



MARZO 2022

PALLADIO TEAM FORNOVO S.R.L.

IMPIANTO DI SMALTIMENTO RIFIUTI SPECIALI NON
PERICOLOSI SITO IN LOCALITÀ MONTE ARDONE NEL
COMUNE DI FORNOVO DI TARO (PR)

PROGETTO DI AMPLIAMENTO PER OPERAZIONI D1 E D15

PERMESSO DI COSTRUIRE RELAZIONE OPERE STRUTTURALI

Montana

Progettisti

Ing. Alberto Angeloni (Ord. Ingegneri PV Milano n. 20024)

Geol. Pietro Simone (Ord. geologi della Lombardia n.1030)

Codice elaborato

2582_3937_R06_A28_PDC_R07_P01 STRUTT



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2582_3937_R06_A28_PDC_R07_Rev1_STRUTT	03/2022	Prima emissione	G.d.L.	PS	A. Angeloni
2582_3937_R06_A28_PDC_R07_Rev0_STRUTT	04/2021	Prima emissione	G.d.L.	PS	A. Angeloni



Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Alberto Angeloni	Direttore Tecnico e firmatario del progetto	Ord. Ing. Prov. MI, nr. A20024
Piero Simone	Geologo e firmatario del progetto	Ord. Geologi Lombardia, nr. 1030
Mauro Scudu	Geologo – coordinamento progetto	Ord. Geologi Sardegna, nr. A757
Mauro Aires	Progettista opere strutturali	Ordine degli Ingegneri di Torino 9584J



Montana S.p.A.

Via Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano
P.Iva 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 € Tel. +39 02 54 11 81 73
Fax +39 02 54 12 98 90
www.montanambiente.com



INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	UBICAZIONE DEL PROGETTO	6
2.1	INQUADRAMENTO CATASTALE	6
3.	DESCRIZIONE OPERE STRUTTURALI IN PROGETTO	7
4.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
5.	MATERIALI UTILIZZATI	10
5.1	BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI	10
5.2	VASCA PERCOLATO	11
6.	TERRENI DI FONDAZIONE	14
7.	DATI DI DEFINIZIONE PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURE	15
8.	ANALISI DELLE AZIONI E DEI CARICHI	16
8.1	BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI	16
8.2	VASCA PERCOLATO	16
9.	RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	18
9.1	BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI	20
9.1.1	Verifiche strutturali piastra di base	20
9.1.2	Verifiche geotecniche piastra di base	22
9.2	VERIFICA CORDOLO ANTISCORRIMENTO	26
9.3	VASCA PERCOLATO	28
9.3.1	Verifiche strutturali piastra di base esistente	28
9.3.2	Verifiche geotecniche piastra di base	29
9.3.3	Verifiche strutturali fondazioni muri prefabbricati vasca	33
10.	DIMENSIONAMENTO PARETI	35
11.	DIMENSIONAMENTO TRALICCIO COPERTURA VASCA STOCCAGGIO PERCOLATO	36
11.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI PROFILI IN ACCIAIO	36
11.2	VERIFICHE CARPENTERIA	37

ELABORATI GRAFICI

- TAVOLA 01 - Stato di progetto area servizi - progetto architettonico baia rifiuti
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T01_Rev0_BAIA_ARC)
- TAVOLA 02 - Stato di progetto area servizi - progetto strutturale baia rifiuti
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T02_Rev0_BAIA_STR)
- TAVOLA 03 - Stato di progetto area servizi - progetto strutturale vasca percolato
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T03_Rev0_VASCA_STR)
- TAVOLA 04 - Stato di progetto area servizi – tipologici elementi prefabbricati baia
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T04_Rev0_PREFAR_BAIA)
- TAVOLA 05 - Stato di progetto area servizi – tipologici elementi prefabbricati baia - armatura
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T05_Rev0_PREFAR_BAIA_ARMAT)
- TAVOLA 06 - Stato di progetto area servizi – tipologici elementi prefabbricati vasca -
armatura
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T06_Rev0_PREFAR_BAIA_ARMAT_A)
- TAVOLA 07 - Stato di progetto area servizi – tipologici elementi prefabbricati vasca -
armatura
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T07_Rev0_PREFAR_BAIA_ARMAT_B)
- TAVOLA 08 - Stato di progetto area servizi – tipologici elementi prefabbricati vasca -
armatura
(2582_3937_R06_A28_PDC_R07_T08_Rev0_PREFAR_BAIA_ARMAT_C)

ALLEGATI

- ALLEGATO 01 Verifiche carpenteria
(ALL. 01_2582_3937_R06_A28_PDC_R07_A1_Rev0_Verifiche Carpenteria)

1. PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto i lavori di adeguamento ed efficientamento dell'area servizi dell'impianto di smaltimento di rifiuti speciali non pericolosi (D1), sito in località Monte Ardone presso il comune di Fornovo di Taro (PR), che Palladio Team Fornovo S.r.l, gestore dell'impianto, intende realizzare. Nel dettaglio le opere strutturali previste a progetto sono:

- Realizzazione di una baia per lo stoccaggio/trasferimento dei terreni;
- Conversione della vasca di stoccaggio antincendio (attualmente da 700 m3) a vasca di stoccaggio percolato da circa 400 m3 (stoccaggio provvisorio, funzionale al conferimento off-site del percolato presso impianti di trattamento autorizzati).

Nell'ambito del progetto si prevede inoltre la realizzazione di impianti di trattamento delle acque meteoriche del piazzale e di un nuovo anello antincendio che prevedono la fornitura e posa in opera di vasche di volumetria massima 40 mc prefabbricate. Tali elementi strutturali sono della tipologia "prefabbricata" e non prevedono opere strutturali gettate in opera.

2. UBICAZIONE DEL PROGETTO

L'area di progetto si trova nella Provincia di Parma, più precisamente nel territorio comunale di Fornovo di Taro (PR), Strada Neviano de' Rossi n° 51 in località Monte Ardone. Il sito è attualmente interessato dall'attività di discarica per rifiuti speciali non pericolosi da parte del Proponente.

Come illustrato nella Figura 2.1, l'area di progetto è posta circa 3 Km a sud-est dell'abitato di Fornovo di Taro ad una quota di circa 270 m s.l.m. e circa 25 Km a sud-ovest dal capoluogo emiliano.



Figura 2.1: Vista satellitare sito di intervento

(quasi 3 km in linea d'aria dal limite della discarica al limite dell'abitato)

2.1 INQUADRAMENTO CATASTALE

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale del sito di progetto, l'area dell'impianto, inteso come corpo discarica ma anche zone di servizio, ricade nel Foglio 26, particelle 25, 26 (part), 27, 30, 42 (part.), 62 (part.), 67, 79, 81, 98, 102, 105, del comune di Fornovo di Taro. L'area servizi dell'impianto è realizzata, come da autorizzazione vigente, sulla viabilità esistente, costituita dalla strada vicinale del Rio Riccò.

3. DESCRIZIONE OPERE STRUTTURALI IN PROGETTO

Le opere strutturali previste a progetto consistono in:

- **Realizzazione di una baia per lo stoccaggio/trasferimento dei terreni.** La baia presenterà pareti perimetrali costituiti da elementi autostabili prefabbricati di altezza 2,70 mt posati su di una platea in cemento armato di spessore 30 cm avente anche la funzione di pavimentazione della baia. Nelle figure seguenti si riportano: il tipologico della baia di trasferimento dei terreni ed il dettaglio costruttivo relativo alla corretta posa dell'elemento verticale prefabbricato.

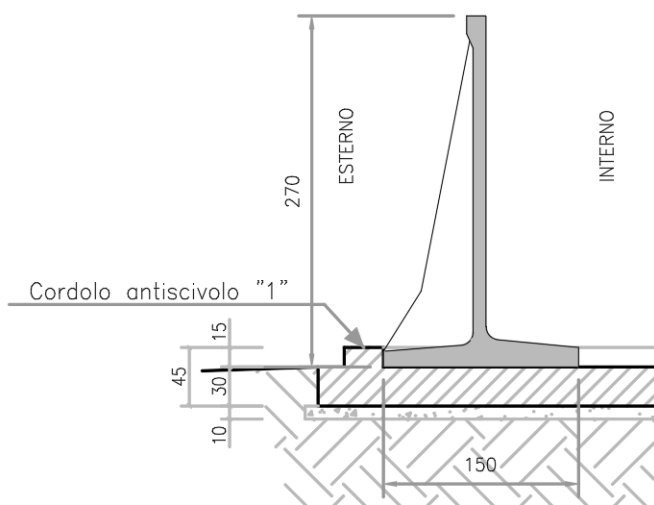


Figura n° 1: Tipologico baia di carico



Figura n° 2: Particolare posa elemento autostabile

- **Conversione della vasca di stoccaggio antincendio (attualmente da 700 m³) a vasca di stoccaggio percolato da circa 400 m³ (stoccaggio provvisorio, funzionale al conferimento off-site del percolato presso impianti di trattamento autorizzati).** La nuova vasca sarà realizzata all'interno della vasca esistente che non sarà smantellata. Si prevede la posa sulla platea costituente la pavimentazione della vasca antincendio di elementi prefabbricati autostabili di altezza massima 5,00 mt. Si prevede inoltre la copertura della nuova vasca di raccolta del percolato con teli in PVC fissati ad un graticcio costituito da putrelle in acciaio HEA140. Nella figura seguente si riporta la sezione della nuova vasca a progetto. Si evidenzia che sul fondo della vasca si prevede la realizzazione di un getto di calcestruzzo armato avente la funzione di creare le pendenze necessarie per convogliare il percolato verso il punto di raccolta, getto nel quale saranno inglobate le armature di ripresa delle pareti perimetrali della vasca in progetto.

