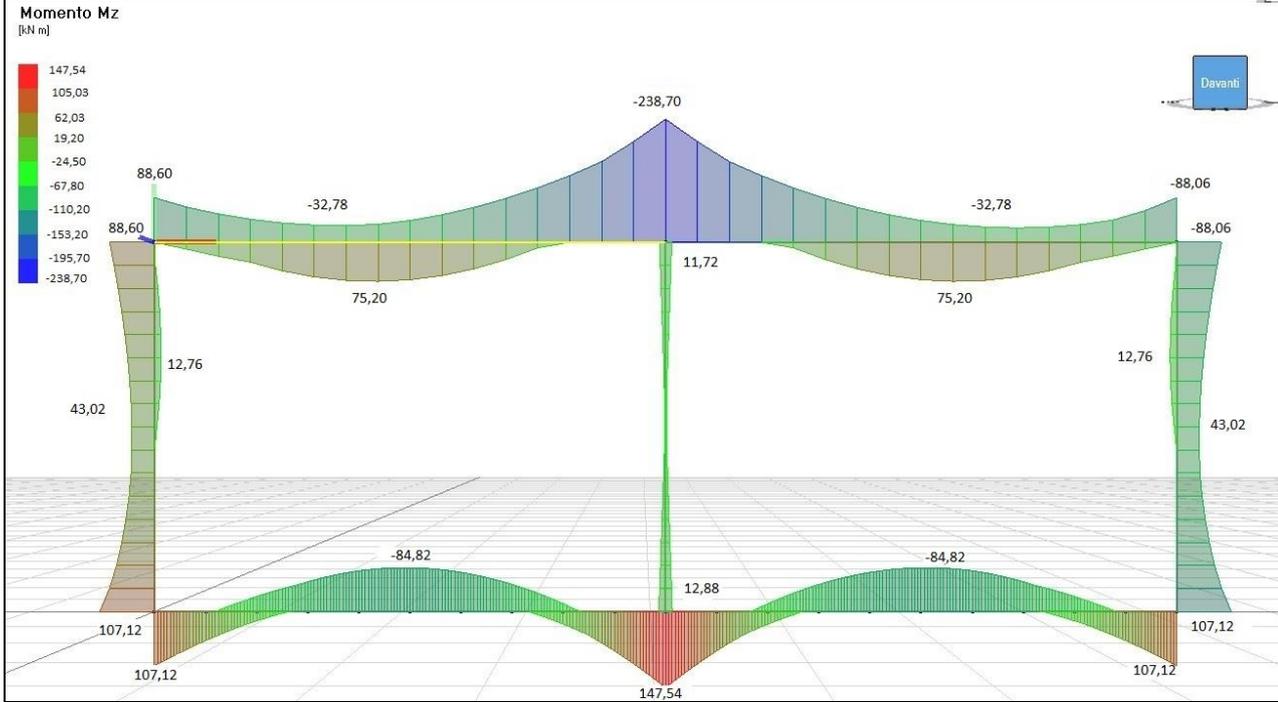


Figure 8-3: involupto momento flettente SLU

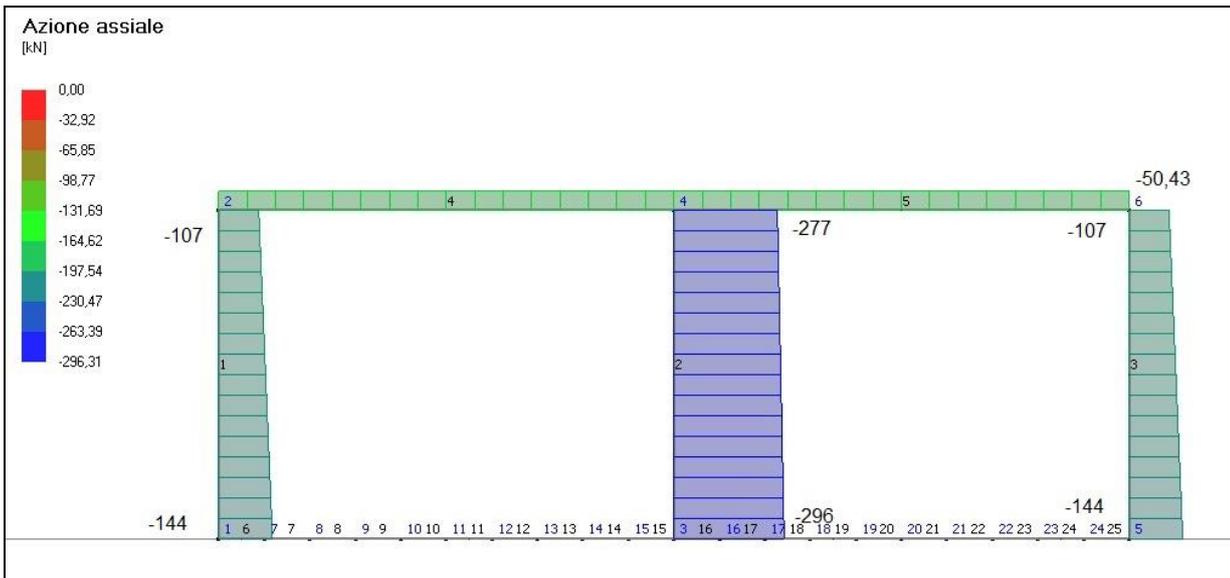


Figure 8-4: involupto azione assiale SLE - RARA

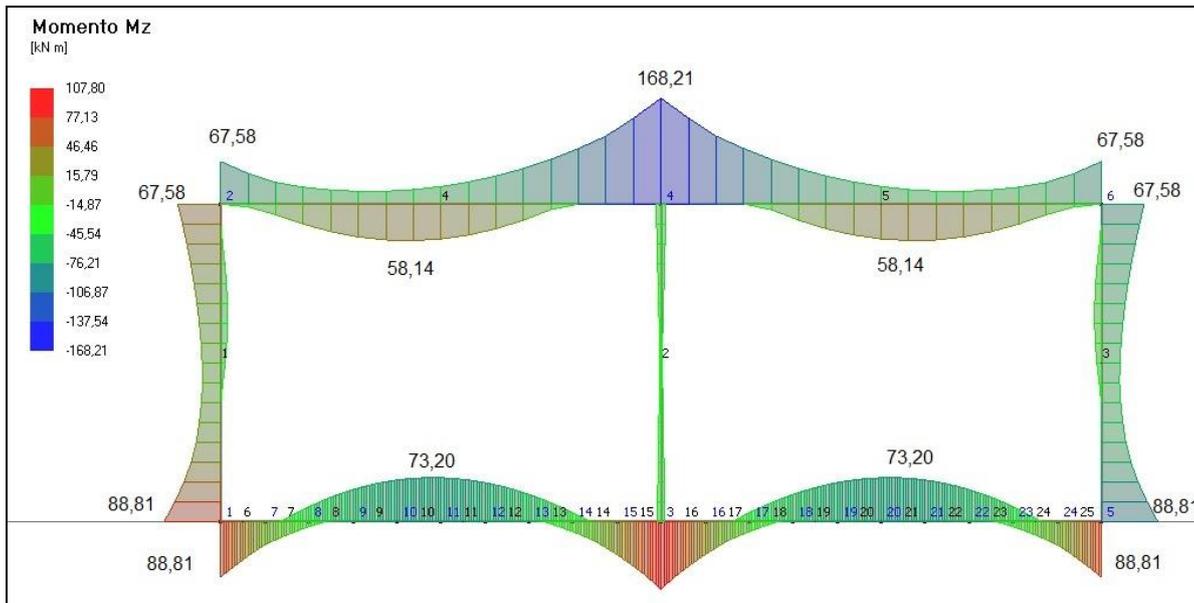


Figure 8-5: involuppo momento flettente SLE – RARA

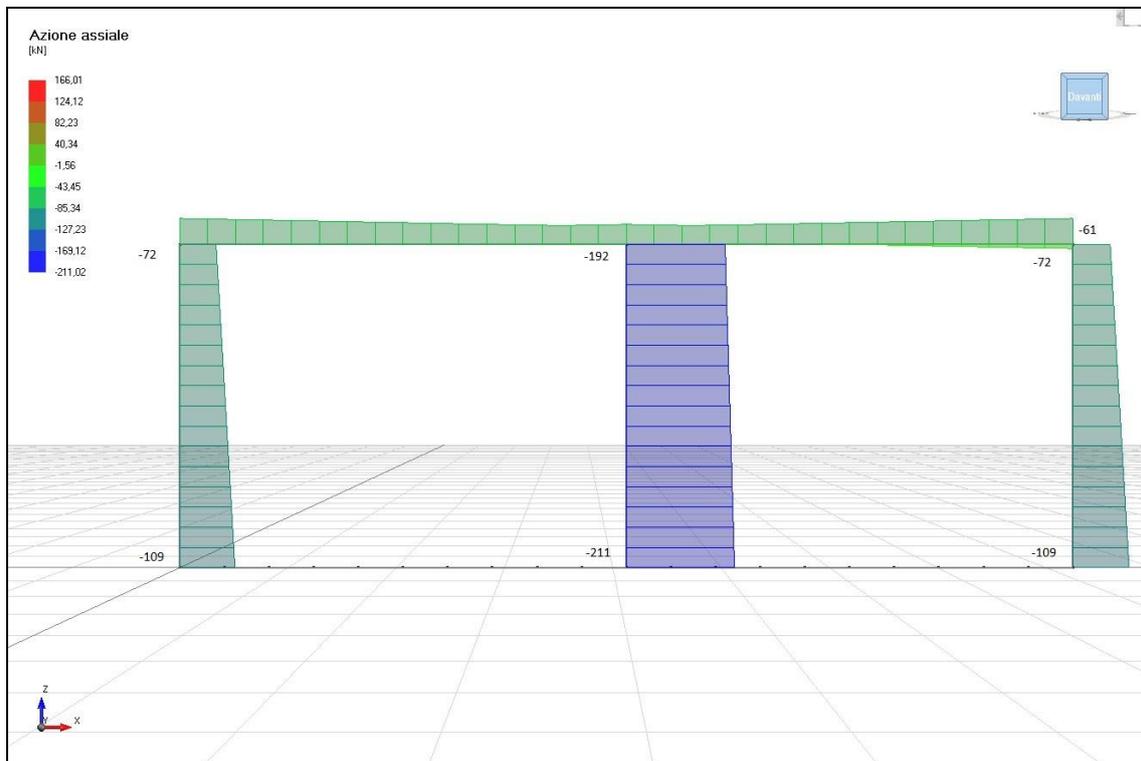


Figure 8-6: involuppo azione assiale SLV

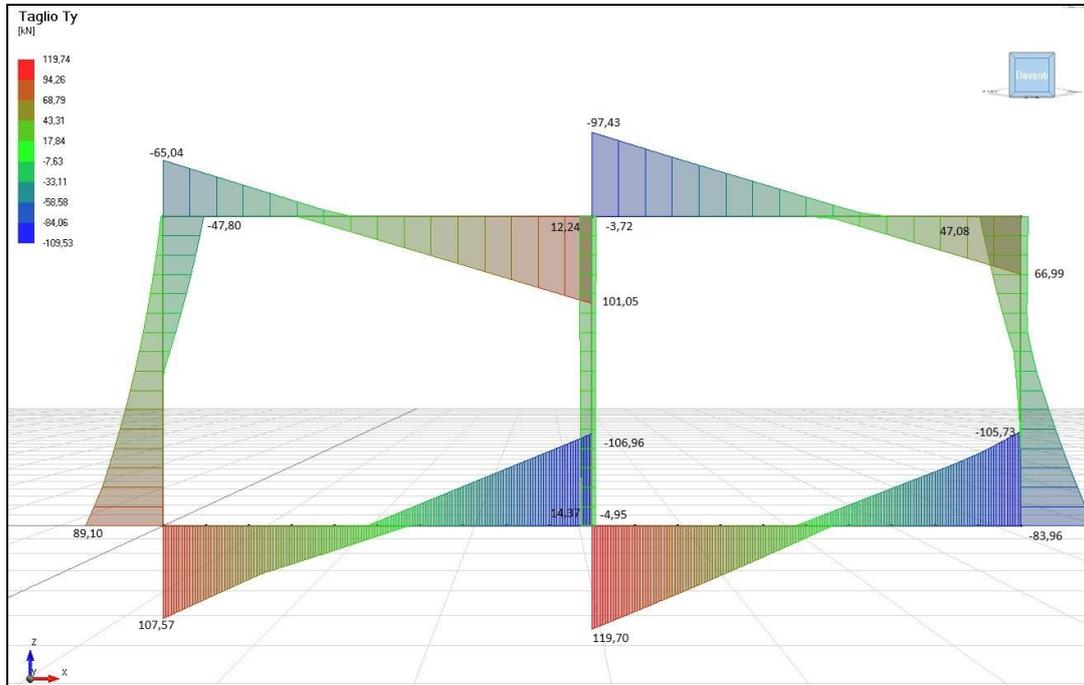


Figure 8-7: involupto azione tagliante SLV

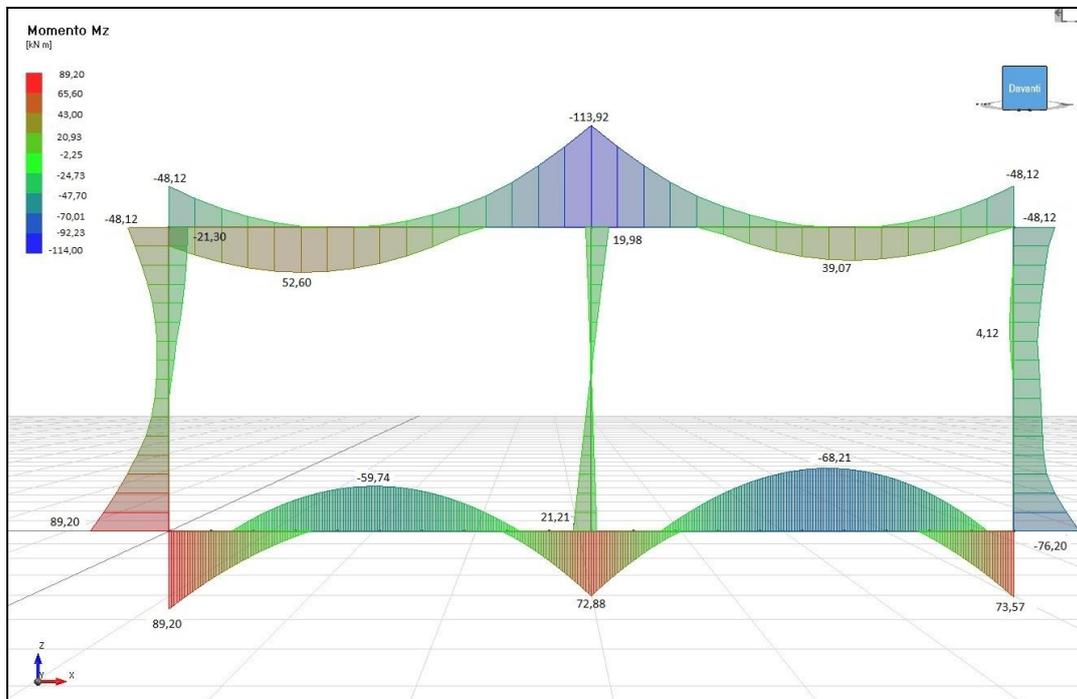


Figure 8-8: involupto momento flettente SLV

9 VERIFICHE

9.1 Verifiche a flessione e taglio

9.1.1 Sezione 1 – soletta superiore in mezzeria – Verifica per momento positivo

Armatura tesa inf. \varnothing 18/150

Armatura compressa sup. \varnothing 16/200

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 50

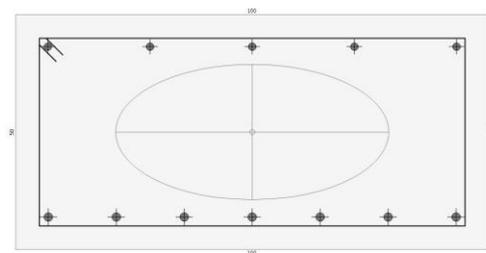
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	0,00	0,00	0,00	75,20	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	52,60	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	0,00	58,14	0,00	rara	alta
2	0,00	58,14	0,00	frequente	alta

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	43 di 65

3	0,00	58,14	0,00	quasi perm.	alta
---	------	-------	------	-------------	------

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	0,00	75,20	291,66	3,88	SI	3,50	22,89	III	0,133	0,450	SI	0,70
B	0,00	52,60	291,66	5,54	SI	3,50	22,89	III	0,133	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed} : momento sollecitante

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

Verifica: per resistenza a tenso/presso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

