



Via Venezia n°6/B - 12084 MONDOVI' (CN)
Tel.: +39-0174-554461

Progetto opere:

S.I.C.I.S.

Dott. Ing. Roberto Zermani

Dott. Ing. Luca Zermani

29020 TRAVO (PC) Via Anguissola, 37

Tel./Fax: +39-0523-950251

E-mail robertozermani@virgilio.it

Calcoli statici:

Ing. Riccardo Riccardi

29100 PIACENZA Via Castello, 58

Tel./Fax: +39-0523-324851

E-mail studio@riccardoriccardi.191.it

REGIONE PIEMONTE - PROVINCIA DI CUNEO

Descrizione

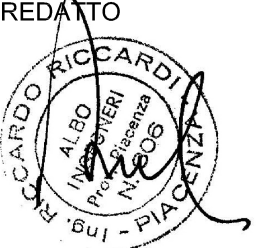
**ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO
DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE DEL COMUNE
DI MONDOVI, LOCALITA' LONGANA.**

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato	Oggetto
1010_All. I.0	RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI

Disegno N.	Tavola N.	Prog. N.	Scala
File			
Note			Il disegnatore

N. Rev.	Data	Descrizione
0	Febbraio 2012	EMISSIONE
1		
2		
3		
4		
5		

REDATTO 	VERIFICATO	APPROVATO
---	------------	-----------

A termini di legge è vietato riprodurre o comunicare a terzi il contenuto del presente elaborato

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI MONDOVI'

Adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione acque reflue del Comune di Mondovì
(CN) in località Longana

CALCOLI STATICI

Estensore: Ing. Riccardo Riccardi con studio a Piacenza in via Castello n. 58, iscritto all'Albo degli
Ingegneri della Provincia di Piacenza col n. 306

Piacenza, 23.02.2012

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. Legge 02.02.1974 n. 64: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
2. D.P.R. 06.06.2001, n. 380 (ex legge 05.11.1971 n. 1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica”).
3. NTC del 14.01.2008
4. Circ. 2 febbraio 2009, n. 617 Min. delle Infrastrutture e dei Trasporti
5. UNI EN 206 - 1

PREMESSE

Il Comune di Mondovì (CN) è inserito in zona 3 ai sensi della D.G.R. 19 gennaio 2010 n. 11 – 13058.

Per il manufatto in progetto si ha:

Costruzione di tipo 2

Vita nominale $V_N \geq 50$

Classe d'uso II^a

Coefficiente d'uso $C_U = 1.00$

Periodo di riferimento $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1.00 = 50$ anni

Con riferimento al programma di calcolo per la determinazione degli spettri di risposta fornito dal Ministero dei Lavori Pubblici:

- accelerazione massima in superficie: $a_g = 0.084$ g
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale: $F_0 = 2.579$
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale: $T_C = 0.30$ s
- categoria del suolo: tipo B
- coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_s = 1.20$
- coefficiente funzione della categoria di suolo: $C_c = 1.385$
- categoria topografica: T_1
- coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1.00$

Con riferimento allo SLC col 5% di probabilità che si verifichi il superamento dell'evento nel periodo di riferimento di 50 anni, si ottiene:

periodo di ritorno:

$$T_R = -VR / \ln(1 - P_{VR}) = 975 \text{ anni}$$

Senza necessità di alcuna interpolazione si ottiene:

- accelerazione massima in superficie: $a_g = 0.105 \text{ g}$
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale: $F_0 = 2.637$
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale: $T_C = 0.316 \text{ s}$

Il periodo del modo di vibrare principale vale, per vasche rettangolari:

$$T_1 = 2\pi/[1.58g*\text{tgh}(1.58H/L)/L]^{1/2}$$

dove:

g = accelerazione di gravità

L = metà della lunghezza del lato minore

H = altezza del livello dell'acqua

Con riferimento a una delle generiche vasche in progetto ed estendendo poi, per approssimazione, i risultati a tutte le altre, si ottiene:

$$T_1 = 1.595$$

Si ha:

$$C_C = 1.392$$

$$T_C = 1.392 \times 0.308 = 0.429$$

$$T_B = 0.143$$

$$T_D = 1.638$$

e quindi:

$$T_C \leq T < T_D$$

$$S_s = 1.20$$

Pertanto:

$$S_c(T) = 0.105 \times 1.20 \times 2.637 \times 0.429 / 1.595 = 0.090$$

Caratteristiche dei materiali:

a. Calcestruzzo

tipo	=	XA1
resistenza a compressione	C	= 30/37
dosaggio minimo di cemento	=	300 k/m^3
consistenza	=	S4
resistenza a trazione a 28 gg. $[0.27(R_{ck})^{2/3}]$	f_{ctm}	= 2.61 N/mm^2
resistenza allo stato limite di fessurazione ($f_{ctm}/1.6$)	f_{ctd}	= 1.63 N/mm^2
densità	g_c	= 25.00 kN/m^3
modulo elastico	E_c	= 31200.00 N/mm^2
coefficiente di dilatazione termica	α_t	= $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
coefficiente di ritiro	ϵ_{cs}	= 0.21×10^{-3}
modulo di Poisson	μ	= 0

b. Acciaio d'armatura

qualità		B 450 C
tensione ammissibile in ambiente normale	$\sigma_f =$	255.00 N/mm ²
modulo elastico	$E_f =$	210000.00 N/mm ²
coefficiente di omogeneizzazione	$n =$	15
ricoprimento armatura	$c \geq$	3

A. VASCA DENITRIFICAZIONE

I muri in elevazione vengono verificati come mensole incastrate sulla platea di base e completamente fuori terra. Il muro divisorio viene calcolato come quelli laterali assumendo per esso simmetricamente la armatura massima.

A.a. Muri di contenimento

A.a.1. In condizioni normali di esercizio

Analisi dei carichi:

peso proprio muro
 $0.40 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 \times 1.50 = 15.00 \text{ kN/m}^2$

spinta statica massima dei liquami
 $10.00 \times 5.42 \times 1.50 = 81.30 \text{ kN/m}^2$

$$M_{\max} = 81.30 \times 5.42^2 / 6 = 398.06 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 15.00 \times 5.92 = 88.80 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

$$V_{\max} = 81.30 \times 5.42 / 2 = 220.30 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Il taglio ultimo per sezione priva di armatura a taglio vale $V_{Rd} = 228.52 \text{ kN} > V_{Ed}$

A.a.2. In concomitanza con l'azione sismica

Per quanto attiene la spinta dei liquidi l'azione sismica orizzontale, ai sensi dell'art. 7.11.6.2.1., sarà determinata con metodo pseudo statico considerando che nella vasca l'acqua possa raggiungere il livello massimo di m 5.42.

peso proprio muro
 $0.40 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 = 10.00 \text{ kN/m}^2$

spinta statica massima dei liquami
 $10.00 \times 5.42 = 54.20 \text{ kN/m}^2$

spinta dinamica proporzionale al peso proprio del muro
 $0.09 \times 0.40 \times 25 = 0.90 \text{ kN/m}^2$

spinta dinamica massima dei liquami
 $0.09 \times 5.42 \times 10 = 4.90 \text{ kN/m}^2$

$$M_{\max} = 0.90 \times 5.42^2 / 2 + (54.20 + 4.90) \times 5.42^2 / 6 = 302.60 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 10.00 \times 5.92 = 59.20 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI' DENITRIFICAZIONE**

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

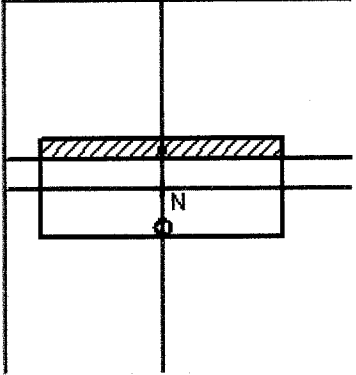
N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	36
2	5,65	4

