



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Commissario di Governo per le Bonifiche e
la Tutela delle Acque nella Regione Campania









ACCORDO DI PROGRAMMA

Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese
nel Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale



**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DELLA FALDA
DEL SIN NAPOLI ORIENTALE E REALIZZAZIONE DELLA PRIMA FASE ATTUATIVA
PROGETTO DEFINITIVO**

Titolo elaborato RELAZIONE SISMICA, STRUTTURALE E GEOTECNICA 4/4				Tavola ED 13							
Redatto da  Project Manager : Ing. Rosanna GRADO 				IL DIRETTORE TECNICO Ing. Carlo MESSINA  				Redatto da : Ing. Giorgio LA CORTE (Ordine degli Ingegneri della provincia di Siracusa N. 1993)  			
Cod. Commessa CAM 805		Codice PD ED 0 1 3		Nome file CAM805_PDEG013_2		Data : Maggio 2016					
Rev. 0	Data gen/2016	Descrizione modifica 1ª Emissione				verificato					
2	mag/2016	3ª Emissione Riunione Tecnica MATM 8/4/2016				approvato					

SOMMARIO

ALLEGATO B – VASCA 2: VASCA DI MISCELAZIONE HCL.....	2
1. DESCRIZIONE DELL’OPERA.....	2
2. MATERIALI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....	4
3. INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA	11
4. AZIONI SULLA STRUTTURA	12
5. AZIONE SISMICA IDRODINAMICA.....	13
6. COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	20
7. SINTESI DEI RISULTATI	26
8. TABULATI DI CALCOLO.....	28
9. VERIFICHE GRIGLIATO COPERTURA.....	34
10. VERIFICHE GEOTECNICHE	36

ALLEGATO B – VASCA 2: VASCA DI MISCELAZIONE HCL

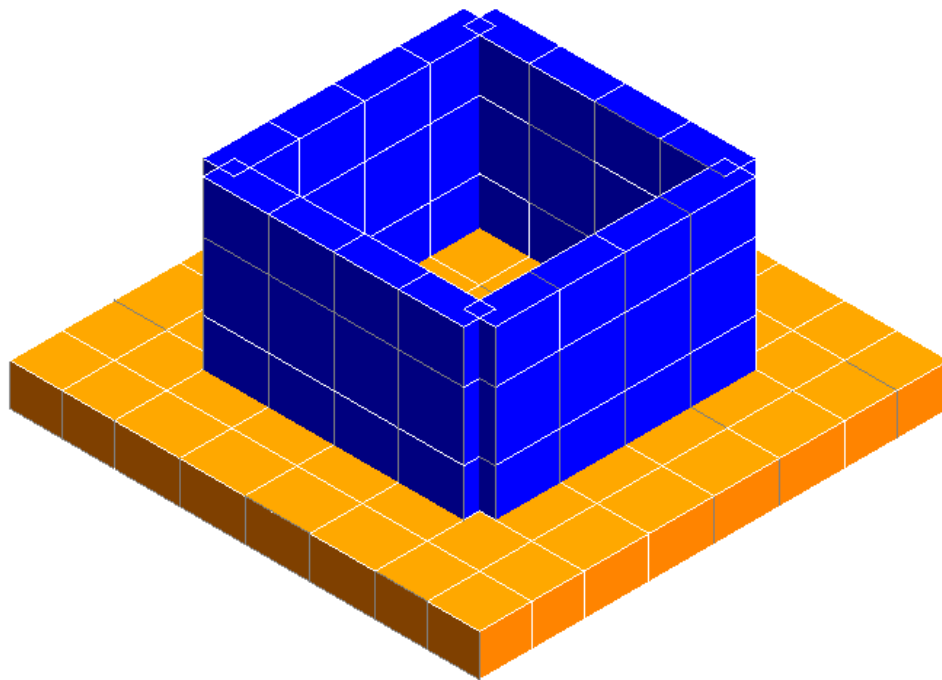
1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La vasca di miscelazione HCL in oggetto è costituita da una vasca con pianta quadrata con volume utile interno di lati 2,50 m x 2,50 m, con uno sviluppo verticale interno di 1,8 m, emergendo totalmente dal piano campagna di 2,1 m.

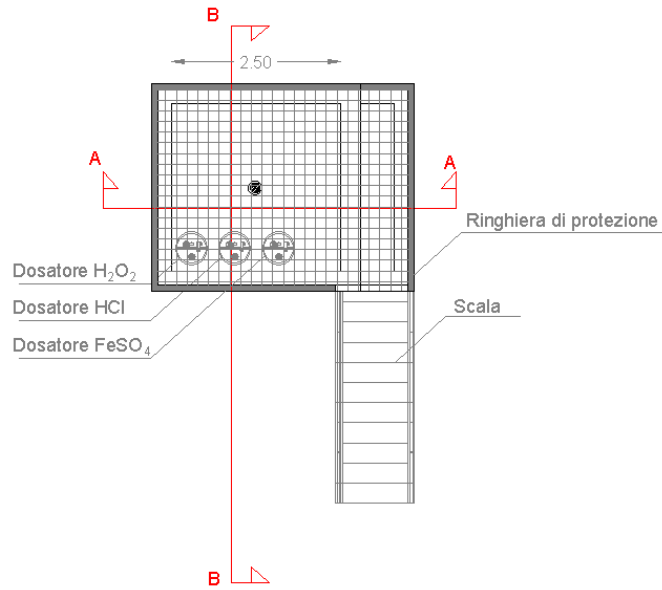
La piastra di fondazione si sviluppa tutta intorno l'impronta della vasca, per una distanza di 1,0 m, con dimensioni 5,1 m x 5,1 m.

La struttura prevista è in C.A. C32/40 con pareti da 30 cm e platea da 40 cm ed acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

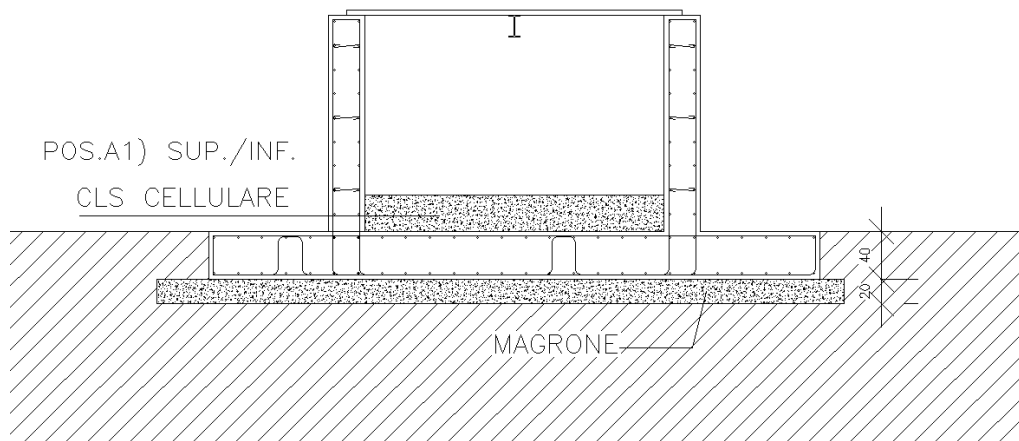
La copertura con grigliato tipo orso-grill con barre portanti 50x3 passo 25 mm su profili IPE 180 S275JR ad interasse di 125 cm.



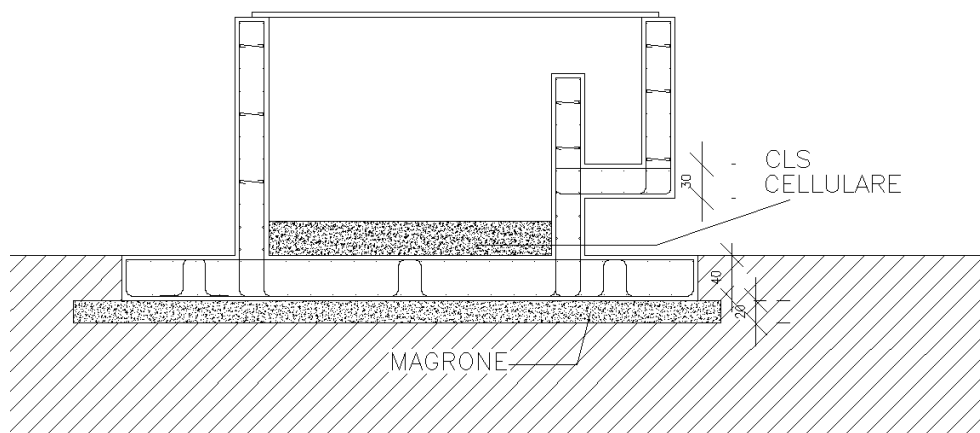
Vista 3d del modello F.E.M. utilizzato per le calcolazioni



Planimetria vasca



Sezione trasversale vasca



Sezione longitudinale vasca

2. MATERIALI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

2.1. Classe di esposizione ambientale

Le classi di esposizione cui fare riferimento in Italia sono riportate nel prospetto 1 della norma UNI 11104, del quale, si riporta lo stralcio relativo “all’ambiente” che interessa le strutture in progetto, soggette a cicli di esposizione diretta con l’acqua meteorica.