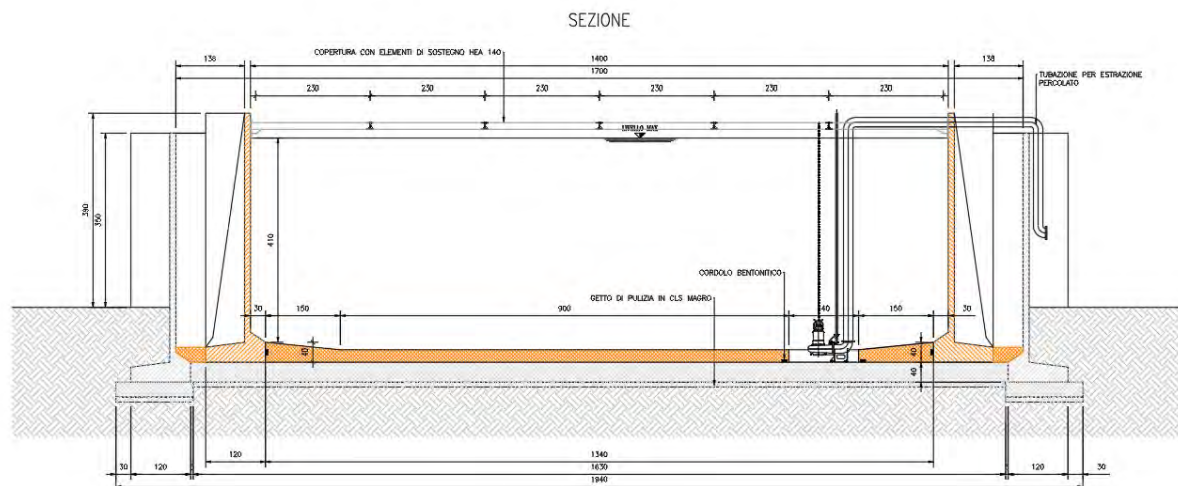


Figura n° 3: Sezione nuova vasca raccolta percolato

Nei capitoli seguenti si riportano le verifiche degli elementi gettati in opera [piastra di base baia di carico] e degli elementi strutturali esistenti che, a seguito della modifica delle destinazioni d'uso previste a progetto, saranno soggetti a nuovi schemi statici [fondazione vasca antincendio esistente].

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18: Sicurezza e prestazioni attese (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA): Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

EUROCODICE 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

5. MATERIALI UTILIZZATI

5.1 BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali da costruzione utilizzati per la piastra di fondazione della baia di trasferimento terreni, piastra gettata in opera.

- Calcestruzzo

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30	300	314472	Default (142941.64)	0.1	0.0025	0.00001

- Barre di armatura

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σamm.: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

5.2 VASCA PERCOLATO

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali da costruzione della piastra di fondazione della vasca antincendio esistente, struttura esistente e costituente la fondazione della vasca percolato prevista a progetto

- Calcestruzzo

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30	300	314472	Default (142941.64)	0.1	0.0025	0.00001

- Barre di armatura

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σamm.: tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

v: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α: coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

- Acciai da carpenteria

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: descrizione per norma.

$f_y(s \leq 40 \text{ mm})$: resistenza di snervamento f_y per spessori $\leq 40 \text{ mm}$. [daN/cm²]

$f_y(s > 40 \text{ mm})$: resistenza di snervamento f_y per spessori $> 40 \text{ mm}$. [daN/cm²]

$f_u(s \leq 40 \text{ mm})$: resistenza di rottura per trazione f_u per spessori $\leq 40 \text{ mm}$. [daN/cm²]

$f_u(s > 40 \text{ mm})$: resistenza di rottura per trazione f_u per spessori $> 40 \text{ mm}$. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	$f_y(s \leq 40 \text{ mm})$	$f_y(s > 40 \text{ mm})$	$f_u(s \leq 40 \text{ mm})$	$f_u(s > 40 \text{ mm})$
S235	S235	2350	2150	3600	3600

- Tasselli chimici

Proprietà geometriche

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Dnom: diametro nominale del connettore. [cm]

Lef: lunghezza effettiva dell'ancorante sottoposto a sollecitazione di taglio. [cm]

Hef: profondità effettiva di ancoraggio. [cm]

Df,max: diametro massimo del foro sull'elemento da fissare. [cm]

Smin: minimo interasse consentito. [cm]

Cmin: distanza minima dal bordo consentita. [cm]

Hmin: spessore minimo dell'elemento in calcestruzzo. [cm]

Descrizione	Dnom	Lef	Hef	Df,max	Smin	Cmin	Hmin
Chimico 16	1.6	1.5	13	1.8	6	6	10.2

Proprietà avanzate

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

NRk,s: resistenza caratteristica dell'ancorante per rottura a trazione dell'acciaio. [daN]

VRk,s: resistenza caratteristica dell'ancorante per rottura a taglio dell'acciaio. [daN]

γ_{McN} : coefficiente parziale di sicurezza per rottura del cono di calcestruzzo. Il valore è adimensionale.

γ_{McV} : coefficiente parziale di sicurezza per rottura per pryout o rottura del bordo del calcestruzzo. Il valore è adimensionale.

γ_{Msp} : coefficiente parziale di sicurezza per rottura per fessurazione del calcestruzzo. Il valore è adimensionale.

γ_{MsN} : coefficiente parziale di sicurezza per rottura dell'acciaio a trazione. Il valore è adimensionale.

γ_{MsV} : coefficiente parziale di sicurezza per rottura dell'acciaio a taglio. Il valore è adimensionale.

γ_{Mp} : coefficiente parziale di sicurezza per cedimento per sfilamento. Il valore è adimensionale.

Scr,sp: interasse necessario per garantire la trasmissione della resistenza a trazione caratteristica di un singolo ancorante nel caso di cedimento per fessurazione. [cm]

Ccr,sp: distanza dal bordo necessaria per garantire la trasmissione della resistenza a

trazione caratteristica di un singolo ancorante nel caso di cedimento per fessurazione.
[cm]

$\psi_{c,C30/37}$: fattore di incremento per N_{rkp} per calcestruzzo C30/37. Il valore è adimensionale.

$\psi_{c,C40/50}$: fattore di incremento per N_{rkp} per calcestruzzo C40/50. Il valore è adimensionale.

$\psi_{c,C50/60}$: fattore di incremento per N_{rkp} per calcestruzzo C50/60. Il valore è adimensionale.

τ_{Rk} : resistenza caratteristica combinata per cedimento per sfilamento e rottura del cono di calcestruzzo. [daN/cm²]

Classe bullone: classe bullone.

Descrizione	NRk,s	VRk,s	$\gamma_{Mc,N}$	$\gamma_{Mc,V}$	$\gamma_{Ms,p}$	$\gamma_{Ms,N}$	$\gamma_{Ms,V}$	γ_{Mp}	Scr,s,p	Ccr,s,p	$\psi_{c,C30/37}$	$\psi_{c,C40/50}$	$\psi_{c,C50/60}$	τ_{Rk}	Classe bullone
Chimico 16	6200	3100	2.1	1.5	2.1	1.4	1.5	2.1	45.7	22.8	1	1	1	75	EC 8.8

6. TERRENI DI FONDAZIONE

Dai sondaggi effettuati per lo studio del corpo scarica si è potuto verificare che il terreno di fondazione risulta costituito da "Argilla a Palombini" i cui parametri geotecnici alla base delle verifiche geotecniche delle opere di fondazione risultano essere i seguenti

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Natura geologica: natura geologica del terreno (granulare, coesivo, roccia).

Coesione (c'): coesione efficace del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu), per terreni eminentemente coesivi (argille). [daN/cm²]

Angolo di attrito interno ϕ : angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Angolo di attrito di interfaccia δ : angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cl. [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cl. compreso tra 0 ed 1. Il valore è adimensionale.

Coeff. di spinta K0: coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

γ naturale: peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm³]

γ saturo: peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm³]

E: modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Qualità roccia RQD (0;1): rock quality degree. Indice di qualità della roccia, assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore è adimensionale.

Descrizione	Natura geologica	Coesione (c')	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno ϕ	Angolo di attrito di interfaccia δ	Coeff. α di adesione della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	γ naturale	γ saturo	E	v	Qualità roccia RQD (0;1)
Argilla a palombini	Eminentemente Coesivo (Argille)	0	0.28	21	8	1	0.64	0.002	0.0021	510	0.25	0

Ai fini delle verifiche geotecniche, vista la particolarità dell'opera di fondazione [piastra di fondazione] si è considerato uno strato di spessore 5,00 mt.