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

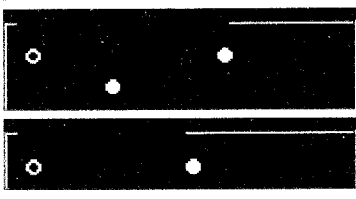
Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN

yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

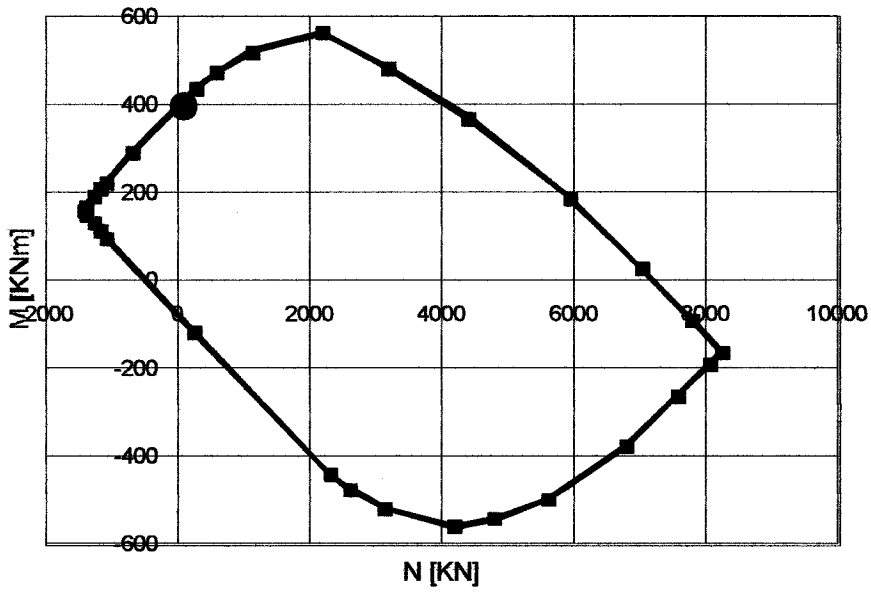
N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI' DENITRIFICAZIONE



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	88,8	398,06

Aggiunge

- M-NRd
- M-NEd

Valori

Infittisci punti

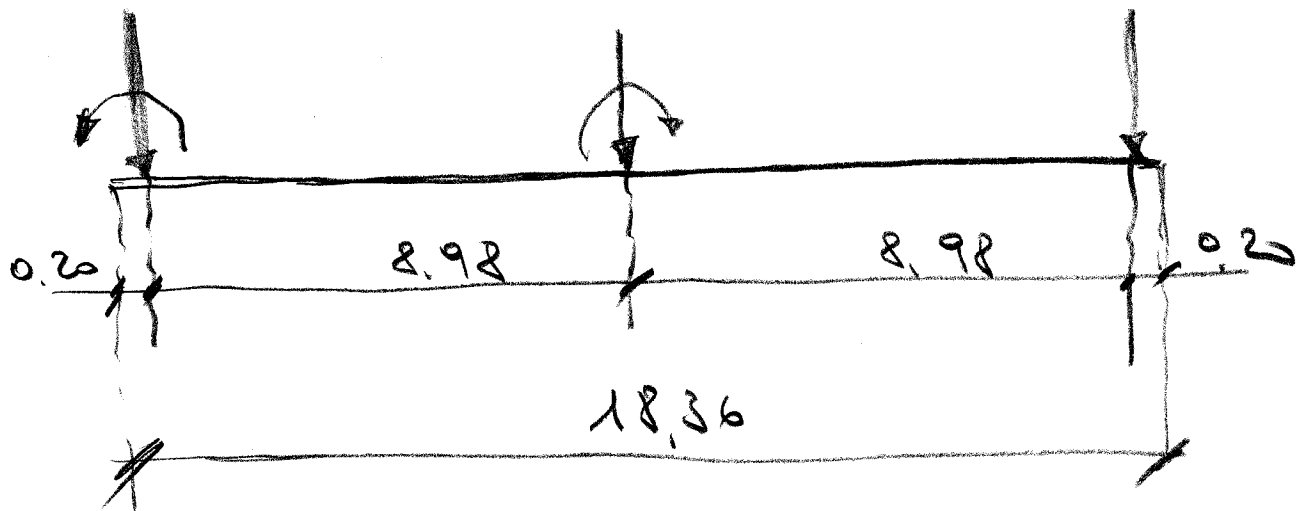
$$V_{\max} = 0.90 \times 5.92 + (54.20 + 4.90) \times 5.42 / 2 = 165.50 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Dal confronto dei risultati tra le due condizioni di carico si evince che quella più gravosa è rappresentata dalle normali condizioni di esercizio e pertanto ogni ulteriore verifica è superflua.

A.b. Platea di fondazione

Si effettua la verifica in concomitanza con l'azione del sisma adottando il modello di trave su suolo elastico alla Winkler con modulo del terreno $k = 0.05 \text{ N/mm}^3$.

Schema di calcolo:



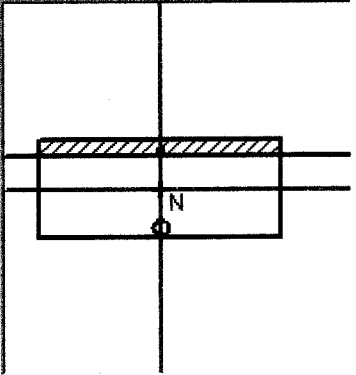
Titolo: **PLATEA DI BASE**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

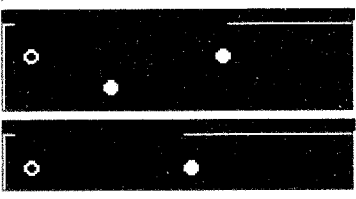
N°	As [cm²]	d [cm]
1	31,42	36
2	5,65	4



Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

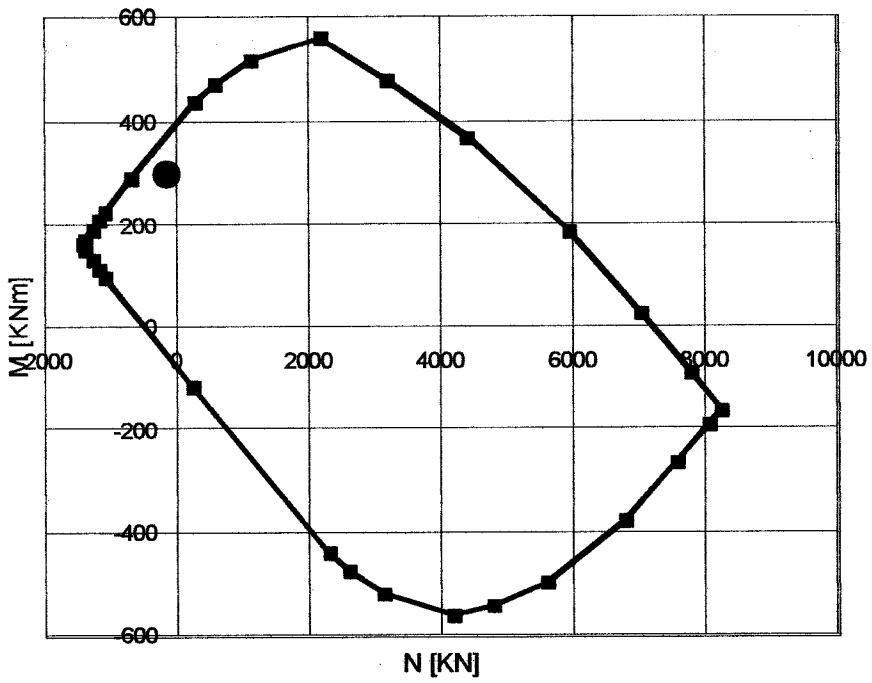


Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} $\sqrt{?}$
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_o cm Col. modello

Precompresso



■ M-NRd
 ● M-NEd

Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	-165,5	298,42

Aggiunge

Valori

Infittisci punti

TRAVE DI FONDAZIONE

Risoluzione delle equazioni della linea elastica
per trave di lunghezza finita su suolo elastico
secondo le ipotesi di Winkler.

RIFERIMENTO : ZERMANI_MONDOVI

DATI GENERALI E CARICHI

lunghezza	=	1836.00	(cm)
inerzia	=	533333.00	(cm ⁴)
base	=	100.00	(cm)
modulo elastico	=	31200.00	(N/mm ²)
costante di Winkler	=	0.05	(N/mm ³)
dist.sezioni	=	50.00	(cm)
coeff. \bar{A}	=	5.235272E-03	(1/cm)

n.car.	ascissa(m)	car.vert.(kN)	momento (kN.m)
1	0.200	59.20	-302.60
2	9.180	59.20	302.60
3	18.160	59.20	302.60

Rif.: ZERMANI_MONDOVI

pag.