Campo: campo di rottura della sezione

ξ : rapporto x/d

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	0,00	58,14	0,00	-1,25	19,92	SI	13,11	-13,76	360,00	SI
B	Frequente	0,00	58,14	0,00	-1,25	-	-	13,11	-13,76	-	-
C	Quasi permanente	0,00	58,14	0,00	-1,26	14,94	SI	13,19	-13,84	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	0,00	58,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	0,00	58,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

w_m : ampiezza media del fessure

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

9.1.2 Sezione 2 – soletta superiore in appoggio – Verifica per momento negativo

Armatura tesa sup.	Ø 20/100
Armatura compressa inf	Ø 16/200
Armatura a taglio	Ø 10/200x200 per 1.00 metro a partire da intradosso piedritti

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 50

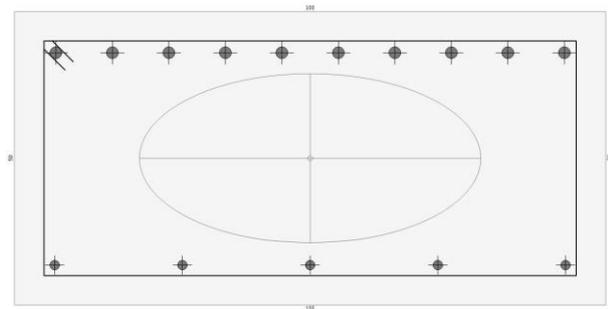
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	0,00	189,10	0,00	-238,70	0,00	0,00
2	0,00	101,05	0,00	-113,92	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	0,00	-168,21	0,00	rara	alta
2	0,00	-168,21	0,00	frequente	alta
3	0,00	-168,21	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	0,00	-238,70	-487,74	2,04	SI	3,50	15,84	III	0,181	0,450	SI	0,70
B	0,00	-113,92	-487,74	4,28	SI	3,50	15,84	III	0,181	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed} : momento sollecitante

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

Campo: campo di rottura della sezione

ξ : rapporto x/d

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione x

	d_x [cm]	$b_{w,x}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,x}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30
B	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30

d_x : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

$b_{w,x}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	$V_{Rcd,x}$ [kN]	$V_{Rsd,x}$ [kN]	$V_{Rd,x}$ [kN]	$V_{Ed,x}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	189,10	3,39	SI
B	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	101,05	6,35	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

$V_{Rd,x}$: azione resistente a taglio in direzione x

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Ed,x}$: azione sollecitante a taglio in direzione x

$V_{Rcd,x}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione x

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

$V_{Rsd,x}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione x

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	0,00	-168,21	0,00	-5,24	19,92	SI	141,94	-43,76	360,00	SI
B	Frequente	0,00	-168,21	0,00	-5,24	-	-	141,94	-43,76	-	-

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	46 di 65

C	Quasi permanente	0,00	-168,21	0,00	-5,24	14,94	SI	141,94	-43,76	-	-
---	------------------	------	---------	------	-------	-------	----	--------	--------	---	---

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c: massima tensione di compressione nel calcestruzzo

σ_{c,limite}: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

σ_{s,trazione}: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

σ_{s,compressione}: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

σ_{s,limite}: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	M _{Ed,x} [kN m]	M _{Ed,y} [kN m]	ε _{sm} [mm]	Δ _{sm} [mm]	W _m [mm]	W _d [mm]	W _{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	0,00	-168,21	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,20	SI
C	Quasi permanente	0,00	-168,21	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,20	SI

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ε_{sm}: deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm}: distanza media tra le fessure

W_m: ampiezza media del fessure

W_d: ampiezza di calcolo delle fessure

W_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w₁, w₂, w₃)

9.1.3 Sezione 3 – piedritto Testa – Verifica per momento negativo

A favore di sicurezza, lo sforzo normale in testa al piedritto è quello dovuto ai soli pesi propri e ai permanenti portati.

Armatura tesa Ø 18/150

Armatura compressa Ø 16/200

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	47 di 65

Armatura a taglio $\varnothing 10/200 \times 200$ per 1.00 metro a partire da intradosso soletta

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T_x [kN]	Taglio T_y [kN]	Momento flettente M_x [kN m]	Momento flettente M_y [kN m]	Momento torcente M_t [kN m]
1	-139,00	0,00	48,20	-88,60	0,00	0,00
2	0,00	0,00	47,80	-48,12	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M_x [kN m]	Momento flettente M_y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-107,00	-67,58	0,00	rara	alta
2	-107,00	-67,58	0,00	frequente	alta
3	-107,00	-67,58	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	-139,00	-88,60	-316,94	3,58	SI	3,50	20,92	III	0,143	0,450	SI	0,70
B	0,00	-48,12	-291,66	6,06	SI	3,50	22,89	III	0,133	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

ξ : rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

M_{Ed} : momento sollecitante

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

3.2 Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	d_y [cm]	$b_{w,y}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,y}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	43,1	100,0	1,0	0,28	9,41	20	90	1,57	391,30
B	43,1	100,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30

d_y : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d-D/2)$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$b_{w,y}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	48 di 65

	θ [°]	ctg θ [-]	$V_{Rcd,y}$ [kN]	$V_{Rsd,y}$ [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	1.281,42	296,55	296,55	48,20	6,15	SI
B	21,8	2,5	1.262,76	296,55	296,55	47,80	6,20	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Rcd,y}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

$V_{Rsd,y}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

$V_{Rd,y}$: azione resistente a taglio in direzione y

$V_{Ed,y}$: azione sollecitante a taglio in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

3.3 Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	-107,00	-67,58	0,00	-1,66	19,92	SI	12,37	-19,05	360,00	SI
B	Frequente	-107,00	-67,58	0,00	-1,66	-	-	12,37	-19,05	-	-
C	Quasi permanente	-107,00	-67,58	0,00	-1,66	14,94	SI	12,37	-19,05	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	-107,00	-67,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	-107,00	-67,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m : ampiezza media del fessure

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

9.1.4 Sezione 4 – piedritto Base – Verifica per momento negativo

A favore di sicurezza, lo sforzo normale in testa al piedritto è quello dovuto ai soli pesi propri e ai permanenti portati.