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all’aria e all’umidità, l’esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell’ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell’ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c’è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all’interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all’interno di edifici con umidità relativa dell’aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all’esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Conseguentemente le prescrizioni valide per il calcestruzzo esposto a detto ambiente sono riportate nella tabella di cui alla figura seguente:

CLASSE D'ESPOSIZIONE	MASSIMO A/C	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA	DOSAGGIO MINIMO DI CEMENTO [kg/m ³]
XC1	0,60	C (25/30)	300
XC2	0,60	C (25/30)	300
XC3	0,55	C (28/35)	320
XC4	0,50	C (32/40)	340

Valori limite per il calcestruzzo in classe XC secondo il prospetto 4 della UNI 11104

Le NTC (cfr. punto 4.1.2.2.4.3), distinguono le condizioni ambientali in ordinarie, aggressive e molto aggressive, e definiscono, per ciascuna condizione, le corrispondenti classi di esposizione, come di seguito indicato nella tabella seguente (cfr. tab. 4.1.III delle NTC):

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Dette condizioni ambientali, insieme alla sensibilità alla corrosione delle armature determina la scelta degli stati limite di fessurazione (cfr. punto 4.1.2.4.5 delle NTC), nonché i valori dei “copriferri” minimi da adottare nelle strutture.

Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei prospetti 4.4N e 4.5N dell’EC2, che si riferiscono a strutture con vita utile di 50 e 100 anni.

CLASSE D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE	SPESSORE MINIMO DI COPRIFERRO ($c_{min,dur}$)			
	VITA UTILE 50 ANNI		VITA UTILE 100 ANNI	
	C.A.	C.A.P.	C.A.	C.A.P.
X0	10	10	20	20
XC1	15	25	25	35
XC2, XC3	25	35	35	45
XC4	30	40	40	50
XS1, XD1	35	45	45	55
XS2, XD2	40	50	50	60
XS3, XD3	45	55	55	65

Spessori minimi del copriferro secondo i prospetti 4.4N e 4.5N dell’EC 2:2005

2.2. Calcestruzzo

Calcestruzzo per fondazione ed elevazione

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_2	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$	$\sigma_{c,QP}$
	[MPa]			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]			[MPa]	[MPa]
C32/40	32,00	0,85	1,50	33.346	18,13	3,03	2,12	1,41	3,63	4,77	3,18	0,00200	0,00350	19,20	14,40

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1

- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 16 \text{ mm}$
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- Interfero minimo $d_{bars} = 37 \text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Classe esposizione	Minima classe di resistenza	Rapporto (A/C) _{max}	Slump	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto minimo aria	Altro
XC4	C32/40	0.50	S4	340	-	-

Calcestruzzo magro persottofondazione e per massetto pendenze

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_{c2}	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$	$\sigma_{c,QP}$
	[MPa]			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]			[MPa]	[MPa]
C12/15	12,00	0,85	1,50	27.085	6,80	1,57	1,10	0,73	1,89	2,48	1,65	0,00200	0,00350	7,20	5,40

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 0 \text{ mm}$
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 20 \text{ mm}$
- Interfero minimo $d_{bars} = 25 \text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

2.3. Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata

Classe acciaio	f_{yk}	γ_s	f_{tk}	E_s	f_{yd}	ϵ_{yd}	ϵ_{uk}	$(f_y/f_{y,nom})_k$	ϵ_{ud}	$k = (f_y/f_{y,k})_k$	$\sigma_{s,Rara}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	[MPa]		[MPa]	[MPa]	[MPa]					[MPa]	[MPa]	$\Phi \leq 16\text{mm}$	$\Phi > 16\text{mm}$
B450C	450,00	1,15	540,00	210.000	391,30	0,00186	0,07500	$\leq 1,25$	0,06750	1,15 - 1,35	360,00	4 Φ	7 Φ

Nel caso si presenti la necessità di interrompere i getti (in funzione delle dimensioni dei vari elementi costruttivi e/o per eventuali necessità di cantiere) si dovranno predisporre armature

di attesa con lunghezze di sovrapposizione non inferiori a 89Φ se le giunzioni non potranno essere sfalsate.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche dei materiali si farà riferimento alle prescrizioni della norma EN 10002, UNI 564 e UNI 6407. Le modalità di accettazione ed i controlli saranno effettuati secondo quanto D.M. 14-01-2008.

2.4.Copriferro

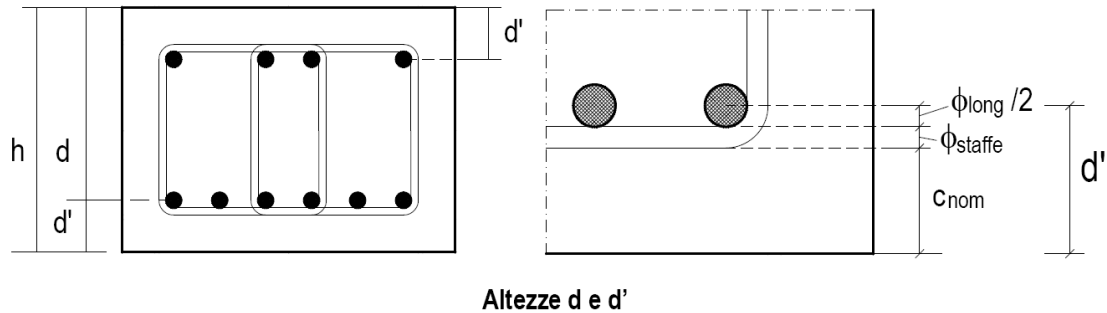
Classe calcestruzzo	Classe d'uso costruzione	Controllo qualità	Tolleranza	Ambiente	Tipo elemento	Copriferro minimo
			[mm]			[mm]
C32/40	II	NO	10,00	Aggressivo	Piastra	40

Si riporta la tabella C4.1.IV della Circolare Esplicativa alle Norme tecniche 14-01-2008 con la definizione dei copriferri minimi in funzione del tipo di elemento, della classe del calcestruzzo e delle condizioni ambientali.

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Nei calcoli si terrà conto che nella posa delle armature vengano rispettati i valori del “copriferro” nominale pari a $C_{nom}=30$ mm a cui si sommano 10 mm di tolleranza pervenendo ad un copriferro $C=40$ mm, mentre d' rappresenta la distanza dal lembo del baricentro delle armature come sotto rappresentato:



2.5. Lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizione delle barre

Lunghezza di ancoraggio per le **barre piegate in zona tesa** $l_{bd} = 689$ mm (43Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Elemento: Piastra
- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone
- Tipo ancoraggio: Barre piegate
- Copriferro orizzontale $c_1 = 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c = 40,00$ mm
- Interferro $a = 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_{bd} : $p = 0,00$ MPa
- Tensione di ancoraggio nella barra $\sigma_y = 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d = 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1 = 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2 = 1,00$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3 = 0,70$
- Coefficiente confinamento armature trasversali saldate $\alpha_3 = 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5 = 1,00$
- $l_{b,min} = 295$ mm
- $l_{b,rqd} = 985$ mm

- $l_{b,eq} = 985$ mm
- **$l_{bd} = 689$ mm (43 Φ)**

Lunghezza di ancoraggio per le **barre dritte in zona tesa** $l_{bd} = 715$ mm (45 Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Elemento: Piastra
- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone
- Tipo ancoraggio: Barre dritte
- Copriferro orizzontale $c_1 = 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c = 40,00$ mm
- Interferro $a = 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_{bd} : $p = 0,00$ MPa
- Tensione di ancoraggio nella barra $\sigma_y = 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d = 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1 = 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2 = 0,96$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3 = 0,75$
- Coefficiente confinamento armature trasversali saldate $\alpha_3 = 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5 = 1,00$
- $l_{b,min} = 295$ mm
- $l_{b,rqd} = 985$ mm
- $l_{b,eq} = 0$ mm
- **$l_{bd} = 715$ mm (45 Φ)**

Lunghezza di sovrapposizione per le **barre dritte in zona tesa con giunzioni sfalsate** $l_0 = 948$ mm (59 Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone
- Tipo sovrapposizione: Barre dritte
- Copriferro orizzontale $c_1= 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c= 40,00$ mm
- Distanza fra coppie di barre sovrapposte $a= 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_0 : $p= 0,00$ MPa
- Tensione nella barra $\sigma_y= 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d= 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1= 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2= 0,96$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3= 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5= 1,00$
- Coefficiente percentuale barre sovrapposte $\alpha_6= 1,00$
- $l_{0,\text{min}}= 295$ mm
- $l_{b,\text{reqd}}= 985$ mm
- **$l_0= 948$ mm (59Φ)**
- Distanza fra due sovrapposizioni successive $d_H= 284$ mm
- Distanza fra coppie di sovrapposizioni $d_{\text{trasv}}= 32$ mm

Per semplicità esecutiva **si è scelto di unificare le lunghezze di ancoraggio per le barre dritte e di sovrapposizione (l_{bd} e l_0) e porle pari a $1\text{m} \approx 62\Phi \approx 1000\text{mm}$** . Nel caso in cui si realizzino giunzioni non sfalsate la lunghezza di sovrapposizione dovrà essere di **$1,42\text{m} \approx 89\Phi$** .

3. INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA

L'interazione terreno struttura è stata valutata con due approcci distinti rispettivamente per le fondazioni e per le pareti/sponde perimetrali controterra.

Per quanto concerne le fondazioni è stato adottato un modello di suolo elastico alla Winkler, valutando tale modulo assumendo un valore k_1 pari a $3,0 \text{ daN/cm}^3$ ricorrendo alla nota espressione ricavata dalla relazione empirica di Terzaghi e Peck $K = K_1 \left(\frac{B+b}{2B} \right)^2$ si perviene, in via cautelativa a $K=1,0 \text{ daN/cm}^3$.