DENITRIFICAZIONE

data: 23/02/12

PLATEA

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
1)	0.000	0.442	0.2210	0.00	0.00
2)	0.200	0.369	0.1846	-298.42	-18.64
3)	0.700	0.210	0.1049	-288.22	52.81
4)	1.200	0.093	0.0467	-251.35	89.84
5)	1.700	0.014	0.0072	-202.42	102.60
6)	2.200	-0.034	-0.0170	-151.36	99.60
7)	2.700	-0.060	-0.0299	-104.33	87.48
8)	3.200	-0.070	-0.0348	-64.59	71.06
9)	3.700	-0.070	-0.0349	-33.45	53.49
10)	4.200	-0.065	-0.0323	-10.98	36.62
11)	4.700	-0.058	-0.0290	3.43	21.28
12)	5.200	-0.052	-0.0258	10.59	7.63
13)	5.700	-0.047	-0.0234	11.29	-4.62
14)	6.200	-0.043	-0.0217	6.14	-15.86
15)	6.700	-0.041	-0.0206	-4.46	-26.43
16)	7.200	-0.038	-0.0190	-20.19	-36.35
17)	7.700	-0.032	-0.0159	-40.63	-45.17
18)	8.200	-0.019	-0.0097	-64.99	-51.74
19)	8.700	0.003	0.0014	-91.67	-54.08
20)	9.180	0.037	0.0184	-116.89	-49.62
21)	9.180	0.037	0.0184	185.71	-108.82
22)	9.680	0.068	0.0338	134.38	-95.25
23)	10.180	0.078	0.0391	91.29	-76.67
24)	10.680	0.075	0.0374	57.83	-57.31
25)	11.180	0.063	0.0314	33.63	-39.98
26)	11.680	0.045	0.0227	17.22	-26.38
27)	12.180	0.025	0.0127	6.46	-17.48
28)	12.680	0.005	0.0023	-1.12	-13.72
29)	13.180	-0.016	-0.0081	-8.13	-15.20

DENITRIFICAZIONE
PLATEA

data:23/02/12

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
30)	13.680	-0.036	-0.0179	-17.16	-21.74
31)	14.180	-0.053	-0.0264	-30.64	-32.88
32)	14.680	-0.065	-0.0325	-50.66	-47.71
33)	15.180	-0.069	-0.0347	-78.72	-64.71
34)	15.680	-0.062	-0.0310	-115.33	-81.45
35)	16.180	-0.037	-0.0186	-159.52	-94.28
36)	16.680	0.012	0.0058	-208.11	-98.04
37)	17.180	0.092	0.0459	-254.91	-85.83
38)	17.680	0.210	0.1050	-289.84	-48.96
39)	18.160	0.364	0.1821	-298.47	19.13
40)	18.360	0.437	0.2185	0.00	0.00

B. VASCA OSSIDAZIONE A FANGHI ATTIVI

I muri in elevazione vengono verificati come mensole incastrate sulla platea di base e completamente fuori terra. Il muro divisorio viene calcolato come quelli laterali assumendo per esso simmetricamente la armatura massima.

B.a. Muri di contenimento

B.a.1. In condizioni normali di esercizio

Analisi dei carichi:

peso proprio muro

$$0.40 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 \times 1.50 = 15.00 \text{ kN/m}^2$$

spinta statica massima dei liquami

$$10.00 \times 5.20 \times 1.50 = 78.00 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\max} = 78.00 \times 5.20^2 / 6 = 351.52 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 15.00 \times 5.70 = 85.50 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

$$V_{\max} = 78.00 \times 5.20 / 2 = 202.80 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Il taglio ultimo per sezione priva di armatura a taglio vale $V_{Rd} = 228.52 \text{ kN} > V_{Ed}$

B.a.2. In concomitanza con l'azione sismica

Per quanto attiene la spinta dei liquidi l'azione sismica orizzontale, ai sensi dell'art. 7.11.6.2.1., sarà determinata con metodo pseudo statico considerando che nella vasca l'acqua possa raggiungere il livello massimo di m 5.42.

peso proprio muro

$$0.40 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 = 10.00 \text{ kN/m}^2$$

spinta statica massima dei liquami

$$10.00 \times 5.20 = 52.00 \text{ kN/m}^2$$

spinta dinamica proporzionale al peso proprio del muro

$$0.09 \times 0.40 \times 25 = 0.90 \text{ kN/m}^2$$

spinta dinamica massima dei liquami

$$0.09 \times 5.20 \times 10 = 4.68 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\max} = 0.90 \times 5.42^2 / 2 + (54.20 + 4.90) \times 5.42^2 / 6 = 302.60 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 10.00 \times 5.92 = 59.20 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

$$V_{\max} = 0.90 \times 5.92 + (54.20 + 4.90) \times 5.42 / 2 = 165.50 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Dal confronto dei risultati tra le due condizioni di carico si evince che quella più gravosa è rappresentata dalle normali condizioni di esercizio e pertanto ogni ulteriore verifica è superflua.

Le sollecitazioni sono inferiori a quelle calcolate per la vasca di denitrificazione.

A parità di spessori e armature ogni ulteriore verifica è pertanto superflua.

B.b. Platea di fondazione

Si effettua la verifica in concomitanza con l'azione del sisma adottando il modello di trave su suolo elastico alla Winkler con modulo del terreno $k = 0.05 \text{ N/mm}^3$.

Per la platea valgono le stesse considerazioni già fatte per i muri in elevazione e, pertanto, ogni verifica è superflua.

C. SEDIMENTATORE

Dati generali:

diametro netto interno	\varnothing_i	=	20.00 m
diametro esterno	\varnothing_e	=	20.60 m
diametro medio	\varnothing_m	=	20.30 m
spessore della parete	s	=	0.30 m
altezza netta totale a ridosso della parete laterale	H	=	3.60 m
livello delle acque reflue	h_r	=	3.00 m
densità delle acque	g_a	=	10.00 kN/m ³

C.1. Calcolo in condizioni normali di esercizio allo SLU

C.1.a. Paramento esterno

Paralleli in regime di membrana

Spinta statica dell'acqua sull'altezza h_r :

$$Q_s = 1.50 \times 10.00 \times 3.00^2 / 2 = 67.50 \text{ kN}$$

$$T_{Ed} = Q_s \times \varnothing_m / 2 = 67.50 \times 10.15 = 685.13 \text{ kN}$$

Sezione totale dell'acciaio:

$$A_f = 685.13 \times 10 / (391.30 / 2) = 35.02 \text{ cm}^2$$

Con lo scopo di limitare l'ampiezza delle fessure si è limitato il tasso di lavoro dell'acciaio al valore $f_{yk}/2$.

La sezione complessiva dell'acciaio si ripartisce secondo tratti di parabola di equazione:

$$A_f = 3.715 \times h_r^2 \times \varnothing_m \times 10^2 / 1957$$

Dopo aver suddiviso l'altezza h_r in n. 4 tratti ciascuno dell'altezza di m 0.75, si ottiene, partendo dall'alto:

$$\text{nel I}^\circ \text{ tratto } A_1 = 371.50 \times 0.75^2 \times 20.30 / 1957 = 2.17 \text{ cm}^2$$

$$\text{fino al II}^\circ \text{ tratto } A_2 = 371.50 \times 1.50^2 \times 20.30 / 1957 = 8.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{fino al III}^\circ \text{ tratto } A_3 = 371.50 \times 2.25^2 \times 20.30 / 1957 = 19.51 \text{ cm}^2$$

$$\text{fino al IV}^\circ \text{ tratto } A_4 = 371.50 \times 3.00^2 \times 20.30 / 1957 = 34.68 \text{ cm}^2$$

Ipotizzando di utilizzare barre $\varnothing 12$ con $A_f = 1.13 \text{ cm}^2$ e barre $\varnothing 8$ con $A_f = 0.50 \text{ cm}^2$ si ottiene la seguente distribuzione delle armature

Nel IV° tratto:

$$n_4 = (A_4 - A_3) / A_f = (34.68 - 19.51) / 1.13 = 14 \varnothing 12 = 15.82 \text{ cm}^2$$

Nel III° tratto:

$$n_3 = (A_3 - A_2) / A_f = (19.51 - 8.67) / 1.13 = 10 \varnothing 12 = 11.30 \text{ cm}^2$$

Nel II° tratto:

$$n_2 = (A_2 - A_1) / A_f = (8.67 - 2.17) / 1.13 = 6 \text{ } \varnothing 12 = 6.78 \text{ cm}^2$$

Nel I° tratto:

$$n_1 = A_1 / A_f = 2.17 / 0.50 = 9 \text{ } \varnothing 8 = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area totale dell'armatura} = 38.40 \text{ cm}^2$$

Meridiani come travi su suolo elastico

La vasca è incernierata sul solettone di base per cui risultano nulli gli spostamenti orizzontali del bordo inferiore ma non le rotazioni.

Modulo del suolo elastico costituito dai paralleli:

$$k = E_{cs} / \varnothing_m^2 = 31200 \times 300 / (10.15^2 \times 10^6) = 0.091 \text{ N/mm}^3 = 9.10 \text{ kg/cm}^3$$

$$\alpha = (kxb / (4xE_c \times J))^{0.25} = [9.10 \times 100 / (4 \times 312000 \times 2250)]^{0.25} = 0.0239 \text{ cm}^{-1}$$

Lunghezza d'onda:

$$l = 2\pi / \alpha = 6.28 / 0.0239 = 263 \text{ cm}$$

La forza di contrasto alla base si determina con la formula:

$$H = (\beta \times g_a \times h_r \times \varnothing_m^2) / (2 \times \alpha \times E_c \times x_s)$$

dove $\beta = kb = 9.10 \text{ kg/cm}^2$ avendo fatto riferimento a una striscia di parete larga 1.