7. DATI DI DEFINIZIONE PER DIMENSIONAMENTO STRUTTURE

Metodo di analisi	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	III
Vr	75
Tipo di analisi	Lineare statica
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
Località	Parma, Fornovo Di Taro, Banzola; Latitudine ED50 44,6756° (44° 40' 32"); Longitudine ED50 10,1424° (10° 8' 33"); Altitudine s.l.m. 325,85 m.
Categoria del suolo	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Ss orizzontale SLD	1.2
Tb orizzontale SLD	0.123 [s]
Tc orizzontale SLD	0.37 [s]
Td orizzontale SLD	1.853 [s]
Ss orizzontale SLV	1.2
Tb orizzontale SLV	0.135 [s]
Tc orizzontale SLV	0.376 [s]
Td orizzontale SLV	1.914 [s]
Ss verticale	1
Tb verticale	0.05 [s]
Tc verticale	0.15 [s]
Td verticale	1 [s]
St	1
PVr SLO (%)	81
Tr SLO	45.16
Ag/g SLO	0.0632
Fo SLO	2.472
Tc* SLO	0.256 [s]
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	75.43
Ag/g SLD	0.0784
Fo SLD	2.474
Tc* SLD	0.261 [s]
PVr SLV (%)	10
Tr SLV	711.84
Ag/g SLV	0.179
Fo SLV	2.501
Tc* SLV	0.286 [s]

8. ANALISI DELLE AZIONI E DEI CARICHI

8.1 BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI

Sulla piastra di fondazione della baia risultano agenti, oltre al peso degli elementi prefabbricati perimetrali, i seguenti carichi:

- Carichi superficiali
In tale categoria sono stati considerati i carichi agenti sulla piastra di fondazione. Si è quindi applicato su tutta la superficie della piastra un carico superficiale pari a 0,10 daN/cm², pari al peso a cmq di una striscia di terreno di peso in volume pari a 1'400 daN/mq ed alta 2,00 mt. Tale carico ai fini del dimensionamento e verifica delle strutture, nelle combinazioni di carico analizzate, sarà considerato come "VARIABILE".
- Carichi sulle pareti della baia
Sulle pareti della baia si è considerata la spinta del terreno considerando, a favore di sicurezza, un livello del terreno pari alla massima altezza di 2,00 mt. Il carico applicato è stato considerato come carico potenziale pari a:

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [daN/cm²]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [cm]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [daN/cm²]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [cm]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Terreno baia	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0
	Variabile H	0	200	-0.1	15
	Neve	0	0	0	0

8.2 VASCA PERCOLATO

Per il dimensionamento della vasca di raccolta del percolato oltre al peso degli elementi prefabbricati perimetrali, sono stati considerati i seguenti carichi:

- peso traliccio in acciaio di copertura della vasca: 25 kg/mq;
- copertura realizzata con telo in PVC del peso di 400 gr/mq
- carico neve: 140 kg/mq.

Non si è considerata l'azione del vento in quanto la struttura sarà realizzata all'interno di una vasca esistente con una differenza del colmo tra le due strutture pari a 30 cm.

La struttura risulta inoltre sollecitata dai seguenti carichi:

- Carichi superficiali

In tale categoria sono stati considerati i carichi agenti sulla piastra di fondazione. Tali carichi risultano pari a:

Liquido all'interno della vasca: ai fini della sicurezza si è considerata la situazione più sfavorevole, ovvero vasca piena sino alla quota massima di 4,10 mt dal fondo. In tal modo si ottiene un carico per unità di superficie pari a: $1'200 \text{ kg/mc}$ [peso per unità di volume del percolato] $\times 4,10 \text{ mt} = 4'920 \text{ kg/mq}$. Tale carico ai fini del dimensionamento e verifica delle strutture, nelle combinazioni di carico analizzate, sarà considerato come "VARIABILE"

- Carichi sulle pareti della vasca percolato

Sulle pareti della vasca di stoccaggio del percolato si è considerata la spinta del liquido considerando, a favore di sicurezza, un livello pari al massimo invaso raggiungibile, ovvero 4,10 mt. Il carico applicato è stato considerato come carico potenziale pari a:

Nome: nome identificativo della definizione di carico.

Valori: valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: valore del carico pressorio alla quota iniziale. [daN/cm²]

Quota i.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [cm]

Valore f.: valore del carico pressorio alla quota finale. [daN/cm²]

Quota f.: quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [cm]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Percolato	Pesi strutturali	0	0	0	0
	Permanententi portati	0	0	0	0
	Variabile H	0	410	-0.48	15
	Neve	0	0	0	0

9. RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali e geotecniche degli elementi strutturali costituenti le nuove costruzioni e gettati in opera.

Relativamente alle verifiche geotecniche delle opere di fondazioni superficiali [piastre di base della baia di trasferimento terreni e piastra di fondazione nuova vasca raccolta percolato] si è proceduto alla verifica di capacità portante mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (R_d) con la sollecitazione di progetto (E_d); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (R_d) ed il carico agente (E_d), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

gamma'	= peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	= larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);
L	= lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$);
c	= coesione dello strato di fondazione;
c _u	= coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	= sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
N _c , N _q , N _γ	= fattori di capacità portante;
s _c , s _q , s _γ	= fattori di forma della fondazione;
d _c , d _q , d _γ	= fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
i _c , i _q , i _γ	= fattori di inclinazione del carico;
b _c , b _q , b _γ	= fattori di inclinazione della base della fondazione;
g _c , g _q , g _γ	= fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ($\beta > 0$) e $\phi = 0$, Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine: $0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma}$ con $N_{\gamma} = -2 \cdot \sin \beta$.

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$\begin{aligned}
 N_c &= (N_q - 1) \cdot \text{ctg} \phi; \quad N_q = \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg} \phi \\
 s_c &= 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \text{tg} \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \\
 d_c &= 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \text{tg} \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1 \\
 i_c &= i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^m; \\
 i_\gamma &= \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \text{ctg} \phi} \right)^{m+1} \\
 g_c &= 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \text{tg} \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q \\
 b_c &= 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \text{tg} \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q \\
 k &= \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \text{arctg} \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}
 \end{aligned}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

c_a = aderenza alla base della fondazione;

ν = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ($\nu = 0$ se orizzontale);

β = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c'è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'effetto cinematico si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{1g\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_\gamma = e_q$$

9.1 BAIA DI TRASFERIMENTO TERRENI

9.1.1 Verifiche strutturali piastra di base

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C25/30 Rck 300

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-50; 0; 0), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLU 11	61291	0	279604	0	4.5619	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLU 11	61277	0	279604	0	4.563	Si
196	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLU 11	97270	0	581544	0	5.9786	Si
197	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLU 11	97255	0	581544	0	5.9796	Si
81	Y	100	30	5.65	5.6	5.65	5.6	SLU 11	90983	0	564733	0	6.207	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLD 9	34247	0	233232	0	6.8103	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLD 5	34200	0	233232	0	6.8197	Si
197	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLD 11	51062	0	474583	0	9.2943	Si
196	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLD 7	51053	0	474583	0	9.2959	Si
198	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLD 7	49168	0	474583	0	9.6523	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
271	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLV FO 11	- 1316	0	5604	5604	0	26712	2.5	2.827	4.2571	Si
17	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLU 11	1309	0	5604	5604	0	26712	2.5	2.827	4.2821	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLU 11	1309	0	5604	5604	0	26712	2.5	2.827	4.2821	Si
6	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLU 11	- 1308	0	5604	5604	0	26712	2.5	2.827	4.285	Si
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLU 11	- 1308	0	5604	5604	0	26712	2.5	2.827	4.285	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
271	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLD 11	-933	0	7505	7505	0	26712	2.5	2.827	8.0435	Si
6	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLD 9	-738	0	7505	7505	0	26712	2.5	2.827	10.174	Si
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLD 9	-738	0	7505	7505	0	26712	2.5	2.827	10.174	Si
17	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLD 5	737	0	7505	7505	0	26712	2.5	2.827	10.1768	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	0	0	SLD 5	737	0	7505	7505	0	26712	2.5	2.827	10.1768	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE RA 3	45087	0	-5.6	149.4	15	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE RA 3	45069	0	-5.6	149.4	15	Si
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE QP 1	31699	0	-4	112.1	15	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE QP 1	31632	0	-4	112.1	15	Si
196	X	100	30	5.65	6.8	5.65	6.8	SLE RA 3	71567	0	-4.5	149.4	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
7	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE RA 3	45087	0	53	3600	15	Si
16	Y	50	30	2.83	5.6	2.83	5.6	SLE RA 3	45069	0	53	3600	15	Si
81	Y	100	30	5.65	5.6	5.65	5.6	SLE RA 3	66840	0	39.3	3600	15	Si
68	Y	100	30	5.65	5.6	5.65	5.6	SLE RA 3	66806	0	39.3	3600	15	Si
89	Y	100	30	5.65	5.6	5.65	5.6	SLE RA 3	66204	0	38.9	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

9.1.2 Verifiche geotecniche piastra di base

Verifica di capacità portante

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 615; 392,5; -30

Lato minore B dell'impronta: 795

Lato maggiore L dell'impronta: 1120

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 890400

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato (per condizione non drenata): 3.98 m

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.028

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.064

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.43

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 11	0	12488	-	-	0	0	4	0	-	712	1120	BT	0.28	0	0	2.3	553801	161503	3.43	Si
				161503	6707607					42											
2	SLV FO 7	-	9000	-	-	-	-	5	-6	-	697	1108	BT	0.28	0	0	2.3	538178	106146	5.07	Si
		2819		106146	5182452	612947	2			49											
3	SLD 11	1498	4531	-	-	325699	1	2	3	-	716	1114	BT	0.28	0	0	2.3	559786	106146	5.27	Si
				106146	4210698					40											

Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	5	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
2	1	5	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3	1	5	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 1.33

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 3	12488	-129659	LT	0	8	0	1.1	16566	12488	1.33	Si
SLV FO 15	9778	-106146	LT	0	8	0	1.1	13562	9778	1.39	Si