Per quanto concerne le pareti, trovandosi la vasca completamente fuori terra, la spinta del terreno è da considerarsi nulla, così come l'azione sismica da questo determinata.

4. AZIONI SULLA STRUTTURA

Le azioni considerate derivano da un'analisi ragionata sulle condizioni più gravose che potrebbero interessare l'opera in esame in condizioni di realizzazione, esercizio e manutenzione.

Le azioni considerate sono le seguenti:

- Spinta statica della vasca, espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$p(z) z'_{idr} = \gamma_{idr} \times z'$, profondità dal livello esercizio dell'acqua.

La pressione al fondo è pari al valore al piede della spinta idrostatica sulla parete.

- Incremento dinamico di spinta dell'acqua presenti all'interno della vasca, determinabile integrando la seguente distribuzione di pressione:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'}$$

Dove:

$$k_h = \frac{S \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)}{r};$$

r, coefficiente posto pari a 1;

g, accelerazione di gravità.

Tale incremento verrà applicato per la verifica a scorrimento del piano fondale, nelle combinazioni sismiche, considerandolo agente alternativamente lungo due direzioni tra loro ortogonali; si considereranno nello specifico come direzioni attive, le +X e +Y, senza considerare le omologhe in direzione opposta, visto la apprezzabile simmetria della struttura. Tale azione non è stata considerata ai fini del dimensionamento strutturale in considerazione del fatto che i contributi apportati da tali spinte avranno intensità marginale e non costituirebbero una condizione dimensionante se rapportati con quelli relativi alle altre azioni simultaneamente presenti, le spinte dei terreni.

5. AZIONE SISMICA IDRODINAMICA

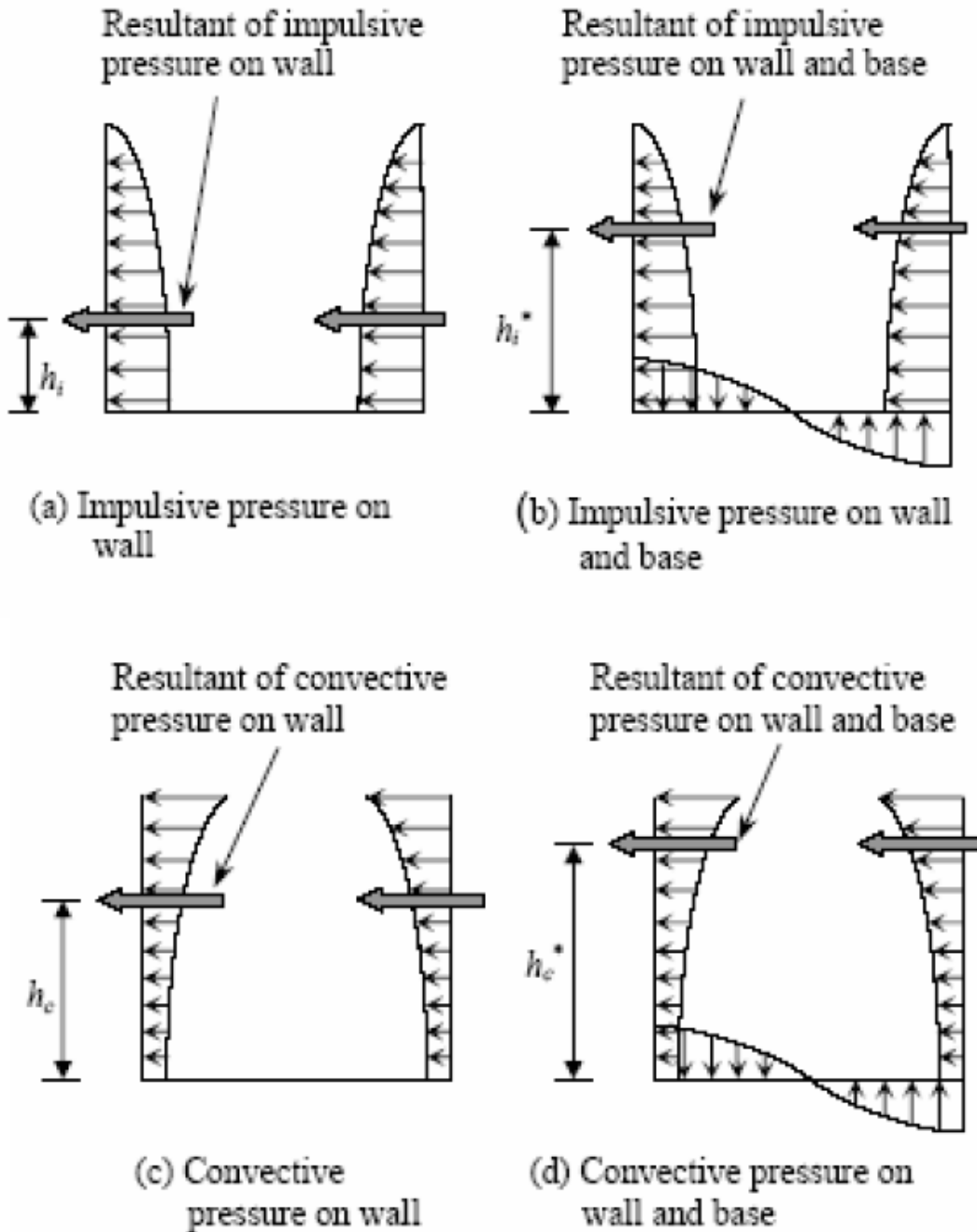
Gli effetti idrodinamici in un serbatoio sono valutati con la sovrapposizione di queste due componenti: (1) La componente impulsiva, che rappresenta l'azione del fluido vicino alla base del serbatoio che si muove rigidamente con la parete flessibile del serbatoio; e (2) la componente convettiva, che rappresenta l'azione del liquido sottoposto ad un moto di sbattimento vicino alla superficie libera. In questa analisi, il sistema serbatoio-liquido è modellato da due sistemi ad un grado di libertà, uno corrispondente all'azione impulsiva e l'altro alla componente convettiva. Le risposte impulsiva e convettiva sono combinate prendendo in considerazione la loro somma numerica piuttosto che il valore ottenuto dalla radice della media dei quadrati.

Periodi naturali: I periodi naturali delle risposte convettive ed impulsive, in secondi, sono:

$$[I] \quad T_{\text{imp}} = C_i \frac{\sqrt{\rho} H}{\sqrt{s/R} \sqrt{E}}$$

$$[II] \quad T_{\text{con}} = C_c \sqrt{R}$$

dove H = altezza di progetto del fluido, R = raggio del serbatoio o semiampiezza del serbatoio, s = spessore equivalente uniforme della parete del serbatoio, ρ = densità di massa del liquido ed E = modulo di elasticità del materiale del serbatoio. I coefficienti C_i e C_c sono ottenuti nel prospetto A.1. Il coefficiente C_i è adimensionale, mentre C_c è espresso in $s/m^{1/2}$; sostituendo R in metri nell'equazione [II], pertanto, si ottiene il valore corretto del periodo convettivo. Per serbatoi con spessore di parete non uniforme, s può essere calcolato prendendo una media pesata sull'altezza bagnata della parete del serbatoio, assegnando il peso più alto allo spessore vicino alla base del serbatoio dove la deformazione è massima.



I carichi relativi alla spinta dell'acqua a tergo delle pareti delle vasche sono stati considerati sia in condizione statica che sismica.

La spinta statica dell'acqua è un carico triangolare sulle pareti laterali delle vasche e uniformemente distribuito in fondazione.

I carichi sono applicati sull'intero modello tridimensionale, in ogni caso per maggior comprensione viene indicata di seguito la schematizzazione piana dei carichi sulle pareti delle vasche:

Il carico triangolare dell'acqua varia tra 0 della quota max dell'acqua (1,3 metri) a 13 kN/mq a fondo vasca (peso specifico acqua 10 kN/mc).

La categoria di suolo è la C, come risulta dai dati geotecnici su menzionati.

Trattandosi di una vasca a struttura scatolare, è opportuno affrontare la schematizzazione delle azioni sismiche seguendo le indicazioni contenute nella UNI EN 1998-4 (Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 4: Silos, serbatoi e tubazioni).

Seguendo tali indicazioni progettuali ed inquadrando la struttura nell'ambito dei serbatoi, il fattore di struttura idoneo risulta essere unitario. Si riportata qui di seguito quanto contenuto nella prescrizione P(1) del par 1.4.2 della UNI EN 1998-4:

“Per le strutture considerate nella presente norma sperimentale non è prevista la dissipazione di apprezzabili quantità di energia attraverso il loro comportamento anelastico. Di conseguenza, il valore del fattore di struttura q deve essere generalmente considerato $q = 1$. L'utilizzo di fattori $q > 1$ è permesso solamente a condizione che le fonti di dissipazione di energia siano esplicitamente identificate e quantificate e sia dimostrata la capacità della struttura di sfruttarle attraverso opportuni dettagli costruttivi.”

Si sono pertanto computate le azioni idrodinamiche in accordo con la UNI EN 1998-4, che prevedono una schematizzazione con due effetti distinti per le azioni impulsive e convettive del fluidi in fase sismica. L'effetto dell'azione idrodinamica è stato poi sommato in combinazione con le azioni statiche e idrostatiche all'interno dei vari stati limite.