Sostituendo ai simboli i rispettivi valori numerici si ottiene:

$$H = 18.10 \text{ kN/m}$$

Risolvendo ora la trave su suolo elastico con un carico applicato all'estremità pari a 18.10 kN/m si ottiene:

$$M_{\max} = 2.35 \text{ kNm/m (x = 0.25 m)}$$

$$T_{\max} = 18.10 \text{ kN/m}$$

a. Verifica a pressoflessione nella sezione di momento massimo

$$M = 2.35 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N = 0.30 \times 3.60 \times 1.00 \times 25 - 0.47 \times 2.10 \times 0.30 \times 25 / 2.40 + 1.70 \times 0.20 \times 1.00 \times 25 + 0.45 \times 0.50 \times 10 = 37.60 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = 37.60 \text{ kN/m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$h = 26 \text{ cm}$$

$$A_f = 5 \text{ } \varnothing 10 / \text{m} = 3.93 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A'_f = 5 \text{ } \varnothing 10 / \text{m} = 3.93 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$x = 10.92 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = 0.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_f = 16.54 \text{ N/mm}^2$$

Spinotti di collegamento nella sezione di base

Lo sforzo di taglio viene assorbito da 5 \varnothing 12/m con sezione resistente a taglio di 5.65 cm²/m.

$$\tau = 4 \times 18100 / (3 \times 565) = 385 \text{ N/mm}^2$$

SEDIMENTATORE
MERIDIANI

data:24/02/201

TRAVE DI FONDAZIONE

Risoluzione delle equazioni della linea elastica
per trave di lunghezza finita su suolo elastico
secondo le ipotesi di Winkler.

RIFERIMENTO : MONDOVI' _MERIDIANI

DATI GENERALI E CARICHI

lunghezza	=	360.00	(cm)
inerzia	=	2250.00	(cm ⁴)
base	=	100.00	(cm)
modulo elastico	=	31200.00	(N/mm ²)
costante di Winkler	=	0.09	(N/mm ³)
dist.sezioni	=	25.00	(cm)
coeff. \bar{A}	=	2.385949E-02	(1/cm)

n.car.	ascissa(m)	car.vert.(kN)	momento (kN.m)
1	0.000	18.10	0.00

Rif.:MONDOVI' _MERIDIANI

pag.

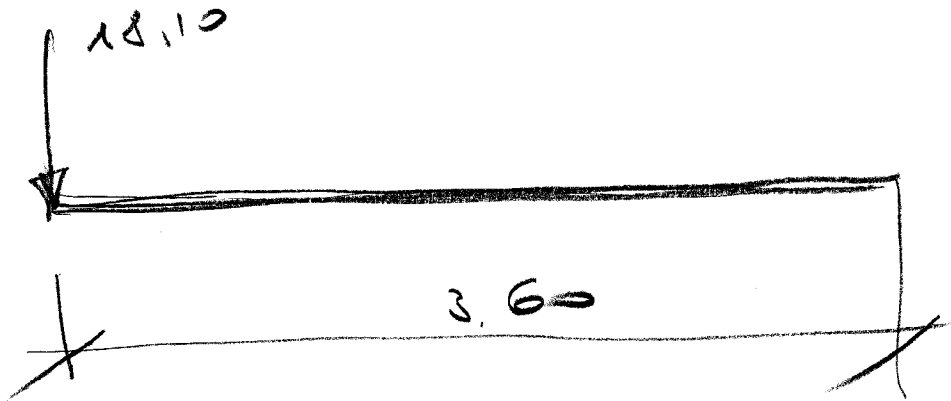
SEDIMENTATORE

data:24/02/201

MERIDIANI

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
1)	0.000	0.095	0.0864	0.00	0.00
2)	0.000	0.095	0.0864	-0.00	-18.10
3)	0.250	0.043	0.0394	-2.35	-2.65
4)	0.500	0.011	0.0097	-2.14	3.08
5)	0.750	-0.003	-0.0031	-1.24	3.61
6)	1.000	-0.006	-0.0058	-0.48	2.35
7)	1.250	-0.005	-0.0043	-0.06	1.05
8)	1.500	-0.002	-0.0022	0.09	0.24
9)	1.750	-0.001	-0.0007	0.10	-0.10
10)	2.000	0.000	0.0000	0.06	-0.16
11)	2.250	0.000	0.0002	0.03	-0.12
12)	2.500	0.000	0.0002	0.01	-0.06
13)	2.750	0.000	0.0001	-0.00	-0.02
14)	3.000	0.000	0.0000	-0.00	0.00
15)	3.250	-0.000	-0.0000	-0.00	0.01
16)	3.600	-0.000	-0.0000	0.00	0.00

$$k = 0,091$$



$$n_2 = (A_2 - A_1) / A_f = (8.67 - 2.17) / 1.13 = 6 \text{ } \varnothing 12 = 6.78 \text{ cm}^2$$

Nel I° tratto:

$$n_1 = A_1 / A_f = 2.17 / 0.50 = 9 \text{ } \varnothing 8 = 4.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area totale dell'armatura} = 38.40 \text{ cm}^2$$

Meridiani come travi su suolo elastico

La vasca è incernierata sul solettone di base per cui risultano nulli gli spostamenti orizzontali del bordo inferiore ma non le rotazioni.

Modulo del suolo elastico costituito dai paralleli:

$$k = E_c s / \varnothing_m^2 = 31200 \times 300 / (10.15^2 \times 10^6) = 0.091 \text{ N/mm}^3 = 9.10 \text{ kg/cm}^3$$

$$\alpha = (kxb / (4xE_c x J))^{0.25} = [9.10 \times 100 / (4 \times 31200 \times 2250)]^{0.25} = 0.0239 \text{ cm}^{-1}$$

Lunghezza d'onda:

$$l = 2\pi / \alpha = 6.28 / 0.0239 = 263 \text{ cm}$$

La forza di contrasto alla base si determina con la formula:

$$H = (\beta x g_a x h_r x \varnothing_m^2) / (2 x \alpha x E_c x s)$$

dove $\beta = kb = 9.10 \text{ kg/cm}^2$ avendo fatto riferimento a una striscia di parete larga 1.

Sostituendo ai simboli i rispettivi valori numerici si ottiene:

$$H = 18.10 \text{ kN/m}$$

Risolvendo ora la trave su suolo elastico con un carico applicato all'estremità pari a 18.10 kN/m si ottiene:

$$M_{\max} = 2.35 \text{ kNm/m (x = 0.25 m)}$$

$$T_{\max} = 18.10 \text{ kN/m}$$

a. Verifica a pressoflessione nella sezione di momento massimo

$$M = 2.35 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N = 0.30 \times 3.60 \times 1.00 \times 25 - 0.47 \times 2.10 \times 0.30 \times 25 / 2.40 + 1.70 \times 0.20 \times 1.00 \times 25 + 0.45 \times 0.50 \times 10 = 37.60 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = 37.60 \text{ kN/m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm}$$

$$h = 26 \text{ cm}$$

$$A_f = 5 \text{ } \varnothing 10 / \text{m} = 3.93 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A'_f = 5 \text{ } \varnothing 10 / \text{m} = 3.93 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Spinotti di collegamento nella sezione di base

Lo sforzo di taglio viene assorbito da 5 \varnothing 12/m con sezione resistente a taglio di 5.65 cm²/m.

$$\tau = 4 \times 18100 / (3 \times 565) = 385 \text{ N/mm}^2$$

C.1.b. Solettone di fondo

Si effettua il calcolo come trave su suolo elastico della lunghezza pari al diametro della vasca e soggetta agli estremi a carichi verticali uguali a quelli trasmessi dalle pareti della vasca $Q = 1.50 \times 37.60 = 56.40 \text{ kN/m}$.