Armatura tesa $\varnothing 18/150$

Armatura compressa $\varnothing 16/200$

Armatura a taglio $\varnothing 10/200 \times 200$ per 1.00 metro a partire da intradosso fondazioni

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 50

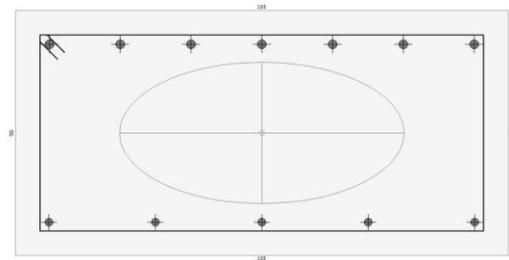
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	-189,00	0,00	124,85	-107,12	0,00	0,00
2	-109,00	0,00	89,10	-89,10	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-144,00	-88,81	0,00	rara	alta
2	-144,00	-88,81	0,00	frequente	alta
3	-144,00	-88,81	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	50 di 65

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	-189,00	-107,12	-326,90	3,05	SI	3,50	20,19	III	0,148	0,450	SI	0,70
B	-109,00	-89,10	-310,81	3,49	SI	3,50	21,39	III	0,141	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed} : momento sollecitante

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

Campo: campo di rottura della sezione

ξ : rapporto x/d

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione y

	d_y [cm]	$b_{w,y}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,y}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	43,1	100,0	1,0	0,38	9,41	20	90	1,57	391,30
B	43,1	100,0	1,0	0,22	9,41	20	90	1,57	391,30

d_y : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

$b_{w,y}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	$ctg \theta$ [-]	$V_{Rcd,y}$ [kN]	$V_{Rsd,y}$ [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Ed,y}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	1.288,13	296,55	296,55	124,85	2,38	SI
B	21,8	2,5	1.277,39	296,55	296,55	89,10	3,33	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

$V_{Rd,y}$: azione resistente a taglio in direzione y

$ctg \theta$: cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Ed,y}$: azione sollecitante a taglio in direzione y

$V_{Rcd,y}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione y

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

$V_{Rsd,y}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione y

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

Combinazione	N_{Ed}	$M_{Ed,x}$	$M_{Ed,y}$	σ_c	$\sigma_{c,limite}$	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$	$\sigma_{s,comp}$	$\sigma_{s,limite}$	Verifica II
--------------	----------	------------	------------	------------	---------------------	------------	-----------------------	-------------------	---------------------	-------------

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IV0H 02 D26 CLIN0300001 A 51 di 65

		[kN]	[kN m]	[kN m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
A	Rara	-144,00	-88,81	0,00	-2,19	19,92	SI	16,16	-25,13	360,00	SI
B	Frequente	-144,00	-88,81	0,00	-2,19	-	-	16,16	-25,13	-	-
C	Quasi permanente	-144,00	-88,81	0,00	-2,19	14,94	SI	16,16	-25,13	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c: massima tensione di compressione nel calcestruzzo

σ_{c,limite}: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

σ_{s,trazione}: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

σ_{s,compressione}: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

σ_{s,limite}: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	M _{Ed,x} [kN m]	M _{Ed,y} [kN m]	ε _{sm} [mm]	Δ _{sm} [mm]	W _m [mm]	W _d [mm]	W _{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	-144,00	-88,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	-144,00	-88,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ε_{sm}: deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm}: distanza media tra le fessure

w_m: ampiezza media del fessure

w_a: ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w₁, w₂, w₃)

9.1.5 Sezione 5 – Fondazione attacco al piedritto sinistro – Verifica per momento positivo

Armatura tesa inf. Ø 16/100

Armatura compressa sup. Ø 16/200

Armatura a taglio Ø 10/200x200 per 1.00 metro a partire da intradosso piedritto

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	52 di 65

Nome della sezione:

R 100 x 50

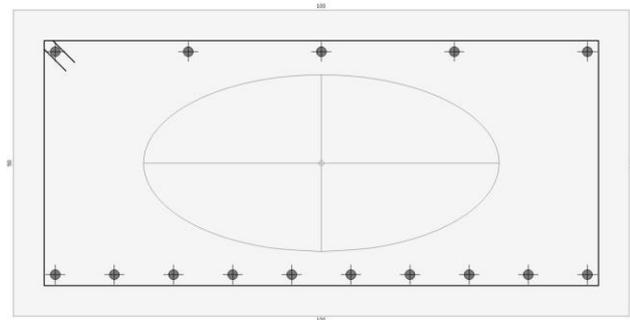
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	0,00	190,03	0,00	107,12	0,00	0,00
2	0,00	107,57	0,00	89,20	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	0,00	88,81	0,00	rara	alta
2	0,00	88,81	0,00	frequente	alta
3	0,00	88,81	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kN m]	M _{Rd} [kN m]	C _{sic}	Verifica I	ε _c [‰]	ε _s [‰]	Campo	ξ	ξ _{lim}	Verifica II	δ [%]
A	0,00	107,12	325,76	3,04	SI	3,50	21,60	III	0,139	0,450	SI	0,70
B	0,00	89,20	325,76	3,65	SI	3,50	21,60	III	0,139	0,450	SI	0,70

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Rd}: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ε_s: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione (ξ < ξ_{lim})

M_{Ed}: momento sollecitante

C_{sic}: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

ε_c: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim}: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