Gli effetti idrodinamici in un serbatoio sono stati valutati con la sovrapposizione di queste due componenti: La componente impulsiva (fig. a-b), che rappresenta l'azione del fluido vicino alla base del serbatoio, che si muove rigidamente con la parete della vasca; e (fig. c-d) la componente convettiva, che rappresenta l'azione del liquido sottoposto ad un moto di sbattimento vicino alla superficie libera. In questa analisi, il sistema serbatoio-liquido è modellato da due sistemi ad un grado di libertà, uno corrispondente all'azione impulsiva e l'altro alla componente convettiva.

Le risposte impulsiva e convettiva sono state combinate prendendo in considerazione la loro somma numerica piuttosto che il valore ottenuto dalla radice della media dei quadrati.

Per serbatoi le cui pareti possono essere ipotizzate rigide, una soluzione dell'equazione di Laplace per eccitazione orizzontale può essere ottenuta in forma analoga a quella descritta per i

serbatoi cilindrici, cosicché la pressione totale è anche qui data dalla somma di un contributo impulsivo e di uno convettivo:

$$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t) \quad [A.42]$$

La componente impulsiva ha l'espressione:

$$p_i(z, t) = q_0(z) \rho L A_g(t) \quad [A.43]$$

dove L è la semiampiezza del serbatoio nella direzione dell'azione sismica, e la funzione $q_0(z)$, che dà la variazione di $p_i(*)$ lungo l'altezza [$p_i(*)$ è costante nella direzione ortogonale all'azione sismica], è diagrammata nella figura A.5.

L'andamento ed i valori numerici della funzione $q_0(z)$ sono abbastanza vicini a quelli di un serbatoio cilindrico di raggio $R = L$.

La componente di pressione convettiva è data da una sommatoria di termini modali (modi di sbattimento), ciascuno con una differente variazione nel tempo. Come per i serbatoi cilindrici, il contributo dominante è quello del modo fondamentale, vale a dire:

$$p_{c1}(z, t) = q_{c1}(z) \rho L A_1(t) \quad [A.44]$$

dove la funzione $q_{c1}(z)$ è mostrata nella figura A.6 assieme al contributo del secondo modo $q_{c2}(z)$ e $A_1(t)$ è la funzione accelerazione di risposta di un oscillatore semplice avente la frequenza del primo modo, il valore appropriato dello smorzamento e sottoposto ad un'accelerazione di input $A_g(t)$.

Il periodo di oscillazione del primo modo di sbattimento è:

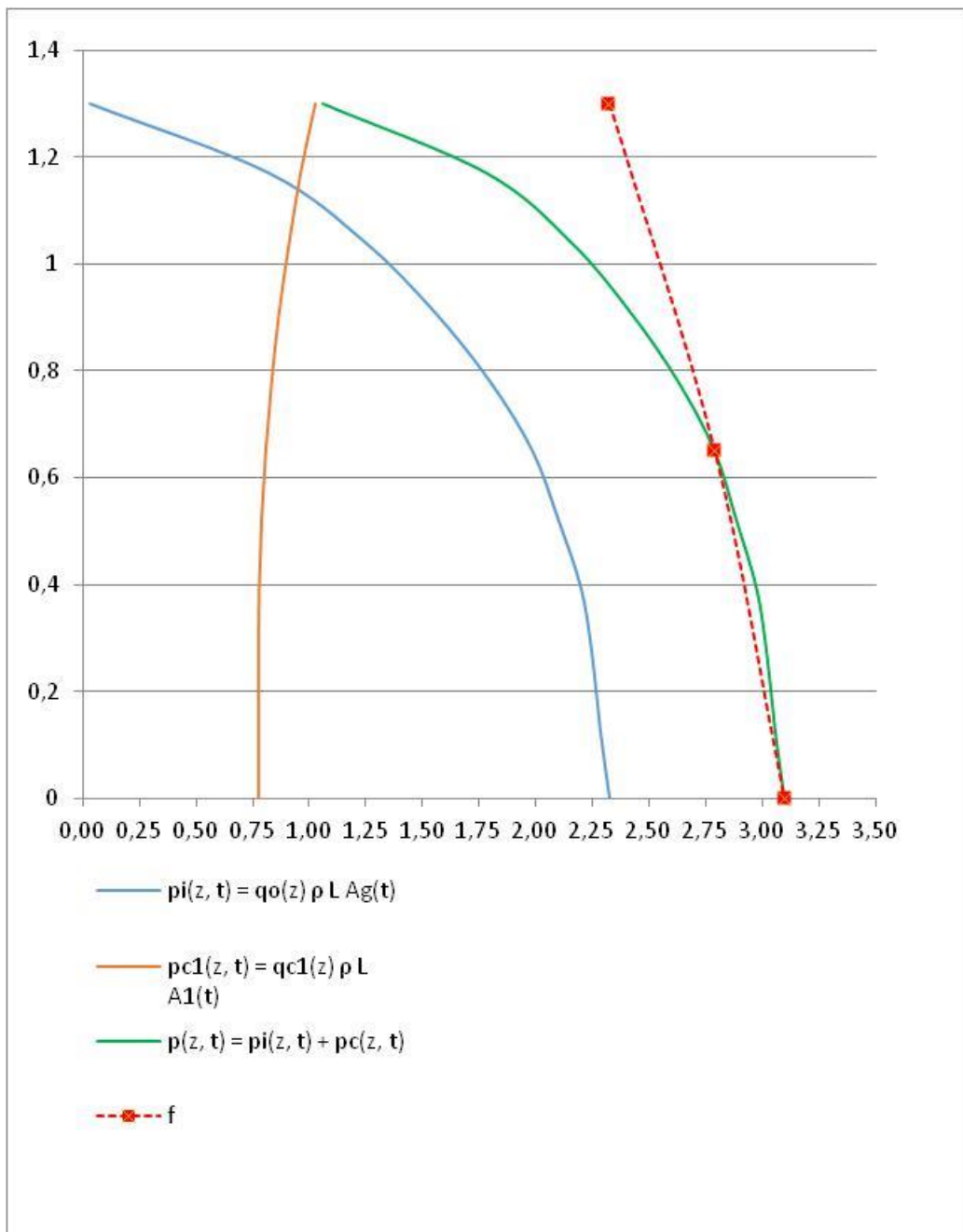
$$T_1 = 2\pi \left(\frac{L/g}{\frac{\pi}{2} \tanh\left(\frac{\pi H}{2L}\right)} \right)^{1/2} \quad [A.45]$$

AZIONE SISMICA DIREZIONE X = Y

Forma	rettangolare		
H	1,3	[m]	altezza di progetto del fluido
Lx/2	1,25	[m]	semiampiezza serbatoio lungo x
Ly/2	1,25	[m]	semiampiezza serbatoio lungo y
s	0,3	[m]	spessore equivalente uniforme della parete del serbatoio
ρ	10	[KN/m ³]	densità di massa del liquido
E	33642780	[KN/m ²]	modulo di elasticità del materiale del serbatoio
m	81,25	[KN]	massa liquida totale
m _s	33,75	[KN]	massa struttura* (* sono state considerate le sole pareti ortogonali all'azione)
C _i	6,34	[-]	
C _c	1,52	[s/m ^{1/2}]	
m _i /m	0,56	[-]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _i	45,4	[KN]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _c /m	0,42	[-]	massa convettiva adimensionalizzata
m _c	34,2	[KN]	massa convettiva adimensionalizzata
h _i /H	0,42	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti adimensionalizzata
h _i	0,55	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti
h _c /H	0,62	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti adimensionalizzata
h _c	0,81	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti
h _i '/H	0,71	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva adimensionalizzata
h _i '	0,92	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva
h _c '/H	0,78	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva adimensionalizzata
h _c '	1,02	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva
mat. serbatoio	c.a.	[-]	
ξ_{imp}	5	[%]	smorzamento impulsivo [5% per c.a. e per c.a.p. 2% per acciaio]
ξ_{con}	0,5	[%]	smorzamento convettivo
η_{imp}	1,00	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
η_{con}	1,35	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
T _{imp}	0,01	[s]	I periodo naturale delle risposta impulsiva
T _{con}	1,86	[s]	I periodo naturale delle risposta convettiva
S _d (T _{imp})	0,273	[g]	$T_{imp} = C_i \frac{\sqrt{\rho} H}{\sqrt{s/R} \sqrt{E}}$ $T_1 = 2\pi \left(\frac{L/g}{\frac{\pi}{2} \tanh\left(\frac{\pi H}{2 L}\right)} \right)^{1/2}$
S _d (T _{conv})	0,102	[g]	

$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t)$

$p_i(z, t) = q_o(z) \rho L A_g(t)$	2,324 [KN/m ²]	z= 0
	2,282 [KN/m ²]	z= 0,13
	2,249 [KN/m ²]	z= 0,26
	2,200 [KN/m ²]	z= 0,39
	2,099 [KN/m ²]	z= 0,52
	1,984 [KN/m ²]	z= 0,65
	1,797 [KN/m ²]	z= 0,78
	1,553 [KN/m ²]	z= 0,91
	1,248 [KN/m ²]	z= 1,04
	0,824 [KN/m ²]	z= 1,17
	0,034 [KN/m ²]	z= 1,3
$p_{c1}(z, t) = q_{c1}(z) \rho L A_1(t)$	0,777 [KN/m ²]	z= 0
	0,777 [KN/m ²]	z= 0,13
	0,777 [KN/m ²]	z= 0,26
	0,779 [KN/m ²]	z= 0,39
	0,789 [KN/m ²]	z= 0,52
	0,808 [KN/m ²]	z= 0,65
	0,833 [KN/m ²]	z= 0,78
	0,866 [KN/m ²]	z= 0,91
	0,910 [KN/m ²]	z= 1,04
	0,959 [KN/m ²]	z= 1,17
	1,024 [KN/m ²]	z= 1,3
$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t)$	3,101 [KN/m ²]	z= 0
	3,059 [KN/m ²]	z= 0,13
	3,026 [KN/m ²]	z= 0,26
	2,979 [KN/m ²]	z= 0,39
	2,888 [KN/m ²]	z= 0,52
	2,792 [KN/m ²]	z= 0,65
	2,630 [KN/m ²]	z= 0,78
	2,418 [KN/m ²]	z= 0,91
	2,158 [KN/m ²]	z= 1,04
	1,783 [KN/m ²]	z= 1,17
	1,058 [KN/m ²]	z= 1,3



6. COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state definite le seguenti combinazioni delle azioni (Cfr. al §2.5.3 NTC2008):

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7(2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine(2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per SLE, sono stati omessi i carichi Q_{kj} dal momento che hanno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono stati desunti dalle norme(Cfr.§ 2.6.1, Tab. 2.6.I)

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio si effettuano per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni (Cfr. § 2.5.3 form. 3.2.16 delle NTC 2008).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti Ψ_{2j} sono stati desunti dalle norme (Cfr. Tabella 2.5.I)

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3 applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azionevariabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
CategoriaA Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
CategoriaBUffici	0,7	0,5	0,3
CategoriaC Ambienti suscettibili ad affollamento	0,7	0,7	0,6
CategoriaD Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
CategoriaFRimesseeparcheggi(per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
CategoriaGRimesseeparcheggi(per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
CategoriaHCoperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve(a quota ≤ 1000 ms.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve(a quota > 1000 ms.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Si è fatto riferimento ai coefficienti della categoria E per ambienti ad uso industriale.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I. (sotto riportata).

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Si riportano le combinazioni di carico adottate per gli S.L.U. e per gli S.L.E.

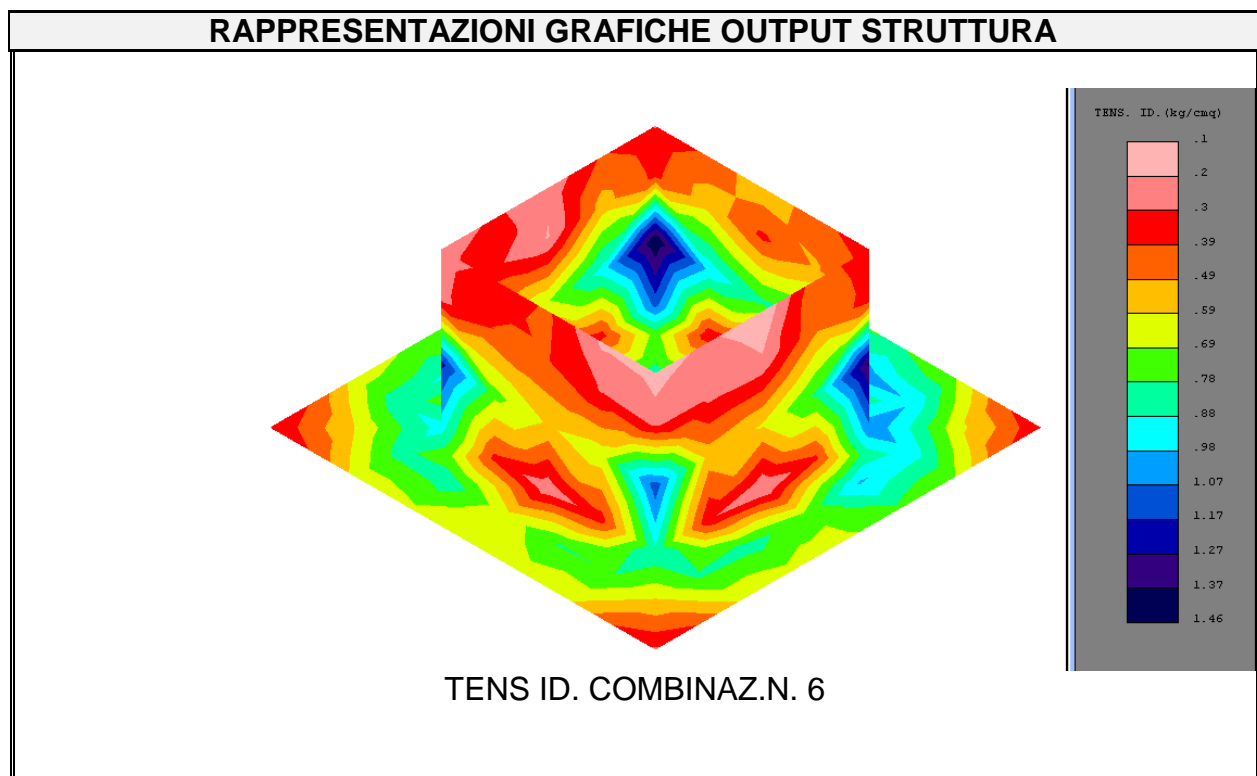
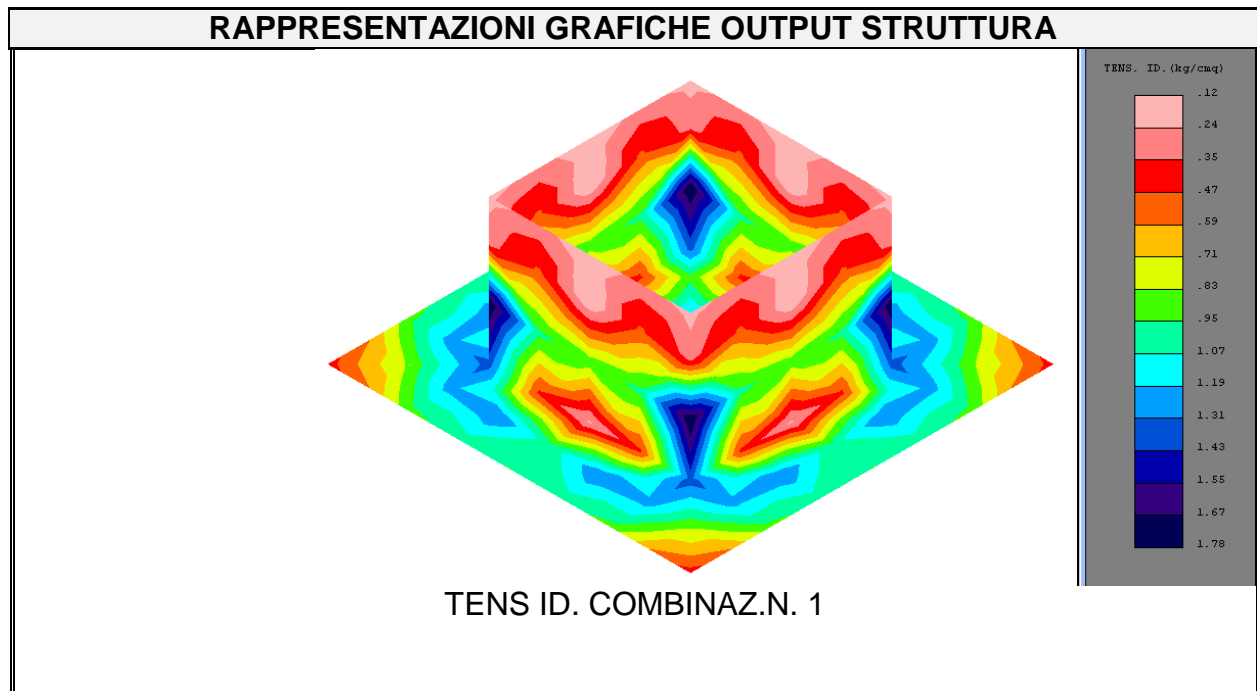
COMBINAZIONI DI CARICO SLU																																							
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
1 - Permanente strutturale	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2 - Sovraccarico permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10 - Cenere vulcanica	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0		
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	0	1	0,3	0	
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0,3	
	statiche					sisma + acqua					sism.+ acqua+ cener					sisma no acqua					sism. no acq.+ cener																		