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI SEDIMENTATORE**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3,93	26
2	3,93	4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN

yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} $\sqrt{?}$

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

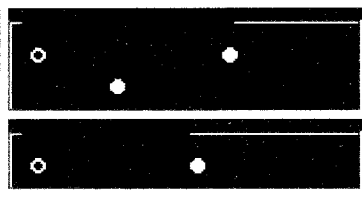
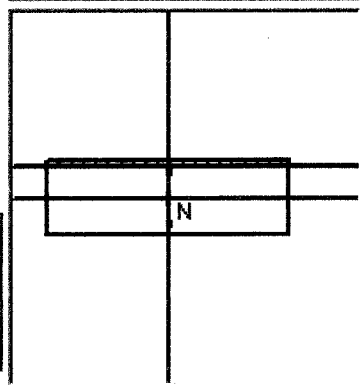
ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ



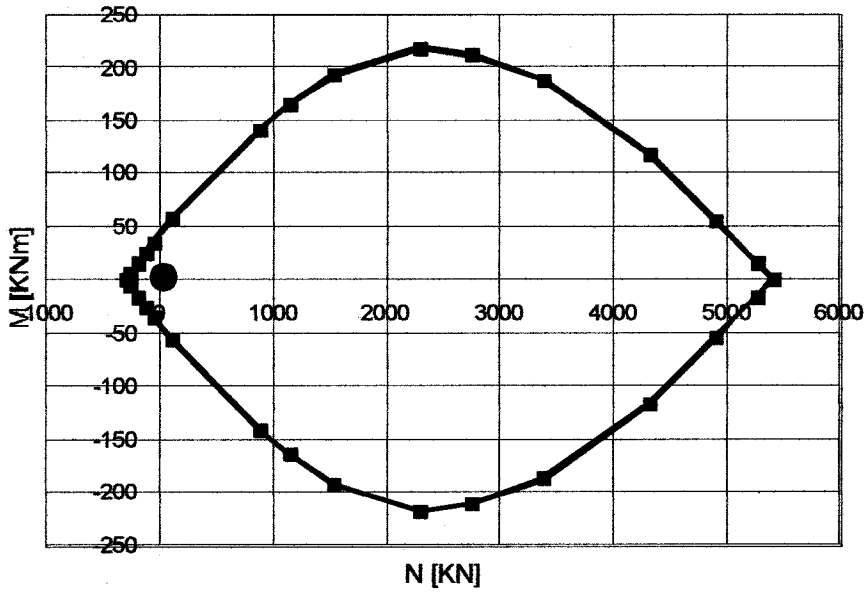
N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI'_ SEDIMENTATORE



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	37,6	2,35

Aggiunge

- M-NRd
- M-NEd

Valori

Infittisci punti

SEDIMENTATORE
PLATEA

data:24/02/201

TRAVE DI FONDAZIONE

Risoluzione delle equazioni della linea elastica
per trave di lunghezza finita su suolo elastico
secondo le ipotesi di Winkler.

RIFERIMENTO : DEPURAZIONE MONDOVI'

DATI GENERALI E CARICHI

lunghezza	=	2100.00	(cm)
inerzia	=	2250.00	(cm ⁴)
base	=	100.00	(cm)
modulo elastico	=	31200.00	(N/mm ²)
costante di Winkler	=	0.05	(N/mm ³)
dist.sezioni	=	50.00	(cm)
coeff. \bar{A}	=	2.054203E-02	(1/cm)

n.car.	ascissa (m)	car.vert. (kN)	momento (kN.m)
1	0.350	56.40	0.00
2	20.650	56.40	0.00

PLATEA

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
1)	0.000	0.170	0.0850	0.00	0.00
2)	0.350	0.147	0.0736	5.03	28.14
3)	0.350	0.147	0.0736	5.03	-28.26
4)	0.850	0.053	0.0267	-1.74	-2.91
5)	1.350	0.001	0.0004	-1.29	2.54
6)	1.850	-0.007	-0.0033	-0.25	1.32
7)	2.350	-0.003	-0.0013	0.07	0.16
8)	2.850	-0.000	-0.0001	0.06	-0.11
9)	3.350	0.000	0.0001	0.01	-0.06
10)	3.850	0.000	0.0001	-0.00	-0.01
11)	4.350	0.000	0.0000	-0.00	0.00
12)	4.850	-0.000	-0.0000	-0.00	0.00
13)	5.350	-0.000	-0.0000	0.00	0.00
14)	5.850	-0.000	-0.0000	0.00	-0.00
15)	6.350	0.000	0.0000	0.00	-0.00
16)	6.850	0.000	0.0000	-0.00	-0.00
17)	7.350	0.000	0.0000	-0.00	0.00
18)	7.850	-0.000	-0.0000	-0.00	0.00
19)	8.350	-0.000	-0.0000	0.00	0.00
20)	8.850	-0.000	-0.0000	0.00	-0.00
21)	9.350	0.000	0.0000	0.00	-0.00
22)	9.850	0.000	0.0000	-0.00	-0.00
23)	10.350	0.000	0.0000	-0.00	-0.00
24)	10.850	0.000	0.0000	-0.00	0.00
25)	11.350	0.000	0.0000	0.00	0.00
26)	11.850	0.000	0.0000	0.00	0.00
27)	12.350	-0.000	-0.0000	0.00	0.00
28)	12.850	-0.000	-0.0000	-0.00	-0.00
29)	13.350	-0.000	-0.0000	-0.00	-0.00

SEDIMENTATORE
PLATEA

data:24/02/201

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
30)	13.850	0.000	0.0000	-0.00	-0.00
31)	14.350	0.000	0.0000	0.00	0.00
32)	14.850	0.000	0.0000	0.00	0.00
33)	15.350	-0.000	-0.0000	0.00	0.00
34)	15.850	-0.000	-0.0000	-0.00	-0.00
35)	16.350	-0.000	-0.0000	-0.00	-0.00
36)	16.850	0.000	0.0000	-0.00	-0.00
37)	17.350	0.000	0.0001	0.00	0.02
38)	17.850	0.000	0.0001	0.03	0.09
39)	18.350	-0.001	-0.0004	0.08	0.07
40)	18.850	-0.004	-0.0021	0.01	-0.50
41)	19.350	-0.006	-0.0032	-0.58	-1.98
42)	19.850	0.014	0.0072	-1.75	-1.86
43)	20.650	0.147	0.0736	5.03	28.26
44)	20.650	0.147	0.0736	5.03	-28.14
45)	21.000	0.170	0.0850	0.00	0.00

Rif.:DEPURAZIONE MONDOVI'

pag.

Titolo: **DEPURAZIONE NONDOVI' PLATEA SEDIMENTATORE**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,51	26
2	2,51	4

Sollecitazioni

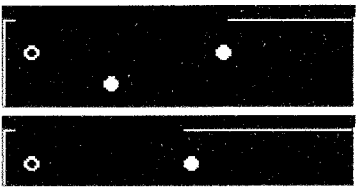
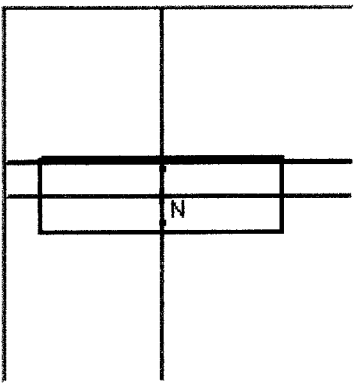
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

M_{xRd} kN m

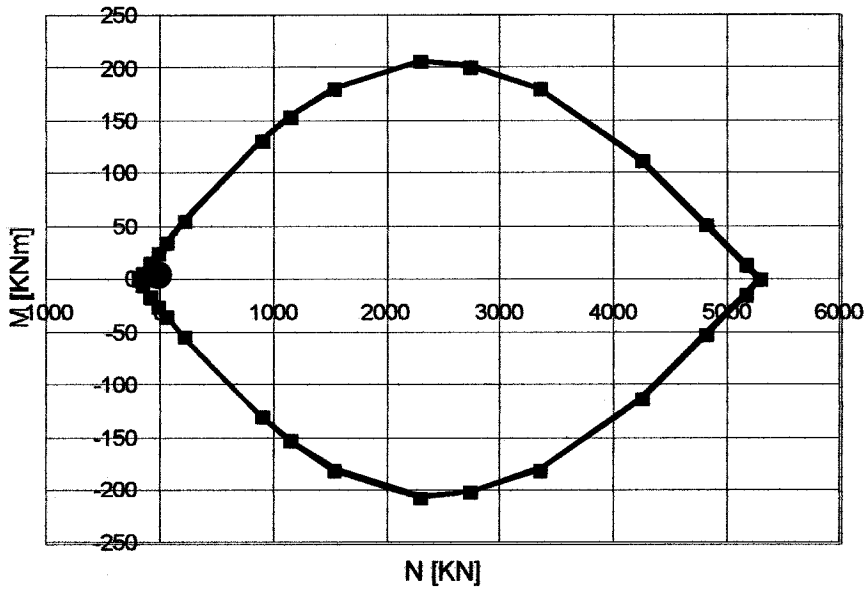
σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

N° rett.

L_o cm

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI'_PLATEA SEDIMENTATORE



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	-18,1	5,03

Aggiunge

- M-NRd
- M-NEd

Valori

Infittisci punti

$$A_f = A'_f = 5 \text{ Ø } 8/\text{m} = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

C.2. Sotto l'azione del sisma

Si applicano gli stessi criteri adottati per le vasche rettangolari per cui $S_c(T) = 0.09$.