9.1.2.1 Pressioni terreno allo SLU

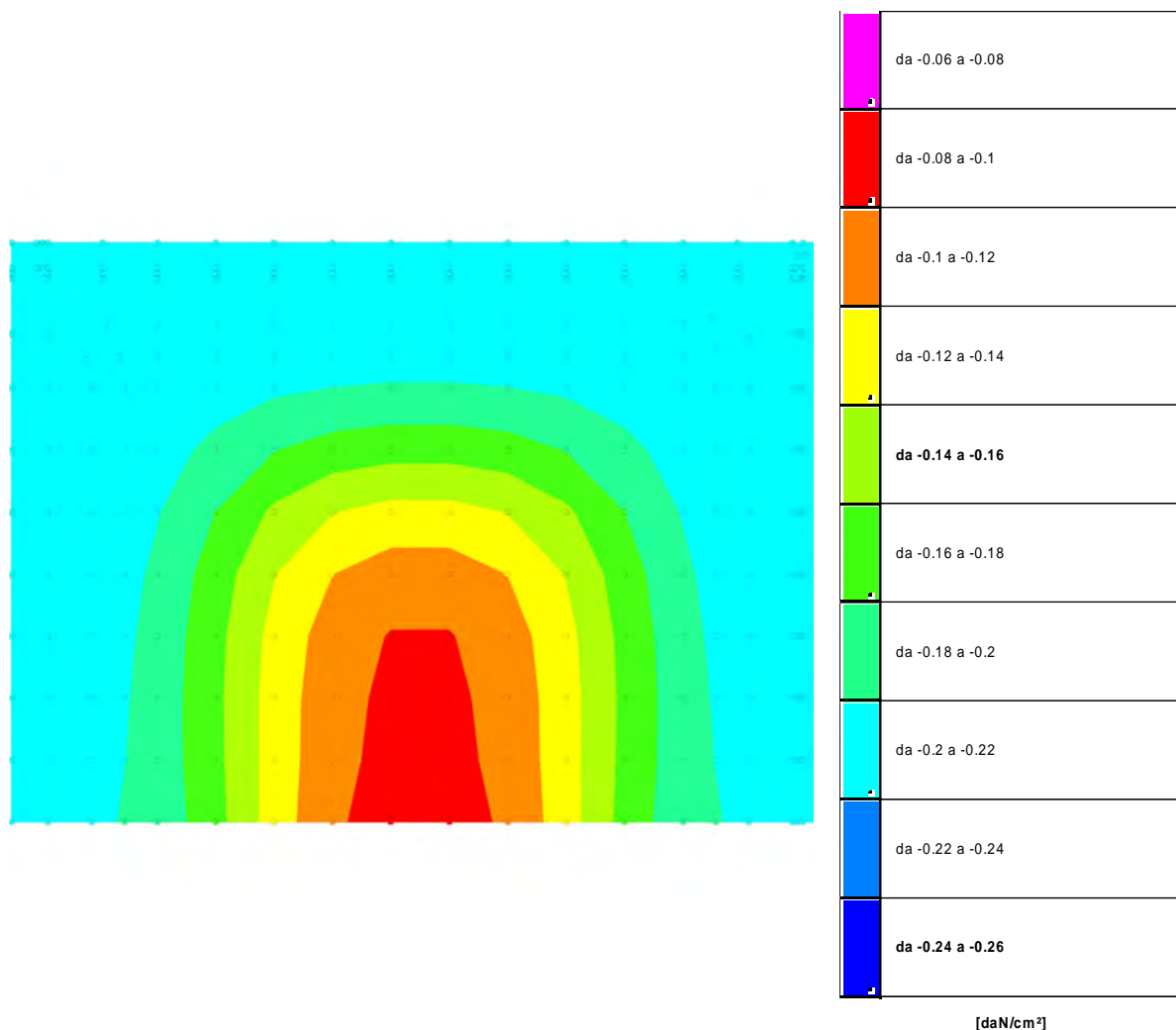


Figura n° 4: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLU

Compressione estrema massima -0.21839 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLU 11.

Spostamento estremo minimo -0.04368 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLU 11.

Spostamento estremo massimo -0.01368 al nodo di indice 11, di coordinate x = 575, y = -5, z = -15, nel contesto SLU 3.

9.1.2.2 Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc

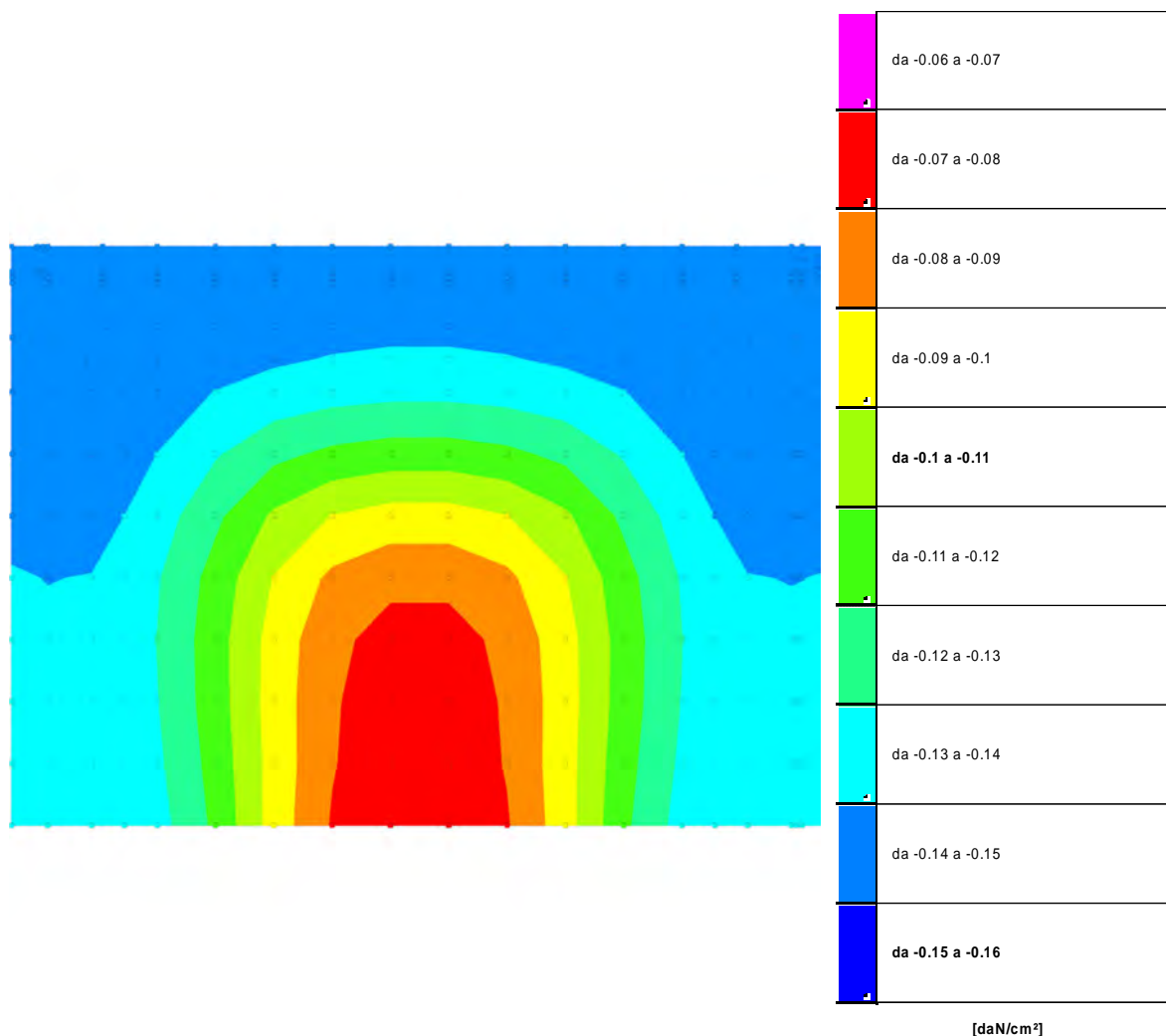


Figura n° 6: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLV/SLVf/SLUEcc

Compressione estrema massima -0.14865 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLV fondazioni 15.

Spostamento estremo minimo -0.02973 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLV fondazioni 15.

Spostamento estremo massimo -0.01383 al nodo di indice 12, di coordinate x = 655, y = -5, z = -15, nel contesto SLV fondazioni 11.