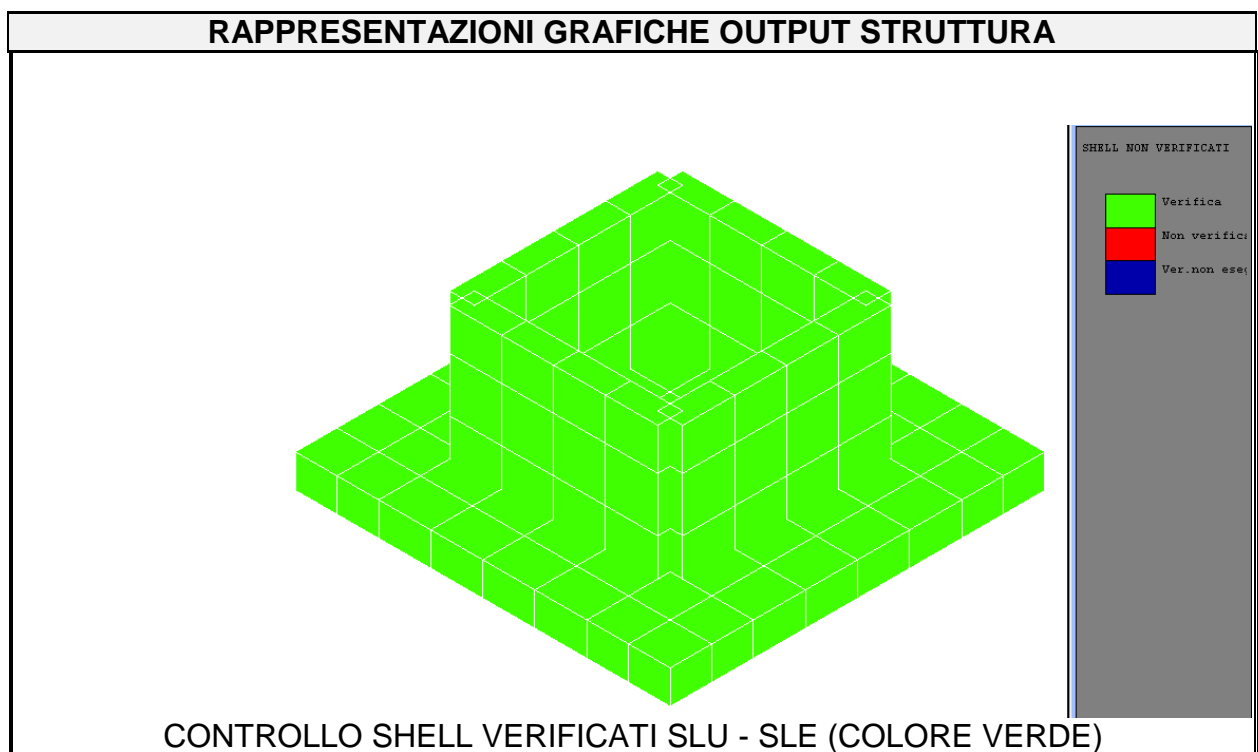
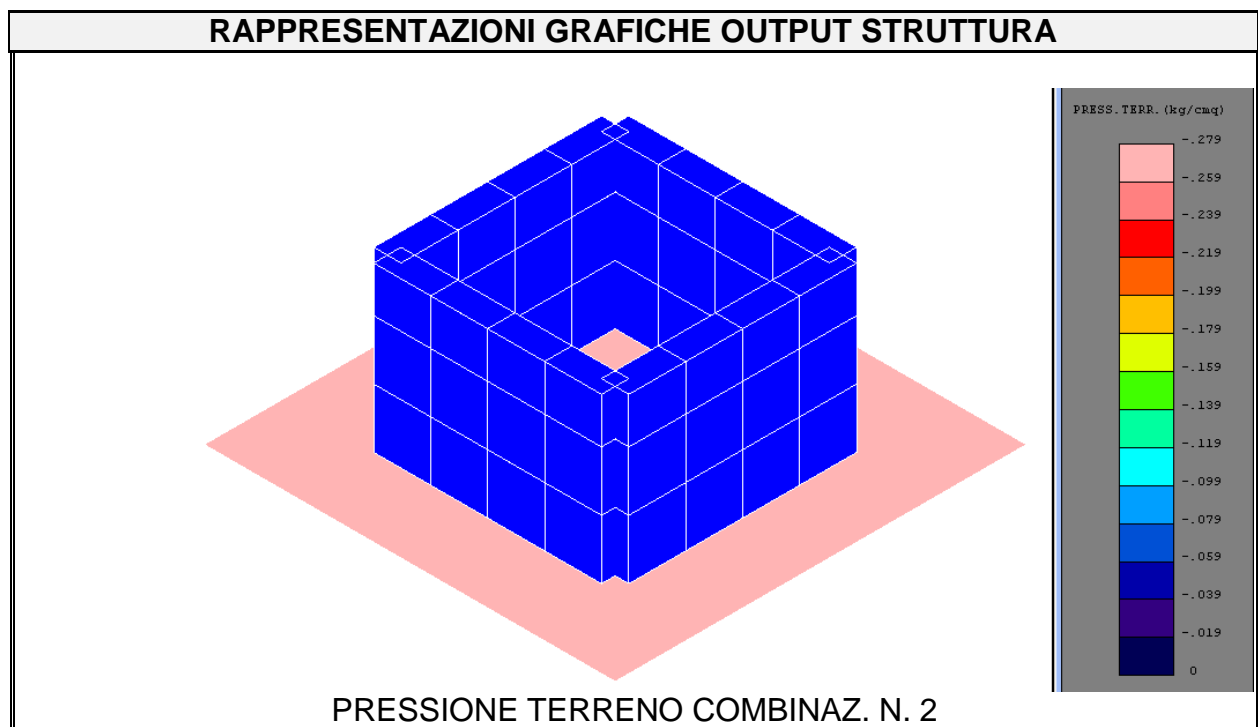
COMBINAZIONI DI CARICO RARE					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 - Cenere vulcanica	1	1	0	0	1
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

COMBINAZIONI DI CARICO FREQUENTI					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 - Cenere vulcanica	0,9	0,9	0	0	0,9
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

COMBINAZIONI DI QUASI PERMANENTI					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 – Cenere vulcanica	0,8	0,8	0	0	0,8
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

7. SINTESI DEI RISULTATI





L'ultima immagine riporta la sintesi globale delle verifiche agli SLU ed allo SLE, come riscontrabile da quest'ultima e dal tabulato, riportato nel successivo paragrafo, **tutte le verifiche risultano soddisfatte.**

8. TABULATI DI CALCOLO

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

quota N.ro:	:	Quota a cui si trova l'elemento
Perim. N.ro	:	Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
Nodo 3d N.ro	:	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
Nx	:	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
Ny	:	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
Txy	:	Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	:	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	:	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	:	Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
$\epsilon_{cx} * 10000$:	Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
$\epsilon_{cy} * 10000$:	Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
$\epsilon_{fx} * 10000$:	Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_{fy} * 10000$:	Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	:	Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	:	Area totale armatura superiore diretta lungo y
Ax inferiore	:	Area totale armatura inferiore diretta lungo x
Ay inferiore	:	Area totale armatura inferiore diretta lungo y
Atag	:	Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni

σ_t	:	Tensione massima di contatto con il terreno
Eta	:	Abbassamento verticale del nodo in esame
Fpunz	:	Forza punzonante sulla piastra
Apunz	:	Armatura sufficiente da sola ad assorbire la forza punzonante

Nel caso di stampa di verifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

Molt.	:	<i>Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>
x/d	:	<i>Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota	: Quota a cui si trova l'elemento
Perim.	: Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
Nodo	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
Comb Cari	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
Fes lim	: Fessura limite espressa in mm
Fess.	: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
Dist mm	: Distanza fra le fessure
Combin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
Mf X	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
Mf Y	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
Cos teta	: Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
Sin teta	: Seno dell'angolo teta
Combina Carico	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
s lim	: Valore della tensione limite in Kg/cm ²
s cal	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm ² sulla faccia di normale x
Conbin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Mf X	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
s cal	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm ² sulla faccia di normale y
Conbin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Mf Y	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
N Y	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																					
Quo N.r	Per N.r	Nodo 3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ec x *10000	ec y	ef x *10000	ef y	Ax s cmq	Ay s cmq	Ax i cmq	Ay i cmq	Atag cmq	ct kg/cmq	eta mm	Fpunz kg	Apunz cmq
0	1	1	0	0	0	574	574	60	1	1	9	9	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	94	0	0	0	127	127	-44	0	0	2	2	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	110	0	0	0	292	119	0	0	0	5	2	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	111	0	0	0	332	137	-35	0	0	5	2	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	112	0	0	0	412	368	64	1	0	7	6	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	113	0	0	0	282	253	0	0	0	5	4	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	114	0	0	0	412	368	-64	1	0	7	6	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	115	0	0	0	363	305	-9	0	0	6	5	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	116	0	0	0	201	137	39	0	0	3	2	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	117	0	0	0	263	263	67	0	0	4	4	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	118	0	0	0	137	201	39	0	0	2	3	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	119	0	0	0	305	363	-9	0	0	5	6	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	120	0	0	0	137	332	-35	0	0	2	5	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	121	0	0	0	119	292	0	0	0	2	5	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	122	0	0	0	137	332	35	0	0	2	5	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	123	0	0	0	368	412	-64	0	1	6	7	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	124	0	0	0	253	282	0	0	0	4	5	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	125	0	0	0	368	412	64	0	1	6	7	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	126	0	0	0	305	363	9	0	0	5	6	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	127	0	0	0	137	201	-39	0	0	2	3	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	128	0	0	0	263	263	-67	0	0	4	4	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		
0	1	129	0	0	0	201	137	-39	0	0	3	2	0,8	0,8	6,0	6,0	0,0	0,2	-2,2		