C.2.a. Paramento esterno

Paralleli in regime di membrana

Spinta statica dell'acqua sull'altezza h_f :

$$Q_s = 10.00 \times 3.00^2 / 2 = 45.00 \text{ kN}$$

Spinta dinamica dell'acqua:

$$Q_d = 0.09 \times 45.00 = 4.10 \text{ kN}$$

$$T_{Ed} = (Q_s + Q_d) \times \text{Ø} / 2 = 49.10 \times 10.15 = 498.40 \text{ kN}$$

Il valore così calcolato è inferiore a quello ottenuto in condizioni normali di esercizio e pertanto per tutte le verifiche si rimanda al punto C.1.

D. CLORAZIONE

I muri in elevazione vengono verificati come mensole incastrate sulla platea di base. La vasca è quasi completamente interrata ma, poiché la spinta dell'acqua è largamente superiore a quella del terreno, si effettuano le verifiche solo sotto l'azione della spinta dell'acqua e poi si adottano armature simmetriche.

D.a. Muri di contenimento

D.a.1. In condizioni normali di esercizio

Analisi dei carichi:

peso proprio muro

$$0.25 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 \times 1.50 = 9.40 \text{ kN/m}^2$$

spinta statica massima dei liquami

$$10.00 \times 2.35 \times 1.50 = 35.25 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\max} = 35.25 \times 2.35^2 / 6 = 32.45 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 9.40 \times 2.55 = 24.00 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

$$V_{\max} = 35.25 \times 2.35 / 2 = 41.40 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Il taglio ultimo per sezione priva di armatura a taglio vale $V_{Rd} = 56.60 \text{ kN} > V_{Ed}$

D.a.2. In concomitanza con l'azione sismica

Per quanto attiene la spinta dei liquidi l'azione sismica orizzontale, ai sensi dell'art. 7.11.6.2.1., sarà determinata con metodo pseudo statico considerando che nella vasca l'acqua possa raggiungere il livello massimo di m2.35.

peso proprio muro

$$0.25 \times 1.00 \times 1.00 \times 25 = 6.25 \text{ kN/m}^2$$

spinta statica massima dei liquami

$$10.00 \times 2.35 = 23.50 \text{ kN/m}^2$$

spinta dinamica proporzionale al peso proprio del muro

$$0.09 \times 0.25 \times 25 = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

spinta dinamica massima dei liquami

$$0.09 \times 2.35 \times 10 = 2.15 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{\max} = 0.60 \times 2.55^2 / 2 + (23.50 + 2.15) \times 2.35^2 / 6 = 25.5 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{\max} = 6.25 \times 2.55 = 15.95 \text{ kN/m} = N_{Ed}$$

$$V_{\max} = 0.60 \times 2.55 + (23.50 + 2.15) \times 2.35 / 2 = 31.65 \text{ kN/m} = V_{Ed}$$

Dal confronto dei risultati tra le due condizioni di carico si evince che quella più gravosa è rappresentata dalle normali condizioni di esercizio e pertanto ogni ulteriore verifica è superflua.

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI_PARETI CLORAZIONE**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	6,03	21
2	6,03	4

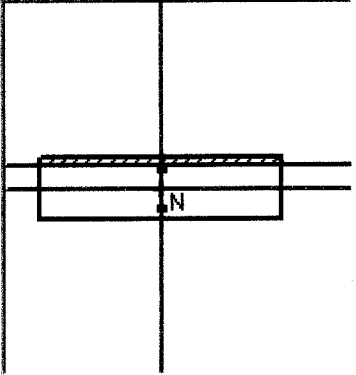
Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

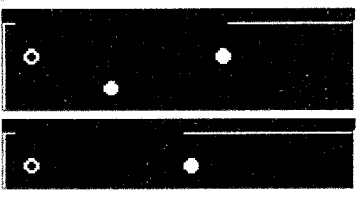
N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN



Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

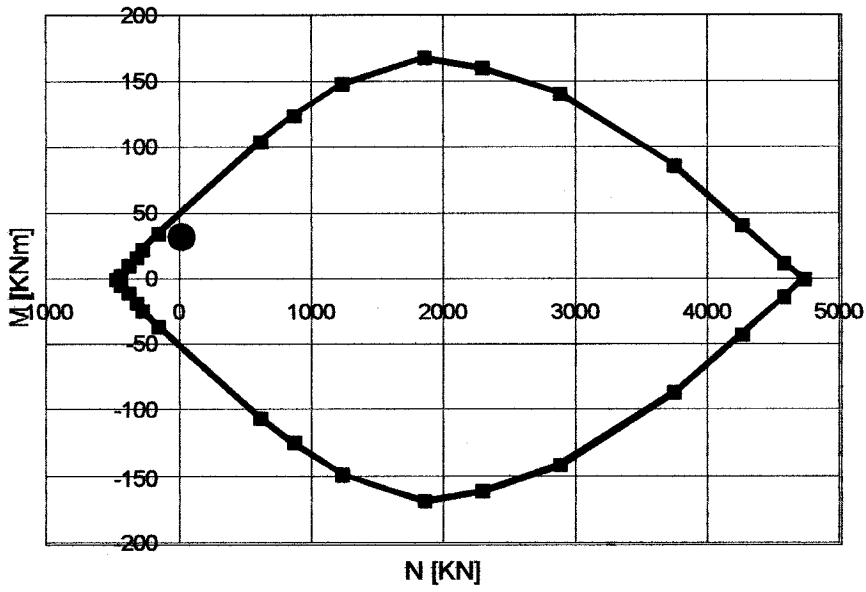
M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

N° rett.
Calcola MRd **Dominio M-N**
L_o cm **Col. modello**

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI' _PARETI CLORAZIONE



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	24	32,45

Aggiunge

- M-NRd
- M-NEd

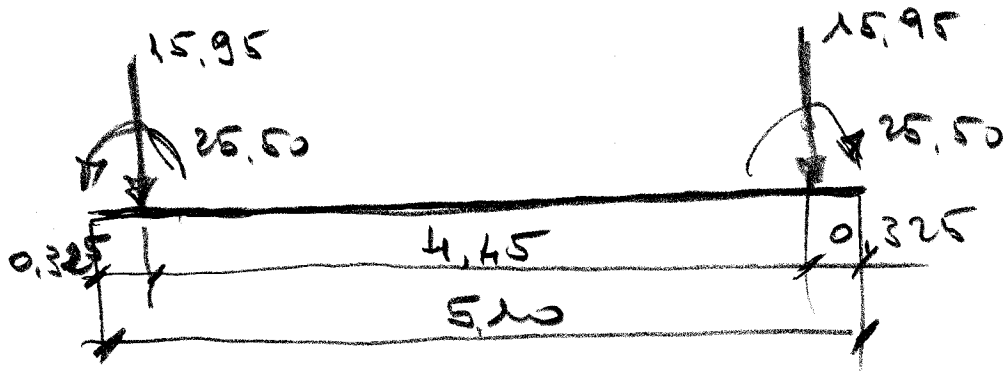
Valori

Infittisci punti

D.b. Platea di fondazione

Si effettua la verifica in concomitanza con l'azione del sisma adottando il modello di trave su suolo elastico alla Winkler con modulo del terreno $k = 0.05 \text{ N/mm}^3$.

Schema di calcolo:



$B = 100 \text{ cm}$

$H = 25 \text{ cm}$

$h = 21 \text{ cm}$

$m = 15$

$A_f = A'_f = 5 \text{ } \emptyset 10/m = 3.93 \text{ cm}^2/m$

CLORAZIONE
PLATEA

data:24/02/12

TRAVE DI FONDAZIONE

Risoluzione delle equazioni della linea elastica
per trave di lunghezza finita su suolo elastico
secondo le ipotesi di Winkler.