3.2 Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	53 di 65

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione x

	d_x [cm]	$b_{w,x}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,x}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30
B	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30

d_x : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d-D/2)$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$b_{w,x}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	$\text{ctg } \theta$ [-]	$V_{Rcd,x}$ [kN]	$V_{Rsd,x}$ [kN]	$V_{Rd,x}$ [kN]	$V_{Ed,x}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	190,03	3,37	SI
B	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	107,57	5,96	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

$\text{ctg } \theta$: cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Rcd,x}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione x

$V_{Rsd,x}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione x

$V_{Rd,x}$: azione resistente a taglio in direzione x

$V_{Ed,x}$: azione sollecitante a taglio in direzione x

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

3.3 Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	0,00	88,81	0,00	-1,90	19,92	SI	19,81	-20,94	360,00	SI
B	Frequente	0,00	88,81	0,00	-1,90	-	-	19,81	-20,94	-	-
C	Quasi permanente	0,00	88,81	0,00	-1,90	14,94	SI	19,81	-20,94	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	0,00	88,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	0,00	88,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m : ampiezza media del fessure

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

9.1.6 Sezione 6 – Fondazione mezzeria – Verifica per momento negativo

Armatura tesa sup. \varnothing 16/200

Armatura compressa inf \varnothing 16/200

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 50

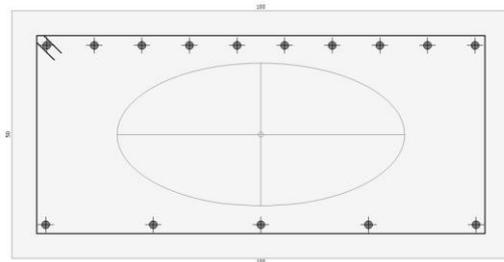
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	0,00	0,00	0,00	-84,82	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	-59,74	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	0,00	-73,20	0,00	rara	alta
2	0,00	-73,20	0,00	frequente	alta
3	0,00	-73,20	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	0,00	-84,82	-324,19	3,82	SI	3,50	21,49	III	0,140	0,450	SI	0,70
B	0,00	-59,74	-324,19	5,43	SI	3,50	21,49	III	0,140	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed} : momento sollecitante

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

Campo: campo di rottura della sezione

ξ : rapporto x/d

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

3.2 Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	0,00	-73,20	0,00	-1,57	19,92	SI	16,18	-17,28	360,00	SI
B	Frequente	0,00	-73,20	0,00	-1,57	-	-	16,18	-17,28	-	-
C	Quasi permanente	0,00	-73,20	0,00	-1,57	14,94	SI	16,18	-17,28	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	0,00	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	0,00	-73,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

w_m : ampiezza media del fessure

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

9.1.7 Sezione 7 – Fondazione attacco al piedritto centrale – Verifica per momento positivo

Armatura tesa inf. \varnothing 16/100

Armatura compressa sup. \varnothing 16/200

Armatura a taglio \varnothing 10/200x200 per 1.00 metro a partire da intradosso piedritt

Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 50

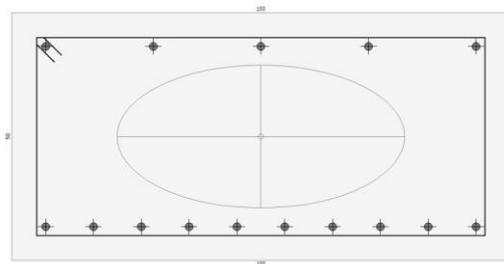
Area: 5.000,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	0,00	202,30	0,00	147,54	0,00	0,00
2	0,00	119,70	0,00	72,88	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	0,00	180,70	0,00	rara	alta
2	0,00	108,70	0,00	frequente	alta
3	0,00	108,34	0,00	quasi perm.	alta

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	57 di 65

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ϵ_c [‰]	ϵ_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	0,00	147,54	325,76	2,21	SI	3,50	21,60	III	0,139	0,450	SI	0,70
B	0,00	72,88	325,76	4,47	SI	3,50	21,60	III	0,139	0,450	SI	0,70

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ϵ_s : deformazione ultima dell'acciaio

ξ : rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

M_{Ed} : momento sollecitante

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

ϵ_c : deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione x

	d_x [cm]	$b_{w,x}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,x}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30
B	93,2	50,0	1,0	0,00	9,41	20	90	1,57	391,30

d_x : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$b_{w,x}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	$V_{Rcd,x}$ [kN]	$V_{Rsd,x}$ [kN]	$V_{Rd,x}$ [kN]	$V_{Ed,x}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	202,30	3,17	SI
B	21,8	2,5	1.365,31	641,27	641,27	119,70	5,36	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Rcd,x}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione x

$V_{Rsd,x}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione x

$V_{Rd,x}$: azione resistente a taglio in direzione x

$V_{Ed,x}$: azione sollecitante a taglio in direzione x

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula 4.1.27)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	0,00	180,70	0,00	-6,55	19,92	SI	232,42	-46,25	360,00	SI

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	58 di 65

B	Frequente	0,00	108,70	0,00	-2,33	-	-	24,24	-25,62	-	-
C	Quasi permanente	0,00	108,34	0,00	-2,32	14,94	SI	24,16	-25,54	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	0,00	108,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	0,00	108,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m : ampiezza media del fessure

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

9.1.8 Sezione 8 – Setto centrale testa– Verifica per momento positivo

A favore di sicurezza, lo sforzo normale in testa al piedritto è quello dovuto ai soli pesi propri e ai permanenti portati.