S.L.E. - VERIFICA PIASTRE - QUOTA: 0 ELEMENTO: 1																								
		FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y							
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (*m)	NX (t)	MfY (*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (*m)	N (t)	
0	1	1	Rara											RaraCls	192,0	3,9	2	0,4	0,0	3,9	2	0,4	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,4	0,0	0,4	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	122	2	0,4	0,0	122	2	0,4	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,4	0,0	0,4	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	3,9	2	0,4	0,0	3,9	2	0,4	0,0	
0	1	94	Rara											RaraCls	192,0	0,8	2	0,1	0,0	0,8	2	0,1	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	27	2	0,1	0,0	27	2	0,1	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,8	2	0,1	0,0	0,8	2	0,1	0,0	
0	1	110	Rara											RaraCls	192,0	2,0	2	0,2	0,0	0,8	2	0,1	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	62	2	0,2	0,0	26	2	0,1	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,0	2	0,2	0,0	0,8	2	0,1	0,0	
0	1	111	Rara											RaraCls	192,0	2,2	2	0,2	0,0	0,9	2	0,1	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	70	2	0,2	0,0	29	2	0,1	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,2	2	0,2	0,0	0,9	2	0,1	0,0	
0	1	112	Rara											RaraCls	192,0	2,8	2	0,3	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	87	2	0,3	0,0	79	2	0,3	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,8	2	0,3	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
0	1	113	Rara											RaraCls	192,0	1,9	2	0,2	0,0	1,7	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	60	2	0,2	0,0	54	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	1,9	2	0,2	0,0	1,7	2	0,2	0,0	
0	1	114	Rara											RaraCls	192,0	2,8	2	0,3	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	87	2	0,3	0,0	79	2	0,3	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,8	2	0,3	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
0	1	115	Rara											RaraCls	192,0	2,5	2	0,3	0,0	2,1	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	77	2	0,3	0,0	65	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,5	2	0,3	0,0	2,1	2	0,2	0,0	
0	1	116	Rara											RaraCls	192,0	1,3	2	0,1	0,0	0,9	2	0,1	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	42	2	0,1	0,0	29	2	0,1	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	1,3	2	0,1	0,0	0,9	2	0,1	0,0	
0	1	117	Rara											RaraCls	192,0	1,8	2	0,2	0,0	1,8	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	55	2	0,2	0,0	55	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	1,8	2	0,2	0,0	1,8	2	0,2	0,0	
0	1	118	Rara											RaraCls	192,0	0,9	2	0,1	0,0	1,3	2	0,1	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	29	2	0,1	0,0	42	2	0,1	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,9	2	0,1	0,0	1,3	2	0,1	0,0	
0	1	119	Rara											RaraCls	192,0	2,1	2	0,2	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	65	2	0,2	0,0	77	2	0,3	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,1	2	0,2	0,0	2,5	2	0,3	0,0	
0	1	120	Rara											RaraCls	192,0	0,9	2	0,1	0,0	2,2	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	29	2	0,1	0,0	70	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,9	2	0,1	0,0	2,2	2	0,2	0,0	
0	1	121	Rara											RaraCls	192,0	0,8	2	0,1	0,0	2,0	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	26	2	0,1	0,0	62	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,8	2	0,1	0,0	2,0	2	0,2	0,0	
0	1	122	Rara											RaraCls	192,0	0,9	2	0,1	0,0	2,2	2	0,2	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	29	2	0,1	0,0	70	2	0,2	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,9	2	0,1	0,0	2,2	2	0,2	0,0	
0	1	123	Rara											RaraCls	192,0	2,5	2	0,3	0,0	2,8	2	0,3	0,0	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	79	2	0,3	0,0	87	2	0,3	0,0	
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	PermCls	144,0	2,5	2	0,3	0,0	2,8	2	0,3	0,0	
0	1	124	Rara											RaraCls	192,0	1,7	2	0,2</						

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1																			
Gr.Q	Gen	Nodo 3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt	eta
N.ro	N.r	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	cmq	cmq	cmq	cmq	cmq	kg/cmq	mm
1	1	66	-911	1	319	7	122	-1	0	0	0	3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	1	67	-746	-513	964	-1	113	4	0	0	0	1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-2,2

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2																			
Gr.Q	Gen	Nodo 3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt	eta
N.ro	N.r	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	cmq	cmq	cmq	cmq	cmq	kg/cmq	mm
1	2	1	-2500	-5612	1086	50	225	6	0	0	0	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	0,22	-2,2
1	2	16	-123	310	229	43	225	-2	0	1	1	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,22	-2,2
1	2	49	-114	-444	636	-58	-47	-24	0	0	1	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-2,2
1	2	62	509	-142	301	34	-41	19	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	2	63	226	-101	67	-80	-20	-1	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	2	64	509	-142	301	34	-41	-19	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3																			
Gr.Q	Gen	Nodo 3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt	eta
N.ro	N.r	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	cmq	cmq	cmq	cmq	cmq	kg/cmq	mm
1	3	5	-2500	-5612	1086	-50	0	6	0	0	0	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	0,22	-2,2
1	3	36	-123	310	229	-43	-225	-2	0	1	1	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,22	-2,2
1	3	55	-114	-444	636	58	47	-24	0	0	1	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-2,2
1	3	68	509	-142	301	-35	41	19	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	3	69	226	-101	67	80	20	-1	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	3	70	509	-142	301	-35	41	-10	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2

S.L.U. - AZIONI S.L.V. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4																			
Gr.Q	Gen	Nodo 3d	Nx	Ny	Txy	Mx	My	Mxy	εc x	εc y	εf x	εf y	Ax s.	Ay s.	Ax i.	Ay i.	Atag.	σt	eta
N.ro	N.r	N.ro	Kg/m	Kg/m	Kg/m	kgm/m	kgm/m	kgm/m	*10000	*10000	*10000	*10000	cmq	cmq	cmq	cmq	cmq	kg/cmq	mm
1	4	1	-2500	-5612	1086	-50	0	-6	0	0	0	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1	0,22	-2,2
1	4	25	-123	310	229	-43	-225	-2	0	1	1	6	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,22	-2,2
1	4	61	-114	-444	636	58	47	-24	0	0	1	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,1		-2,2
1	4	71	509	-142	301	-35	41	19	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	4	72	226	-101	67	80	20	-1	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2
1	4	73	509	-142	301	-35	41	-10	0	0	2	0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0		-2,2

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1																							
GrQ	Gen	Nodo	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t'm)	NX (t)	MfY (t'm)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t'm)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t'm)	N (t)
1	1	2	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	0,2	-4,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	5	2	0,0	-1,8	13	2	0,2	-4,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	0,2	-4,1
1	1	29	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	0,2	0,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	7	2	0,0	-0,1	7,1	2	0,2	0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	0,2	0,1
1	1	43	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	12	2	0,0	0,2	1	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
1	1	65	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,3	2	0,0	-0,7	1,1	2	0,1	-0,5
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	RaraFer	3600	2	2	0,0	-0,7	1,3	2	0,1	-0,5
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,3	2	0,0	-0,7	1,1	2	0,1	-0,5
1	1	66	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,9	0,1	-0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,5	2	0,0	-0,9	1,3	2	0,1	-0,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,9	0,1	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	3	2	0,0	-0,9	3,3	2	0,1	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,9	0,1	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,5	2	0,0	-0,9	1,3	2	0,1	-0,1
1	1	67	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,3	2	0,0	-0,7	1,1	2	0,1	-0,5
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	RaraFer	3600	2	2	0,0	-0,7	1,3	2	0,1	-0,5
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,7	0,1	-0,5	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,3	2	0,0	-0,7	1,1	2	0,1	-0,5

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 2																							
GrQ	Gen	Nodo	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t'm)	NX (t)	MfY (t'm)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t'm)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t'm)	N (t)
1	2	1	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	0,2	-4,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	5	2	0,0	-1,8	13	2	0,2	-4,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-1,8	0,2	-4,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	0,2	-4,1
1	2	16	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	0,2	0,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	7	2	0,0	-0,1	7,1	2	0,2	0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	0,2	0,1
1	2	49	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,1	2	0,0	-0,2	0,2	2	0,0	-0,4
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	1	2	0,0	-0,2	1	2	0,0	-0,4
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,1	2	0,0	-0,2	0,2	2	0,0	-0,4
1	2	62	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
			Freq	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	12	2	0,0	0,2	1	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
1	2	63	Rara	0,3	0,00	0	2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraCls	192,0								

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 3																							
GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
1	3	70	Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,2	2	0,0	0,0	0,1	2	0,0	-0,1
			Rara											RaraCls	192,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	12	2	0,0	0,2	1	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4																							
GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y					
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)
1	4	1	Rara										RaraCls	192,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	-0,2	-4,1	
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	-1,8	-0,2	-4,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	5	2	0,0	-1,8	13	2	-0,2	-4,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-1,8	-0,2	-4,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,8	2	0,0	-1,8	2,3	2	-0,2	-4,1
1	4	25	Rara									RaraCls	192,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	-0,2	0,1		
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,1	-0,2	0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	7	2	0,0	-0,1	71	2	-0,2	0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,1	-0,2	0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,5	2	0,0	-0,1	2,5	2	-0,2	0,1
1	4	61	Rara									RaraCls	192,0	0,1	2	0,0	-0,2	0,2	2	0,0	-0,4		
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,000	0,000	RaraFer	3600	1	2	0,0	-0,2	1	2	0,0	-0,4
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	-0,2	0,0	-0,4	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,1	2	0,0	-0,2	0,2	2	0,0	-0,4
1	4	71	Rara									RaraCls	192,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1		
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	12	2	0,0	0,2	1	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1
1	4	72	Rara									RaraCls	192,0	0,2	2	0,0	0,0	0,1	2	0,0	-0,1		
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	4	2	0,0	0,0	0	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,2	2	0,0	0,0	0,1	2	0,0	-0,1
1	4	73	Rara									RaraCls	192,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1		
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	RaraFer	3600	12	2	0,0	0,2	1	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	0,2	0,0	-0,1	0,000	0,000	PermCls	144,0	0,0	1	0,0	0,0	0,2	2	0,0	-0,1