RIFERIMENTO : DEPURAZIONE MONDOVI'

DATI GENERALI E CARICHI

lunghezza	=	510.00	(cm)
inerzia	=	2250.00	(cm ⁴)
base	=	100.00	(cm)
modulo elastico	=	31200.00	(N/mm ²)
costante di Winkler	=	0.05	(N/mm ³)
dist.sezioni	=	50.00	(cm)
coeff. \bar{A}	=	2.054203E-02	(1/cm)

n.car.	ascissa(m)	car.vert.(kN)	momento (kN.m)
1	0.325	15.95	-25.50
2	4.775	15.95	25.50

PLATEA

n.	asc. (m)	ced. (cm)	pres. (N/mm ²)	momento (kN.m)	taglio (kN)
1)	0.000	0.363	0.1814	0.00	0.00
2)	0.325	0.113	0.0567	7.46	39.20
3)	0.325	0.113	0.0567	-18.04	23.25
4)	0.825	-0.072	-0.0362	-5.40	19.88
5)	1.325	-0.041	-0.0207	0.30	4.34
6)	1.825	-0.006	-0.0028	0.77	-0.95
7)	2.325	0.005	0.0026	0.26	-0.64
8)	2.825	0.005	0.0024	0.30	0.76
9)	3.325	-0.008	-0.0039	0.81	0.78
10)	3.825	-0.046	-0.0231	0.05	-5.44
11)	4.325	-0.069	-0.0347	-6.44	-21.66
12)	4.775	0.113	0.0567	-18.04	-23.25
13)	4.775	0.113	0.0567	7.46	-39.20
14)	5.100	0.363	0.1814	0.00	0.00

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI PLATEA**

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3,93	21
2	3,93	4

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

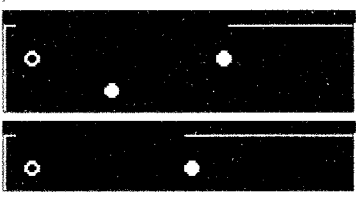
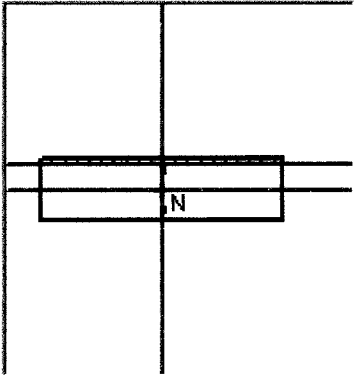
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

M_{xRd} kN m

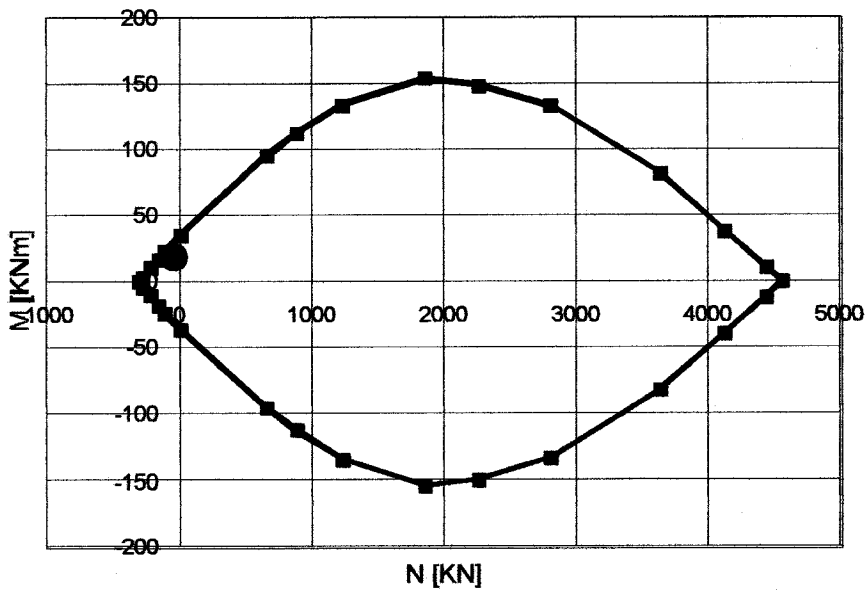
σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N
L_o cm Col. modello

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI' PLATEA



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	-41,4	18,04

Aggiunge

- M-NRd
- M-NEd

Valori

Infittisci punti

E. MANUFATTO INCROCIO LINEE

Il manufatto, per quanto di più ridotte dimensioni, ha le stesse caratteristiche di sollecitazione di resistenza della vasca di denitrificazione alla quale si rimanda quindi sia per il calcolo sia per gli spessori sia per le armature.

F. MANUFATTO PARTITORE

Con riferimento alle calcolazioni eseguite per le altre vasche, si evince che comunque la situazione più gravosa è sempre quella nelle normali condizioni di esercizio opportunamente incrementate dei coefficienti su cui si basano le verifiche allo SLU.

F.a. Pareti laterali

La parete più sollecitata viene assimilata a una lastra incastrata lungo il contorno sottoposta a carico triangolare.

Analisi dei carichi:

spinta idraulica

$$10 \times 5.35 \times 1.50 = 80.25 \text{ kN/m}^2$$

Dimensioni della lastra:

$$B = 4.20 \text{ m} \quad A = 5.70 \text{ m} \quad A/B = 1.35$$

$$M_{\max} = 0.50 \times (0.0354 + 0.0367) \times 80.25 \times 4.20^2 = 51.05 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 35 \text{ cm} \quad h = 31 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 4 \text{ } \varnothing 16 = 8.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

F.b. Platea

Analisi dei carichi:

peso proprio platea

$$4.90 \times 3.70 \times 0.35 \times 25 \times 1.50 = 237.95 \text{ kN}$$

peso proprio pareti laterali

$$(2 \times 2.50 + 2 \times 4.20 + 2 \times 0.85) \times 0.35 \times 5.70 \times 25 \times 1.5 = 1129.65 \text{ kN}$$

pareti interne

$$1.00 \times 8.20 \times 0.20 \times 25 \times 1.50 = 61.50 \text{ kN}$$

peso proprio liquame contenuto

$$(1.80 \times 4.20 + 1.00 \times 1.80) \times 5.70 \times 10 \times 1.50 = 800.30 \text{ kN}$$

$$Q = 2229.40 \text{ kN}$$

$$\sigma_t = 2229.40 / (4.90 \times 3.70) = 123 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma^*_t = (1129.65 + 61.50) / (4.90 \times 3.70) = 77 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{Ed} = 77 \times 3.35^2 / 12 = 72.00 \text{ kNm/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 35 \text{ cm} \quad h = 31 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 4 \text{ } \varnothing 16 = 8.04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI_PARETI PARTITORE**

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8,04	31
2	8,04	4

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

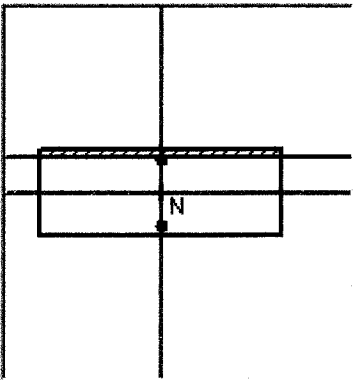
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord. [cm] xN

yN



Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

FeB44k **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd}

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kNm

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

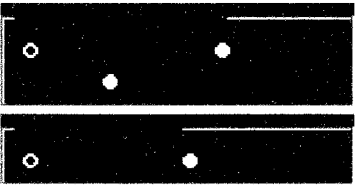
ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ



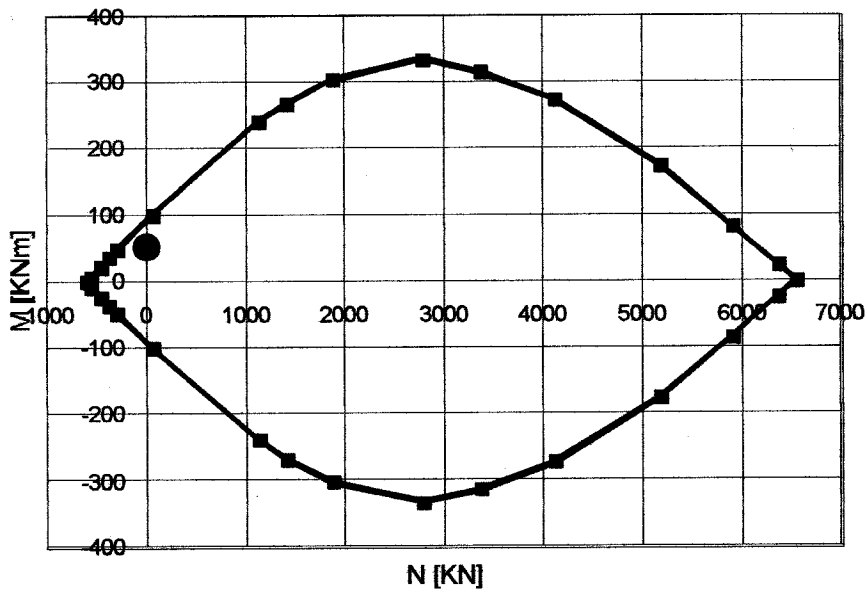
N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

DEPURAZIONE MONDOVI' _PARETI PARTITORE



Sollecitazioni

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	51,05

Aggiunge

■ M-NRd

● M-NEd

Valori

Infittisci punti

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI PLATEA PARTITORE**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8,04	31
2	8,04	4

Sollecitazioni

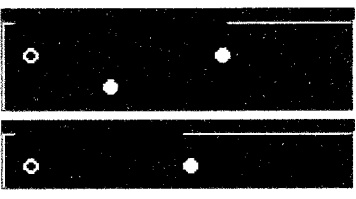
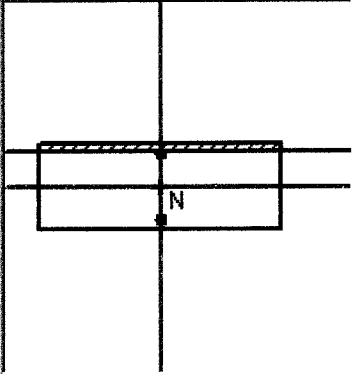
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}
 E_s N/mm² f_{cd}
 E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

N° rett.
Calcola MRd **Dominio M-N**
L_o cm **Col. modello**

Precompresso

G. RICICLO ED ESTRAZIONE FANGHI E SCHIUME DI SUPERO

Con riferimento alle calcolazioni eseguite per le altre vasche, si evince che comunque la situazione più gravosa è sempre quella nelle normali condizioni di esercizio opportunamente incrementate dei coefficienti su cui si basano le verifiche allo SLU. essendo la vasca completamente interrata si inserisce l'armatura simmetrica.