Armatura tesa $\varnothing 12/100$

Armatura compressa $\varnothing 12/100$

Armatura a taglio $\varnothing 8/200 \times 200$ per 1.00 metro a partire da intradosso fondazione e per 1.00 metro partire da intradosso soletta superiore

1 Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	59 di 65

Nome della sezione:

R 100 x 25

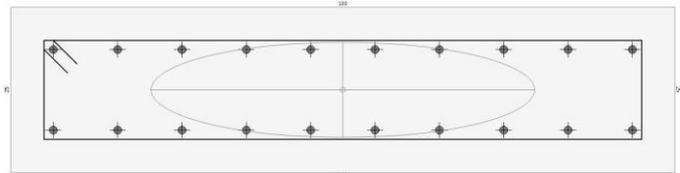
Area: 2.500,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	-377,00	8,51	0,00	11,72	0,00	0,00
2	-192,00	3,72	0,00	19,98	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-277,00	7,87	0,00	rara	alta
2	-277,00	7,87	0,00	frequente	alta
3	-277,00	7,87	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N _{Ed} [kN]	M _{Ed} [kN m]	M _{Rd} [kN m]	C _{sic}	Verifica I	ε _c [‰]	ε _s [‰]	Campo	ξ	ξ _{lim}	Verifica II	δ [%]
A	-377,00	11,72	112,07	9,56	SI	3,50	7,39	III	0,321	0,450	SI	0,84
B	-192,00	19,98	98,88	4,95	SI	3,50	8,63	III	0,289	0,450	SI	0,80

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Rd}: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ε_s: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione (ξ < ξ_{lim})

M_{Ed}: momento sollecitante

C_{sic}: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

ε_c: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim}: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	60 di 65

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione x

	d_x [cm]	$b_{w,x}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f'_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,x}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	93,6	25,0	1,1	1,51	9,41	20	90	1,01	391,30
B	93,6	25,0	1,0	0,77	9,41	20	90	1,01	391,30

d_x : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d-D/2)$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

f'_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

$b_{w,x}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 \cdot D$ con D diametro della sezione)

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	$V_{Rcd,x}$ [kN]	$V_{Rsd,x}$ [kN]	$V_{Rd,x}$ [kN]	$V_{Ed,x}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	740,54	412,17	412,17	8,51	48,43	SI
B	21,8	2,5	713,57	412,17	412,17	3,72	110,80	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Rcd,x}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione x

$V_{Rsd,x}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione x

$V_{Rd,x}$: azione resistente a taglio in direzione x

$V_{Ed,x}$: azione sollecitante a taglio in direzione x

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,limite}$ [N/mm ²]	Verifica I	$\sigma_{s,trazione}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,comp}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,limite}$ [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	-277,00	7,87	0,00	-1,66	19,92	SI	-9,59	-19,68	360,00	SI
B	Frequente	-277,00	7,87	0,00	-1,66	-	-	-9,59	-19,68	-	-
C	Quasi permanente	-277,00	7,87	0,00	-1,66	14,94	SI	-9,59	-19,68	-	-

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c : massima tensione di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{c,limite}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

$\sigma_{s,trazione}$: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,compressione}$: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

$\sigma_{s,limite}$: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.416)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	$M_{Ed,x}$ [kN m]	$M_{Ed,y}$ [kN m]	ϵ_{sm} [mm]	Δ_{sm} [mm]	w_m [mm]	w_d [mm]	w_{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	-277,00	7,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	-277,00	7,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

$M_{Ed,x}$: momento sollecitante attorno all'asse X

$M_{Ed,y}$: momento sollecitante attorno all'asse Y

ϵ_{sm} : deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm} : distanza media tra le fessure

w_m : ampiezza media del fessure

w_d : ampiezza di calcolo delle fessure

w_{lim} : ampiezza nominale delle fessure (w_1, w_2, w_3)

9.1.9 Sezione 9 – Setto centrale base– Verifica per momento positivo

A favore di sicurezza, lo sforzo normale in testa al piedritto è quello dovuto ai soli pesi propri e ai permanenti portati.

Armatura tesa \varnothing 12/100

Armatura compressa \varnothing 12/100

Armatura a taglio \varnothing 8/200x200 per 1.00 metro a partire da intradosso fondazione e per 1.00 metro partire da estradosso soletta fondazione

1 Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100 x 25

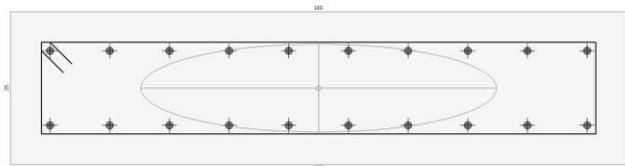
Area: 2.500,00 cm²

Materiale della sezione: C32/40

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Taglio T _x [kN]	Taglio T _y [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Momento torcente M _t [kN m]
1	-402,00	8,51	0,00	12,88	0,00	0,00
2	-211,00	4,95	0,00	21,21	0,00	0,00

Carichi Stato Limite di Esercizio

Combinazione	Azione assiale N [kN]	Momento flettente M _x [kN m]	Momento flettente M _y [kN m]	Condizione di esercizio	Aggressività ambiente
1	-296,00	5,87	0,00	rara	alta
2	-296,00	5,87	0,00	frequente	alta
3	-296,00	5,87	0,00	quasi perm.	alta

Verifiche della sezione

Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kN m]	M_{Rd} [kN m]	C_{sic}	Verifica I	ε_c [‰]	ε_s [‰]	Campo	ξ	ξ_{lim}	Verifica II	δ [%]
A	-402,00	12,88	113,60	8,82	SI	3,50	7,25	III	0,325	0,450	SI	0,85
B	-211,00	21,21	100,63	4,74	SI	3,50	8,46	III	0,293	0,450	SI	0,81

N_{Ed} : azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed} : momento sollecitante

M_{Rd} : momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

C_{sic} : coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ε_c : deformazione ultima del calcestruzzo

ε_s : deformazione ultima dell'acciaio

Campo: campo di rottura della sezione

ξ : rapporto x/d

ξ_{lim} : limite normativo del rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione ($\xi < \xi_{lim}$)