9.1.2.3 Pressioni terreno in SLE/SLD

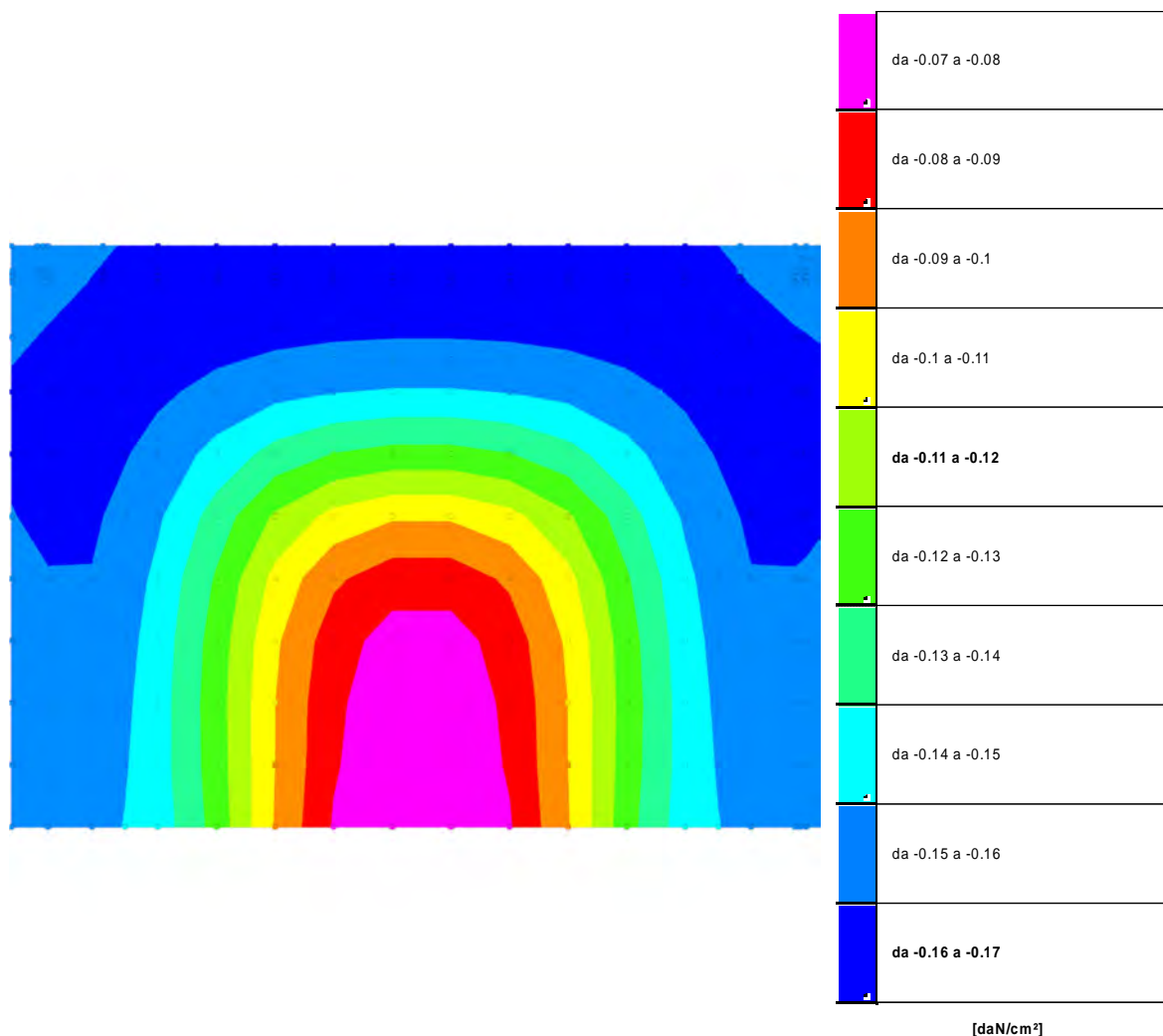


Figura n° 7: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLE/SLD

Compressione estrema massima -0.16404 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

Spostamento estremo minimo -0.03281 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

Spostamento estremo massimo -0.01378 al nodo di indice 11, di coordinate x = 575, y = -5, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

9.1.2.4 Cedimenti fondazioni superficiali

Spostamento estremo minimo -0.03281 al nodo di indice 165, di coordinate x = 1065, y = 590, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

Spostamento estremo massimo -0.01378 al nodo di indice 11, di coordinate x = 575, y = -5, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

Cedimento elastico estremo massimo 0.11052 al nodo di indice 155, di coordinate x = 335, y = 590, z = -15, nel contesto SLE rara 3.

9.2 VERIFICA CORDOLO ANTISCORRIMENTO

Al fine di evitare spostamenti delle pareti perimetrali costituite da elementi autostabili prefabbricati si prevede la realizzazione di un cordolo antiscorrimento. Tale cordolo sarà gettato in opera ed avrà dimensioni 30 cm x 15 cm ed è stato dimensionato per resistere agli sforzi di taglio e flessioni trasmessi dai piedi di fondazioni delle pareti prefabbricate della baia

Nel seguito si riportano le verifiche dell'elemento più sollecitato, ovvero l'elemento da realizzarsi alle spalle delle pareti prefabbricate del lato lungo della baia [sviluppo in pianta cordolo 1'080 cm].

Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	3.08	6.5	3.08	6.5	570	SLU 11	425	282630	0.221	665.17							Si
15	3.08	6.5	3.08	6.5	34	SLU 9	229	282630	0.221	1232.58	-57	SLU 3	-184	-282630	0.221	1531.95	Si
525	3.08	6.5	3.08	6.5	610	SLU 9	610	282630	0.221	463.57							Si
910	3.08	6.5	3.08	6.5	2241	SLU 11	2241	282630	0.221	126.14							Si
1035	3.08	6.5	3.08	6.5	-542	SLU 1	0	282630	0.221	+∞	-1010	SLU 11	-1010	-282630	0.221	279.89	Si
1050	3.08	6.5	3.08	6.5	162	SLU 11	162	282630	0.221	1743.48							Si

Verifiche a flessione in famiglia SLV

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	3.08	6.5	3.08	6.5	1314	SLV 1	1314	282630	0.221	215.06	-638	SLV 15	-638	-282630	0.221	443.04	Si
15	3.08	6.5	3.08	6.5	1445	SLV 1	1657	282630	0.221	170.53	-1392	SLV 15	-1392	-282630	0.221	203.06	Si
525	3.08	6.5	3.08	6.5	703	SLV 5	703	282630	0.221	402.23	235	SLV 11	-178	-282630	0.221	1585.24	Si
1035	3.08	6.5	3.08	6.5	1789	SLV 13	1968	282630	0.221	143.64	-2873	SLV 3	-2873	-282630	0.221	98.37	Si
1050	3.08	6.5	3.08	6.5	702	SLV 13	702	282630	0.221	402.8	-523	SLV 3	-523	-282630	0.221	540.69	Si

Verifiche SLD Resistenza a flessione

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	3.08	6.5	3.08	6.5	902	SLD 1	902	282630	0.221	313.24	-226	SLD 15	-226	-282630	0.221	1250.24	Si
15	3.08	6.5	3.08	6.5	846	SLD 1	1032	282630	0.221	273.94	-793	SLD 15	-793	-282630	0.221	356.42	Si
525	3.08	6.5	3.08	6.5	598	SLD 5	598	282630	0.221	472.32	340	SLD 11	-74	-282630	0.221	3829.18	Si
1035	3.08	6.5	3.08	6.5	804	SLD 13	1137	282630	0.221	248.65	-1889	SLD 3	-1889	-282630	0.221	149.64	Si
1050	3.08	6.5	3.08	6.5	443	SLD 13	398	282630	0.221	710.42	-264	SLD 3	-264	-282630	0.221	1069	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	3.08	0	-19	SLU 11	-19	-3603	-22382	0	-3603	1	186.23	Si
15	0.054	3.08	0	-63	SLU 11	-63	-3603	-22382	-4486	-4486	1	70.96	Si
245	0.054	3.08	0	-142	SLU 11	-142	-3603	-22382	-4486	-4486	1	31.58	Si
525	0.054	3.08	0	0	Ger.	0	3603	22382	4486	4486	1	4030462.83	Si
1035	0.054	3.08	0	-96	SLU 9	-96	-3603	-22382	-4486	-4486	1	46.5	Si
1050	0	3.08	0	-12	SLU 9	-12	-3603	-22382	0	-3603	1	302.77	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLV

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	3.08	0	27	Ger.	1185	3603	22382	0	3603	1	3.04	Si
0	0	3.08	0	-34	SLV 11	-34	-3603	-22382	0	-3603	1	104.53	Si
15	0.054	3.08	0	-7	Ger.	1151	3603	22382	4486	4486	1	3.9	Si
15	0.054	3.08	0	-68	SLV 11	-68	-3603	-22382	-4486	-4486	1	65.76	Si
525	0.054	3.08	0	0	Ger.	4	3603	22382	4486	4486	1	1238.29	Si
525	0.054	3.08	0	0	Ger.	-5	-3603	-22382	-4486	-4486	1	918.21	Si
1035	0.054	3.08	0	-109	Ger.	-1152	-3603	-22382	-4486	-4486	1	3.89	Si
1050	0	3.08	0	34	SLV 3	34	3603	22382	0	3603	1	106.8	Si
1050	0	3.08	0	-52	Ger.	-1186	-3603	-22382	0	-3603	1	3.04	Si

Verifiche SLD Resistenza a taglio

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrzd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	3.08	0	13	SLD 5	13	3603	22382	0	3603	1	272.55	Si
0	0	3.08	0	-21	SLD 11	-21	-3603	-22382	0	-3603	1	171.27	Si
15	0.054	3.08	0	-55	SLD 11	-55	-3603	-22382	-4486	-4486	1	81.88	Si
245	0.054	3.08	0	-107	SLD 11	-107	-3603	-22382	-4486	-4486	1	41.92	Si
525	0.054	3.08	0	0	Ger.	0	3603	22382	4486	4486	1	46033.6	Si
525	0.054	3.08	0	0	Ger.	0	-3603	-22382	-4486	-4486	1	46180.52	Si
1035	0.054	3.08	0	-94	SLD 3	-94	-3603	-22382	-4486	-4486	1	47.61	Si
1050	0	3.08	0	16	SLD 3	16	3603	22382	0	3603	1	230.61	Si
1050	0	3.08	0	-34	SLD 13	-34	-3603	-22382	0	-3603	1	106.18	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	425	3	324	0.1	149.4	1	3600	338	1	309	0.1	112.1	0	+∞	Si
15	26	1	176	0	149.4	0.5	3600	26	1	176	0	112.1	0	+∞	Si
15	-29	3	-64	0	149.4	0.2	3600								Si
525	469	1	469	0.1	149.4	1.4	3600	469	1	469	0.1	112.1	0	+∞	Si
1035	-745	3	-745	0.2	149.4	2.3	3600	-542	1	-542	0.1	112.1	0	+∞	Si
1050	120	3	120	0	149.4	0.4	3600	89	1	89	0	112.1	0	+∞	Si