G.a. Pareti laterali

La parete più sollecitata viene assimilata a una mensola incastrata alla base sottoposta a carico triangolare.

Analisi dei carichi:

spinta idraulica

$$10 \times 4.50 \times 1.50 = 67.50 \text{ kN/m}^2$$

peso proprio parete

$$0.35 \times 5.25 \times 1.00 \times 25 \times 1.50 = 68.90 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = 67.50 \times 4.50^2 / 6 = 227.80 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 35 \text{ cm} \quad h = 31 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 8 \text{ } \emptyset 20 = 25.13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

G.b. Platea

Analisi dei carichi:

peso proprio platea

$$3.90 \times 0.35 \times 25 \times 1.00 \times 1.50 = 51.20 \text{ kN/m}$$

peso proprio pareti laterali

$$2 \times 5.25 \times 0.35 \times 25 \times 1.5 = 137.80 \text{ kN/m}$$

peso proprio liquame contenuto

$$1.00 \times 3.00 \times 4.50 \times 10 \times 1.50 = 202.50 \text{ kN/m}$$

$$Q = 391.50 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_t = 391.50 / (3.90 \times 1.00) = 100.40 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma^*_t = 137.80 / (3.90 \times 1.00) = 35.35 \text{ kN/m}^2$$

La platea viene verificata per l'azione del momento flettente trasmesso dalla parete.

$$M_{Ed} = 227.80 \text{ kNm/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 35 \text{ cm} \quad h = 31 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 8 \text{ } \emptyset 20 = 25.13 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI' PARETI LATERALI RICICLO FANGHI**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25,13	31
2	25,13	4

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

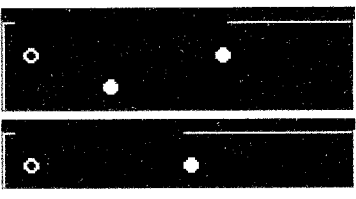
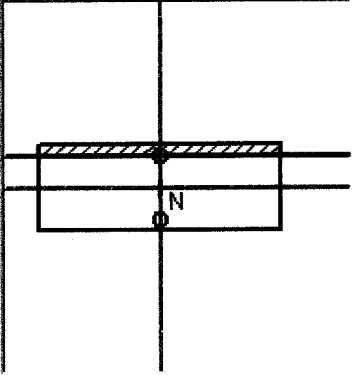
Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN

yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N

L_o cm | Col. modello

Precompresso

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI - PLATEA RICLO FANGHI**

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25,13	31
2	25,13	4

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

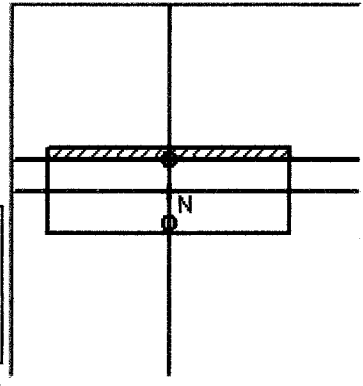
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN

yN



Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc} / f_{cd}

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co}

τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

N° rett.

Calcola MRd | Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

H. VASCA CONTENIMENTO COAGULANTI

Con riferimento alle calcolazioni eseguite per le altre vasche, si evince che comunque la situazione più gravosa è sempre quella nelle normali condizioni di esercizio opportunamente incrementate dei coefficienti su cui si basano le verifiche allo SLU.

H.a. Pareti laterali

La parete più sollecitata viene assimilata a una mensola incastrata alla base sottoposta a carico triangolare.

Analisi dei carichi:

spinta idraulica

$$10 \times 1.20 \times 1.50 = 18.00 \text{ kN/m}^2$$

peso proprio parete

$$0.20 \times 1.20 \times 1.00 \times 25 \times 1.50 = 9.00 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = 18.00 \times 1.20^2 / 6 = 4.32 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$$

$$N_{Ed} = 9.00 \times 1.20 = 10.80 \text{ kN/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 20 \text{ cm} \quad h = 16 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 5 \text{ } \emptyset 8 = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

H.b. Platea

Analisi dei carichi:

peso proprio platea

$$4.30 \times 0.20 \times 25 \times 1.00 \times 1.50 = 32.25 \text{ kN/m}$$

peso proprio pareti laterali

$$2 \times 1.20 \times 0.20 \times 25 \times 1.5 = 18.00 \text{ kN/m}$$

peso proprio coagulante contenuto

$$1.00 \times 1.20 \times 1.00 \times 10 \times 1.50 = 18.00 \text{ kN/m}$$

$$Q = 68.25 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_t = 68.25 / (4.30 \times 1.00) = 15.90 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma^*_t = 18.00 / (4.30 \times 1.00) = 4.20 \text{ kN/m}^2$$

La platea viene verificata per l'azione del momento flettente trasmesso dalla parete.

$$M_{Ed} = 4.32 \text{ kNm/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad H = 20 \text{ cm} \quad h = 16 \text{ cm} \quad m = 15$$

$$A_f = A'_f = 5 \text{ } \emptyset 8 / \text{m} = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI' PARETI VASCA COAGULANTI**

N° strati barre Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

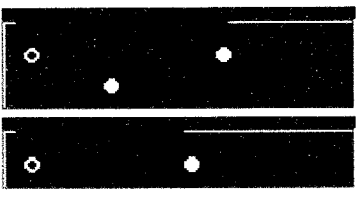
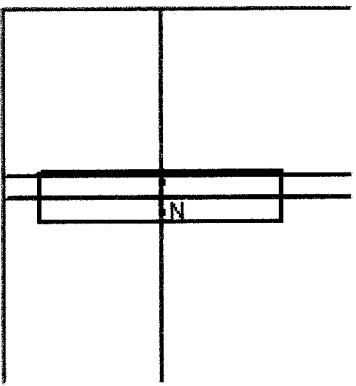
N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,51	16
2	2,51	4

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C		C30/37	
ϵ_{su}	<input type="text"/>	ϵ_{c2}	<input type="text"/>
f_{yd}	<input type="text"/>	ϵ_{cu}	<input type="text"/>
E_s	<input type="text"/>	f_{cd}	<input type="text"/>
E_s/E_c	<input type="text"/>	f_{cc} / f_{cd}	<input type="text"/>
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1,957"/>	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="11,5"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/>	τ_{co}	<input type="text" value="0,6933"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2,029"/>

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

N° rett.
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_o cm Col. modello

Precompresso

Titolo: **DEPURAZIONE MONDOVI PLATEA VASCA COAGULANTI**

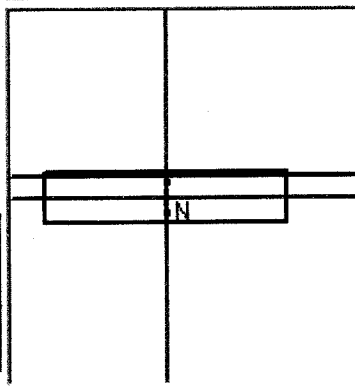
N° strati barre Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,51	16
2	2,51	4



Sollecitazioni

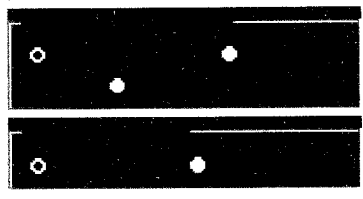
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

FeB44k **C30/37**

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu}
E_s N/mm² f_{cd}
E_s/E_c f_{cc} / f_{cd} $\sqrt{?}$
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{c1}

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

N° rett.
Calcola MRd **Dominio M-N**
L_o cm **Col. modello**

Precompresso