δ : percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

Stato limite ultimo: resistenza a taglio e torsione (cfr. NTC - § 4.1.2.3.5, § 4.1.2.3.6 e § 7.4.4.5.1)

Verifica con armatura trasversale resistente a taglio in direzione x

	d_x [cm]	$b_{w,x}$ [cm]	α_c [-]	σ_{cp} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	s [-]	α [°]	$A_{sw,x}$ [cm ²]	f_{yd} [N/mm ²]
A	93,6	25,0	1,1	1,61	9,41	20	90	1,01	391,30
B	93,6	25,0	1,0	0,84	9,41	20	90	1,01	391,30

d_x : altezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata con $0,45 \cdot D + 0,64 \cdot (d - D/2)$ con D diametro della sezione)

$b_{w,x}$: larghezza minima della sezione (per le sezioni circolari è valutata come $0,9 D$ con D diametro della sezione)

α_c : coefficiente maggiorativo

σ_{cp} : tensione media di compressione nella sezione

f_{cd} : resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

s: interasse tra due armature trasversali consecutive

α : angolo di inclinazione dell'armatura trasversale

f_{yd} : tensione caratteristica di snervamento

	θ [°]	ctg θ [-]	$V_{Rcd,x}$ [kN]	$V_{Rsd,x}$ [kN]	$V_{Rd,x}$ [kN]	$V_{Ed,x}$ [kN]	C_v	Verifica
A	21,8	2,5	744,18	412,17	412,17	8,51	48,43	SI
B	21,8	2,5	716,34	412,17	412,17	4,95	83,27	SI

θ : angolo di inclinazione dei puntoni di cls (cfr. NTC formula 4.1.25)

$V_{Rd,x}$: azione resistente a taglio in direzione x

ctg θ : cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

$V_{Ed,x}$: azione sollecitante a taglio in direzione x

$V_{Rcd,x}$: azione resistente a taglio dei puntoni di calcestruzzo in direzione x

Verifica: per resistenza a taglio (cfr. NTC formula. 4.1.27)

$V_{Rsd,x}$: azione resistente a taglio dell'armatura trasversale in direzione x

Stati limite di esercizio: tensioni di esercizio e fessurazione (cfr. NTC - § 4.1.2.2)

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	63 di 65

Verifica tensioni di esercizio (cfr. NTC - § 4.1.2.2.5)

	Combinazione	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,x} [kN m]	M _{Ed,y} [kN m]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,limite} [N/mm ²]	Verifica I	σ _{s,trazione} [N/mm ²]	σ _{s,comp} [N/mm ²]	σ _{s,limite} [N/mm ²]	Verifica II
A	Rara	-296,00	5,87	0,00	-1,56	19,92	SI	-11,88	-19,40	360,00	SI
B	Frequente	-296,00	5,87	0,00	-1,56	-	-	-11,88	-19,40	-	-
C	Quasi permanente	-296,00	5,87	0,00	-1,56	14,94	SI	-11,88	-19,40	-	-

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

σ_c: massima tensione di compressione nel calcestruzzo

σ_{c,limite}: tensione limite di compressione nel calcestruzzo

σ_{s,trazione}: massima tensione di trazione nelle barre di acciaio

σ_{s,compressione}: massima tensione di compressione nelle barre di acciaio

σ_{s,limite}: tensione limite nelle barre di acciaio

Verifica I: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/17)

Verifica II: tensione massima nelle barre di acciaio (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Verifica allo stato limite di fessurazione: apertura delle fessure (cfr. NTC - § 4.1.2.2.4)

	Combinazione	N [kN]	M _{Ed,x} [kN m]	M _{Ed,y} [kN m]	ε _{sm} [mm]	Δ _{sm} [mm]	W _m [mm]	W _d [mm]	W _{lim} [mm]	Verifica
B	Frequente	-296,00	5,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI
C	Quasi permanente	-296,00	5,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	SI

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Ed,x}: momento sollecitante attorno all'asse X

M_{Ed,y}: momento sollecitante attorno all'asse Y

ε_{sm}: deformazione unitaria media delle barre di armatura

Verifica: tensione massima nel calcestruzzo (cfr. NTC form.4.1.15/16)

Δ_{sm}: distanza media tra le fessure

W_m: ampiezza media del fessure

W_d: ampiezza di calcolo delle fessure

W_{lim}: ampiezza nominale delle fessure (w₁, w₂, w₃)

10 VERIFICA SOLLEVAMENTO VASCA

Nella verifica a sollevamento non si tiene conto del terreno sovrastante e nemmeno dei massetto sopra platea e sopra soletta a protezione della guaina

Spinta falda 15kN/m

Peso platea 0,50·25= 12,50kN/m

Peso soletta 0,50·25= 12,50kN/m

Peso muri laterali al m: 2·0,50·25·2,50= 62,50 kN

Peso muro centrale al m: 0,25·25·2,50= 15,65 kN

Ripartizione peso muri per la larghezza della vasca (62,50+15,65)/14,80=5,28 kN/m

0,9·(2·12,50kN+5,28kN)= 27,25 kN

1,5·15,00kN=22,50

27,25>22,50 verifica soddisfatta

11 INCIDENZE

Si riportano di seguito le incidenze calcolate:

TABELLA RIEPILOGATIVA INCIDENZA		
ELEMENTO STRUTTURALE	INCIDENZA	
SOLETTA SUPERIORE	130	[kg/m ³]
PIEDRITTI	105	[kg/m ³]
SETTI	120	[kg/m ³]
FONDAZIONE	105	[kg/m ³]

Tabella 11.1: incidenze



BACINO PORTUALE DI SAMPIERDARENA

INTERVENTO PARCO FUORIMURO

Relazione di calcolo vasca acque pericolose

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV0H	02	D26	CLIN0300001	A	65 di 65