Verifica di apertura delle fessure

La campata non presenta apertura delle fessure

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente							Verifica
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Comb.	Fess. viscosa-	Comb.	I/f	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	9999	Si
525	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.001	1	0.001	1	9999	Si
840	0.001	0.001	0.001	0	0.001	0.001	0	0	0.001	0.001	0.001	1	0.001	1	9999	Si
1035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	9999	Si

Verifiche taglio ciclico nel piano Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5, [C8.7.2.8]

Ascissa	Lv	x	h	p,tot	θ,m	θ,y	μΔ,pl	Vrd	VRcd(cotθ=1)	VRsd	Vw	Vr	Vu	Ved	Ned	Comb.	Verifica
30	78.4	5.2	30	0.007	0	0.01254	0	3603	22382	4486	4486	5367	5367	-68	0	SLV 11	Si
1050	96.9	5.2	30	0.007	0	0.01254	0	3603	22382	4486	4486	5120	5120	-1152	0	SLV 15	Si

Valutazione dei tagli secondo gerarchia delle resistenze (vrd = 1,1)

x	taglio negativo					taglio positivo				
	contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela		contr. grav.	Vdes	contr. mom. res.	Vela	
0	1181	-34	-4	-34		1181	1185	3	27	
15	1148	-68	-4	-68		1148	1151	3	-7	
525	0	-5	-4	0		0	4	3	0	
1035	-1148	-1152	-4	-109		-1148	0	3	-40	
1050	-1181	-1186	-4	-52		-1181	34	3	34	

9.3 VASCA PERCOLATO

9.3.1 Verifiche strutturali piastra di base esistente

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C25/30 Rck 300

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-138.8; -69; 0), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
252	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	555059	0	1021507	0	1.8404	Si
310	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	509558	0	1021507	0	2.0047	Si
310	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLU 16	501872	0	1030111	0	2.0525	Si
241	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	490376	0	1021507	0	2.0831	Si
35	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLU 16	472479	0	1030111	0	2.1802	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
252	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	555059	0	1021507	0	1.8404	Si
310	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	509558	0	1021507	0	2.0047	Si
310	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLU 16	501872	0	1030111	0	2.0525	Si
241	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	490376	0	1021507	0	2.0831	Si
35	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLU 16	472479	0	1030111	0	2.1802	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
251	X	50	40	3.85	7.1	3.85	7.1	0	0	SLU 16	-4688	0	6821	6821	0	36017	2.5	3.848	1.455	Si
286	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLU 16	-8911	0	13642	13642	0	72034	2.5	7.697	1.5309	Si
217	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	0	0	SLU 16	-9125	0	14030	14030	0	75099	2.5	7.697	1.5376	Si
73	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLU 16	8840	0	13642	13642	0	72034	2.5	7.697	1.5432	Si
58	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLU 16	8769	0	13642	13642	0	72034	2.5	7.697	1.5558	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
244	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLD 11	3757	0	18963	18963	0	72034	2.5	7.697	5.0481	Si
106	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLD 5	-3227	0	18963	18963	0	72034	2.5	7.697	5.876	Si
285	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	0	0	SLD 11	3048	0	19322	19322	0	75099	2.5	7.697	6.3392	Si
272	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	0	0	SLD 11	3048	0	19322	19322	0	75099	2.5	7.697	6.3392	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
245	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLD 11	2976	0	18963	18963	0	72034	2.5	7.697	6.3729	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
252	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	388286	0	-13.6	149.4	15	Si
310	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	357138	0	-12.5	149.4	15	Si
310	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLE RA 4	351364	0	-12.1	149.4	15	Si
241	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	342805	0	-12	149.4	15	Si
35	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLE RA 4	330745	0	-11.4	149.4	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
252	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	388286	0	131.4	3600	15	Si
310	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLE RA 4	351364	0	129.8	3600	15	Si
35	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLE RA 4	330745	0	122.2	3600	15	Si
325	Y	100	40	7.7	5.7	7.7	5.7	SLE RA 4	328580	0	121.4	3600	15	Si
310	X	100	40	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	357138	0	120.9	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

9.3.2 Verifiche geotecniche piastra di base

Verifica di capacità portante

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 720.3; 440; -40

Lato minore B dell'impronta: 1017.9

Lato maggiore L dell'impronta: 1718.1

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 1748925.8

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato (per condizione non drenata): 5.09 m

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.028

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.064

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1.63

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 16	0	0	-750374	6467	77581	0	0	0	0	1018	1718	BT	0.28	0	0	2.3	1224274	750374	1.63	Si
2	SLV FO 11	8318	35901	-307857	-12912930	3009564	2	7	10	-42	934	1699	BT	0.28	0	0	2.3	1076159	307857	3.5	Si
3	SLD 11	3575	21441	-307857	-7712496	1303807	1	4	4	-25	968	1710	BT	0.28	0	0	2.3	1137545	307857	3.7	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	5	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
2	1	5	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
3	1	5	0	0	0.11	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

9.3.2.1 Pressioni terreno allo SLU

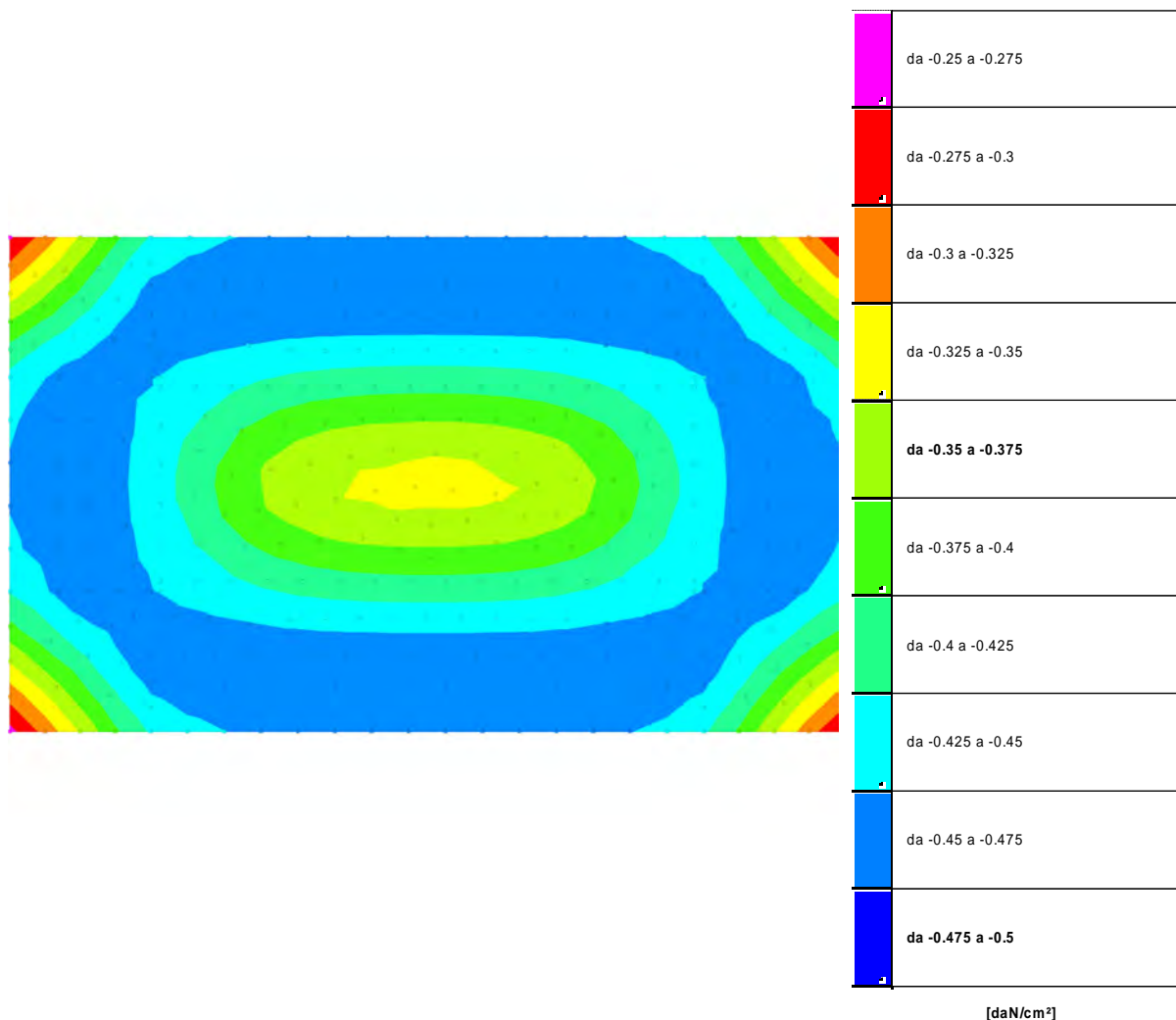


Figura n° 8: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLU

Compressione estrema massima -0.46782 al nodo di indice 41, di coordinate x = 606, y = 30, z = -20, nel contesto SLU 16.

Spostamento estremo minimo -0.15594 al nodo di indice 41, di coordinate x = 606, y = 30, z = -20, nel contesto SLU 16.

Spostamento estremo massimo -0.04393 al nodo di indice 2, di coordinate x = -139, y = -69, z = -20, nel contesto SLU 1.

9.3.2.2 Pressioni terreno allo SLV/SLVf/SLUEcc

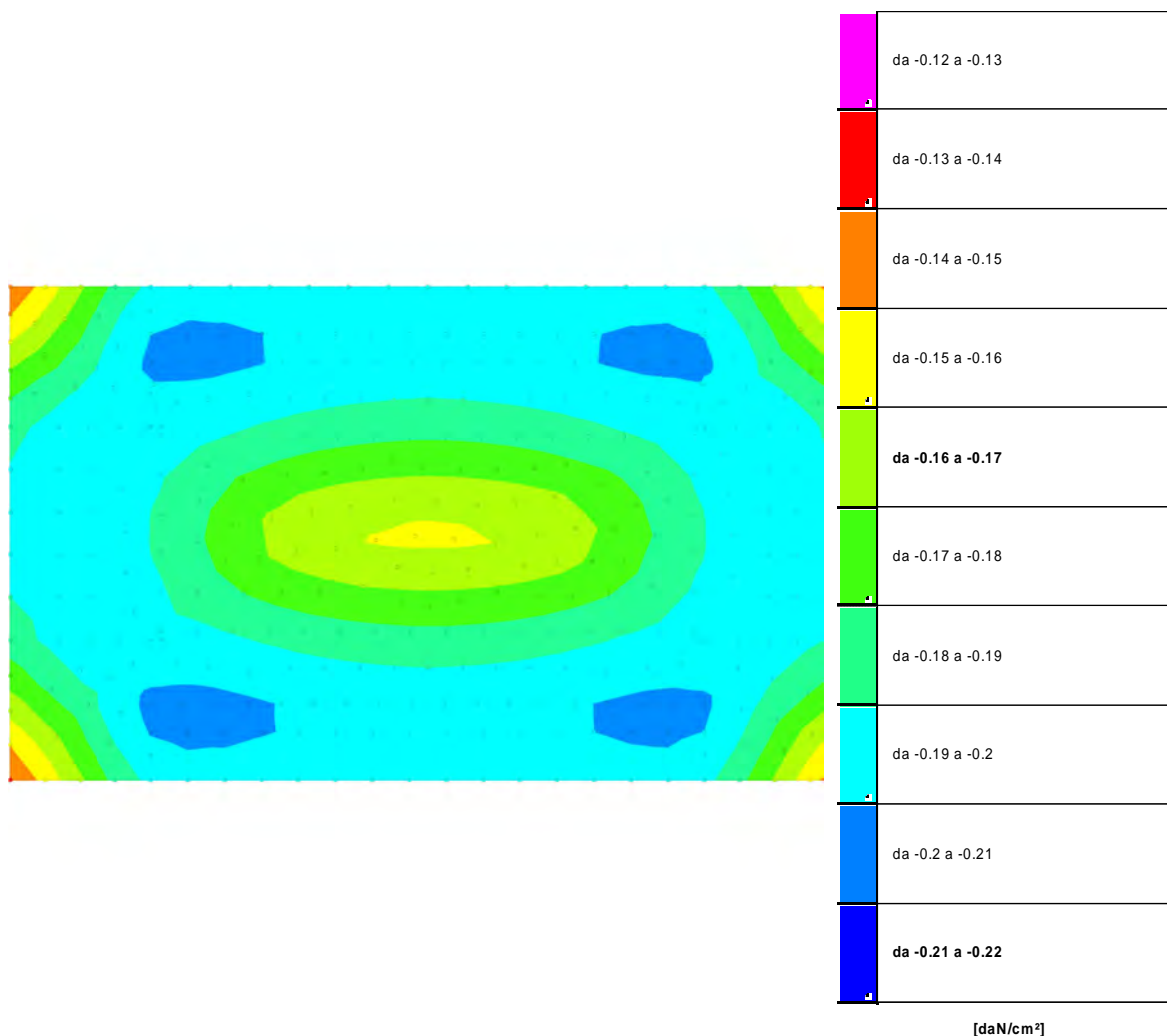


Figura n° 9: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLV/SLVf/SLUEcc

Compressione estrema massima -0.20276 al nodo di indice 58, di coordinate x = 217, y = 90, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 5.

Spostamento estremo minimo -0.06759 al nodo di indice 58, di coordinate x = 217, y = 90, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 5.

Spostamento estremo massimo -0.04164 al nodo di indice 2, di coordinate x = -139, y = -69, z = -20, nel contesto SLV fondazioni 11.

9.3.2.3 Pressioni terreno allo SLE/SLD

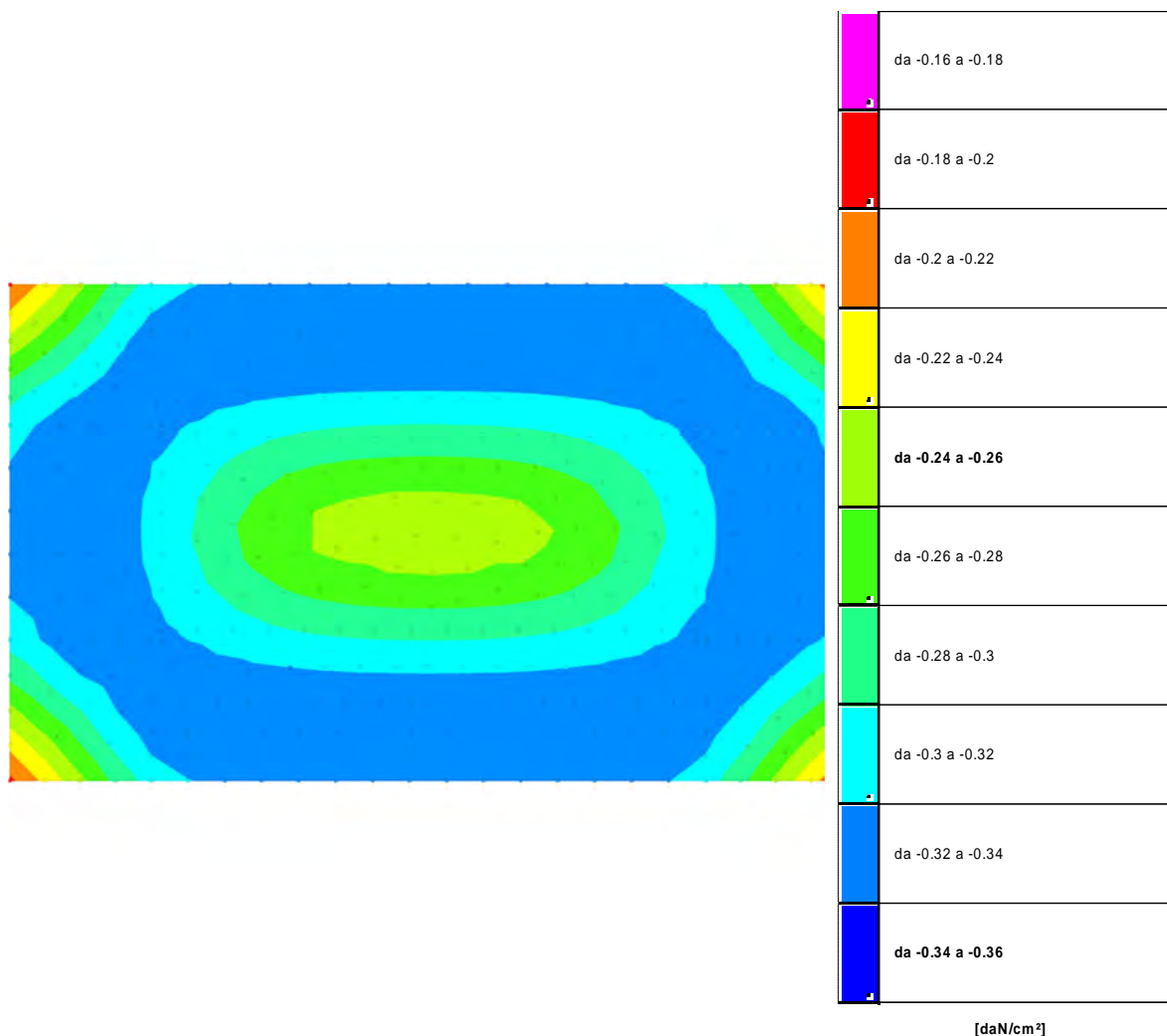


Figura n° 10: Rappresentazione in pianta delle massime compressioni su terreno allo SLE/SLD

Compressione estrema massima -0.33633 al nodo di indice 41, di coordinate x = 606, y = 30, z = -20, nel contesto SLE rara 4.

Spostamento estremo minimo -0.11211 al nodo di indice 41, di coordinate x = 606, y = 30, z = -20, nel contesto SLE rara 4.

Spostamento estremo massimo -0.04264 al nodo di indice 2, di coordinate x = -139, y = -69, z = -20, nel contesto SLD 11.

9.3.2.4 Cedimenti fondazioni superficiali

Spostamento estremo minimo -0.11211 al nodo di indice 41, di coordinate x = 606, y = 30, z = -20, nel contesto SLE rara 4.

Spostamento estremo massimo -0.04264 al nodo di indice 2, di coordinate x = -139, y = -69, z = -20, nel contesto SLD 11.

Cedimento elastico estremo massimo 0.25362 al nodo di indice 184, di coordinate x = 1270, y = 480, z = -20, nel contesto SLE rara 4.

9.3.3 Verifiche strutturali fondazioni muri prefabbricati vasca

Come più volte riportate i muri perimetrali della vasca di raccolta del percolato sono costituiti da elementi prefabbricati autostabilizzanti. Nel dettaglio per la vasca percolato per tali muri occorre prevedere la realizzazione in opera di una suola di fondazione i cui ferri di armatura saranno posati in continuità con le riprese di armatura predisposte dal prefabbricatore. Nel seguito si riporta la verifica di tale elemento di fondazione per il muro perimetrale presente sul lato lungo della vasca.

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C25/30 Rck 300

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (150.4; 30; 20), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
401	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	154348	0	754025	0	4.8852	Si
400	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	154222	0	754025	0	4.8892	Si
399	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	151710	0	754025	0	4.9702	Si
402	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLU 16	151710	0	754025	0	4.9702	Si
392	X	50	30	3.85	7.1	3.85	7.1	SLU 16	70470	0	360715	0	5.1187	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
392	X	50	30	3.85	7.1	3.85	7.1	SLD 9	22122	0	360715	0	16.3057	Si
409	X	50	30	3.85	7.1	3.85	7.1	SLD 5	20774	0	360715	0	17.364	Si
438	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLD 9	-36834	0	-754025	0	20.4708	Si
449	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLD 5	-36564	0	-754025	0	20.6219	Si
393	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLD 9	36278	0	754025	0	20.7847	Si

Verifiche SLU taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
429	Y	50	30	3.85	5.7	3.85	5.7	0	0	SLU 16	-2226	0	5589	5589	0	26602	2.5	3.848	2.5109	Si
389	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	0	0	SLU 16	-4226	0	10793	10793	0	50139	2.5	7.697	2.5541	Si
375	Y	79.3	30	6.11	5.7	6.11	5.7	0	0	SLU 16	3442	0	8868	8868	0	42207	2.5	6.106	2.5765	Si
389	Y	83	30	6.39	5.7	6.39	5.7	0	0	SLU 16	3589	0	9274	9274	0	44142	2.5	6.386	2.5838	Si
433	Y	50	30	3.85	5.7	3.85	5.7	0	0	SLU 16	2064	0	5589	5589	0	26602	2.5	3.848	2.7077	Si

Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
436	X	50	30	3.85	7.1	3.85	7.1	0	0	SLD 5	-575	0	8095	8095	0	25070	2.5	3.848	14.0716	Si
389	Y	83	30	6.39	5.7	6.39	5.7	0	0	SLD 3	969	0	13777	13777	0	44142	2.5	6.386	14.2166	Si
375	Y	79.3	30	6.11	5.7	6.11	5.7	0	0	SLD 3	909	0	13173	13173	0	42207	2.5	6.106	14.4914	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
429	X	50	30	3.85	7.1	3.85	7.1	0	0	SLD 9	-536	0	8095	8095	0	25070	2.5	3.848	15.1151	Si
430	X	69.9	30	5.38	7.1	5.38	7.1	0	0	SLD 5	-745	0	11321	11321	0	35060	2.5	5.382	15.202	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
401	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	106282	0	-6.7	149.4	15	Si
400	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	106179	0	-6.7	149.4	15	Si
402	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	104498	0	-6.5	149.4	15	Si
399	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	104489	0	-6.5	149.4	15	Si
398	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	101047	0	-6.3	149.4	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
401	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	106282	0	52.6	3600	15	Si
400	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	106179	0	52.6	3600	15	Si
402	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	104498	0	51.7	3600	15	Si
399	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	104489	0	51.7	3600	15	Si
398	X	100	30	7.7	7.1	7.7	7.1	SLE RA 4	101047	0	50	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

10. DIMENSIONAMENTO PARETI

Per le opere a progetto si prevede l'impiego di elementi prefabbricati per le pareti perimetrali. Nel dettaglio:

- **Baia per lo stoccaggio/trasferimento dei terreni:** si prevede l'utilizzo di pareti perimetrali costituiti da elementi autostabili prefabbricati di altezza 2,70 mt. Come già evidenziato nei capitoli precedenti tali pareti saranno semplicemente appoggiate sulla platea di fondazione [gettata in opera] la quale sarà dotata di cordolo antiscivolamento al fine di impedire lo scivolamento delle pareti in caso di sisma o di spinta delle terre;
- **Vasca di stoccaggio percolato da circa 400 m³ (stoccaggio provvisorio, funzionale al conferimento off-site del percolato presso impianti di trattamento autorizzati).** La nuova vasca sarà realizzata all'interno della vasca esistente che non sarà smantellata. Le pareti perimetrali saranno costituite da elementi prefabbricati autostabili di altezza massima 5,00 mt. Tali elementi saranno resi solidali con il fondo della vasca in progetto mediante ferri di ripresa che dovranno essere collegati ai ferri di armatura della platea gettata in opera.

Il dimensionamento delle pareti dovrà essere svolto dalle ditte individuate per la fornitura degli elementi prefabbricati nel rispetto dei seguenti parametri [valori minimi]:

- calcestruzzo tipo C 35/45 [resistenza cubica 450 kg/cm²];
- acciaio per armatura B450C;
- classe di esposizione XA3 [contenitori di foraggi, mangimi, liquami di origine animale ed acque industriali fortemente aggressive];
- carichi per il dimensionamento:
 - Baia per stoccaggio/trasferimento terreni:
 - Spinta delle terre: ai fini del dimensionamento si considera la presenza all'interno della baia di carico di cumuli di terra di altezza massima 2,00 mt assimilabili a fanghi aventi i seguenti valori caratteristici:
 - Peso unità di volume: 14 kN/m³;
 - Angolo di resistenza al taglio efficace: 32 °;
 - Coesione efficace: 8 kPa;
 - Modulo di young: 3 MPa;
 - Coefficiente di Poisson: 0,25.
 - Azione del vento:
 - Per pareti sopravento una pressione pari a 0,0056 daN/cm²;
 - Per pareti sottovento una depressione pari a - 0,0028 daN/m².
 - Vasca stoccaggio percolato:
 - Spinta idrostatica del percolato sulle pareti. Il percolato all'interno della vasca può raggiungere un livello massimo di 4,10 mt dal fondo vasca;
 - Non si considera l'azione del vento in quanto la vasca sarà realizzata all'interno di una vasca esistente di pari altezza;
 - La copertura sarà realizzata con un traliccio di travi in acciaio HEA140 su cui sarà fissato un telo in pvc da 400 gr/m²;
 - Carico neve pari a 0,014 daN/cm²;
 - La copertura non sarà accessibile e non si prevede la posa sugli elementi in acciaio di impianti.

In allegato alla presente relazione si riportano i tipologici delle pareti prefabbricate considerati ai fini del dimensionamento delle strutture di fondazione gettate in opera.

Si rimanda al fornitore delle strutture la produzione degli elaborati di progetto esecutivi.

11. DIMENSIONAMENTO TRALICCIO COPERTURA VASCA STOCCAGGIO PERCOLATO

La copertura della vasca di stoccaggio del percolato sarà realizzata da un traliccio di profili in acciaio costituito da profili HEA140 fissati tramite piastre tassellate alle pareti della vasca.

Nel seguito si riportano le caratteristiche geometriche ed inerziali dei profili in acciaio e le verifiche sia degli elementi strutturali che delle piastre di fissaggio e collegamento.

11.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED INERZIALI PROFILI IN ACCIAIO

Caratteristiche geometriche sezioni in acciaio

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Sup.: superficie bagnata per unità di lunghezza. [mm]

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [mm²]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [mm²]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [mm⁴]

JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [mm⁴]

JtFEM: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [mm⁴]

b: larghezza dell'ala. [mm]

h: altezza del profilo. [mm]

s: spessore dell'anima. [mm]

t: spessore delle ali. [mm]

r: raggio del raccordo ala-anima. [mm]

f: truschino. [mm]

Descrizione	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	b	h	s	t	r	f
HEA140	794.3	1983	685	10339676	3893397	63752	140	133	5.5	8.5	12	74

Caratteristiche inerziali principali sezioni in acciaio

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Xg: coordinata X del baricentro. [cm]

Yg: coordinata Y del baricentro. [cm]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jxy: momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]

Jm: momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm⁴]

Jn: momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm⁴]

α X su M: angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

Jt: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma. [cm⁴]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	α X su M	Jt
HEA140	7	6.65	31.45	1033.97	389.34	0	1033.97	389.34	0	6.38

5.2.1.2.2 Caratteristiche inerziali momenti sezioni in acciaio

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

ix: raggio di inerzia relativo all'asse x. [cm]

iy: raggio di inerzia relativo all'asse y. [cm]

im: raggio di inerzia relativo all'asse principale m. [cm]

in: raggio di inerzia relativo all'asse principale n. [cm]

Sx: momento statico relativo all'asse x. [cm³]

Sy: momento statico relativo all'asse y. [cm³]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [cm³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [cm³]

Wm: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse principale m. [cm³]

Wn: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse principale n. [cm³]

Wplx: modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [cm³]

Wply: modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [cm³]

Descrizione	ix	iy	im	in	Sx	Sy	Wx	Wy	Wm	Wn	Wplx	Wply
HEA140	5.73	3.52	5.73	3.52	86.83	42.43	155.48	55.62	155.48	55.62	173.65	84.87

5.2.1.2.3 Caratteristiche inerziali taglio sezioni in acciaio

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Atx: area a taglio lungo x. [cm²]

Aty: area a taglio lungo y. [cm²]

Descrizione	Atx	Aty
HEA140	23.8	7.32

11.2 VERIFICHE CARPENTERIA

In Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. alla presente, sono riportate le verifiche dei profili in acciaio e delle piastre di collegamento e di fissaggio alle strutture in cemento armato.