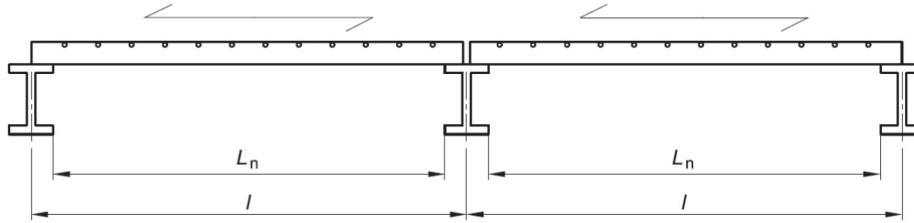
9. VERIFICHE GRIGLIATO COPERTURA

Verifica profili longitudinali

CARATTERISTICHE PROFILO			
IPE 180 S275		N° profili	1
J _y [cm ⁴]	1137,00	J _x [cm ⁴]	100,90
g [kN/ml]	0,19	J _T [cm ⁴]	4,79
V _{y,Rd} [kN]	170,20	V _{x,Rd} [kN]	220,20
M _{y,Rd} [kNm]	43,58	M _{x,Rd} [kNm]	9,06
L [m]	3,30	i [m]	1,25
Inclinazione [°]	0,00	J' _y [cm ⁴]	1137,00
ANALISI DEI CARICHI			
Peso proprio G ₁	0,50	[kN/mq]	0,19 [kN/ml]
P.P. portati G ₂	0,00	[kN/mq]	0,00 [kN/ml]
P.P. portati G ₂	0,00	[kN]	concentrato in mezz.
Accidentali Q	1,00	[kN/mq]	0,00 [kN/ml]
Accidentali Q	0,00	[kN]	concentrato in mezz.
STATO LIMITE ULTIMO			
q [kN/m]	2,93	P [kN]	0,00
V _{,Ed} [kN]	4,84	M _{,Ed} [kNm]	3,99
V _{y,Ed} /V _{y,Rd}	0,03	V _{x,Ed} /V _{x,Rd}	0,00
M _{y,Ed} /M _{y,Rd}	0,09	M _{x,Ed} /M _{x,Rd}	0,00
M _{y,Ed} /M _{y,Rd} + M _{x,Ed} /M _{x,Rd} ≤ 1		0,09	≤ 1
VERIFICA SODDISFATTA			
STATO LIMITE DI ESERCIZIO			
Tipologia strutturale:			
Coperture praticabili			
G ₁ +G ₂ [kN/m]	0,81	Q [kN/m]	1,25
G ₂ [kN]	0,00	Q [kN]	0,00
δ _{2, LIM} [cm]	1,10	δ ₂ [cm]	0,08
δ _{max, LIM} [cm]	1,32	δ _{max} [cm]	0,13
VERIFICA SODDISFATTA			

Dimensionamento grigliato da tabella costruttore

PANNELLI SU APPOGGI CONSECUTIVI



Interasse profili 125 cm

GRIGLIATO DI TIPO ELETTRORSALDATO (GES)

FIGURA 1A

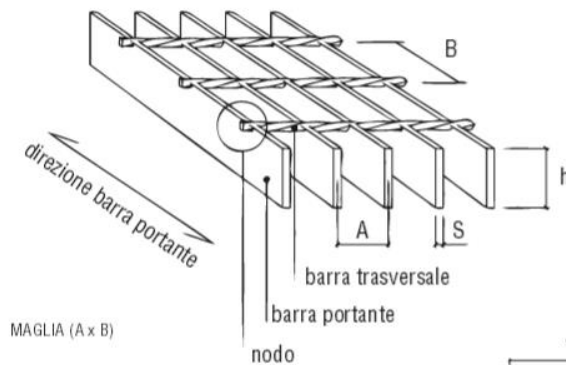
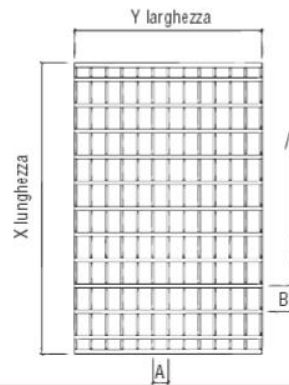


FIGURA 2A



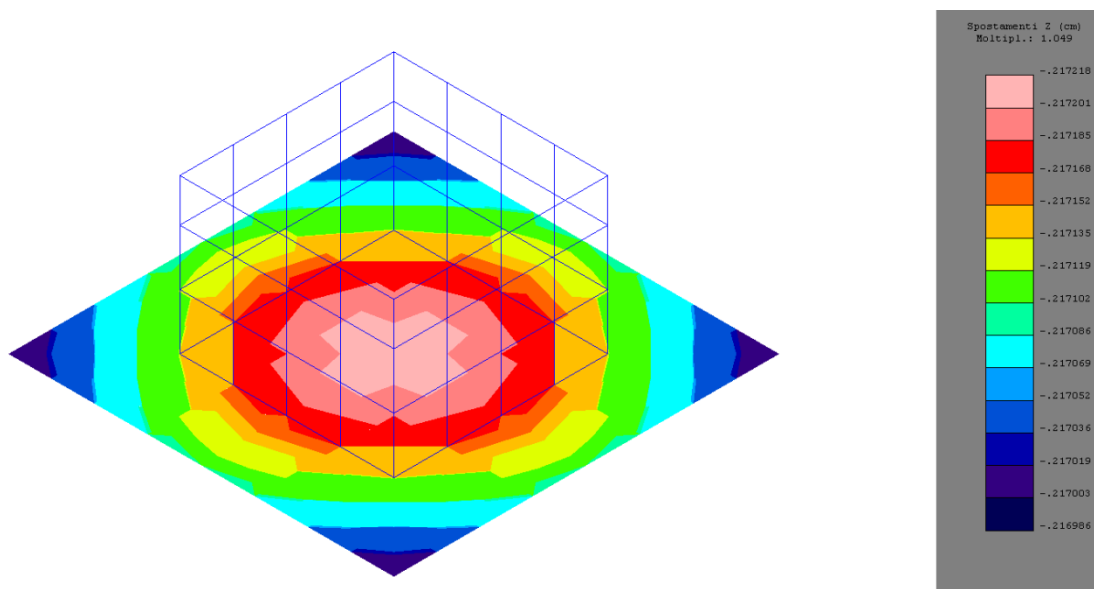
Sezione barre portanti	Interasse barre portanti (mm)																			
	11		15		17		22		25		30		33		34		44		66	
	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f	L_n	f
20 x 2	1129	5,00	1045	5,00	1013	5,00	933	4,65	894	4,46	842	4,21	815	4,06	807	4,02	741	3,70	633	2,96
25 x 2	1335	5,00	1235	5,00	1197	5,00	1123	5,00	1087	5,00	1039	5,00	1014	5,00	1007	5,00	926	4,62	792	3,71
30 x 2	1531	5,00	1417	5,00	1373	5,00	1287	5,00	1247	5,00	1191	5,00	1163	5,00	1154	5,00	1082	5,00	950	4,44
35 x 2	1718	5,00	1590	5,00	1541	5,00	1445	5,00	1400	5,00	1337	5,00	1306	5,00	1296	5,00	1215	5,00	1098	5,00
40 x 2	1900	5,00	1758	5,00	1704	5,00	1597	5,00	1547	5,00	1478	5,00	1443	5,00	1432	5,00	1343	5,00	1214	5,00
45 x 2	2075	5,00	1920	5,00	1861	5,00	1745	5,00	1690	5,00	1615	5,00	1577	5,00	1565	5,00	1467	5,00	1326	5,00
50 x 2	2246	5,00	2078	5,00	2014	5,00	1888	5,00	1829	5,00	1747	5,00	1706	5,00	1694	5,00	1588	5,00	1435	5,00
25 x 3	1478	5,00	1367	5,00	1325	5,00	1242	5,00	1203	5,00	1150	5,00	1123	5,00	1114	5,00	1045	5,00	926	4,62
30 x 3	1694	5,00	1568	5,00	1519	5,00	1425	5,00	1380	5,00	1318	5,00	1287	5,00	1278	5,00	1198	5,00	1082	5,00
35 x 3	1902	5,00	1760	5,00	1706	5,00	1599	5,00	1549	5,00	1480	5,00	1445	5,00	1434	5,00	1345	5,00	1215	5,00
40 x 3	2102	5,00	1945	5,00	1885	5,00	1768	5,00	1712	5,00	1636	5,00	1597	5,00	1585	5,00	1486	5,00	1343	5,00
45 x 3	2296	5,00	2125	5,00	2060	5,00	1931	5,00	1870	5,00	1787	5,00	1745	5,00	1732	5,00	1624	5,00	1467	5,00
50 x 3	2485	5,00	2300	5,00	2229	5,00	2090	5,00	2024	5,00	1934	5,00	1888	5,00	1874	5,00	1757	5,00	1588	5,00
60 x 3	2850	5,00	2637	5,00	2556	5,00	2396	5,00	2321	5,00	2217	5,00	2165	5,00	2149	5,00	2015	5,00	1821	5,00
70 x 3	3199	5,00	2960	5,00	2869	5,00	2690	5,00	2605	4,99	2489	5,00	2430	5,00	2412	5,00	2262	5,00	2044	5,00
80 x 3	3536	5,00	3272	5,00	3171	5,00	2973	5,00	2880	5,00	2751	5,00	2687	5,00	2667	5,00	2500	5,00	2259	5,00

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

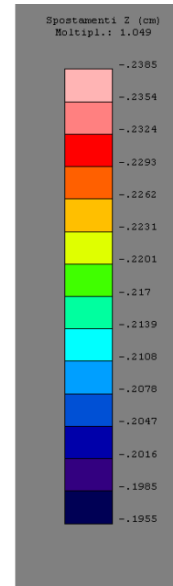
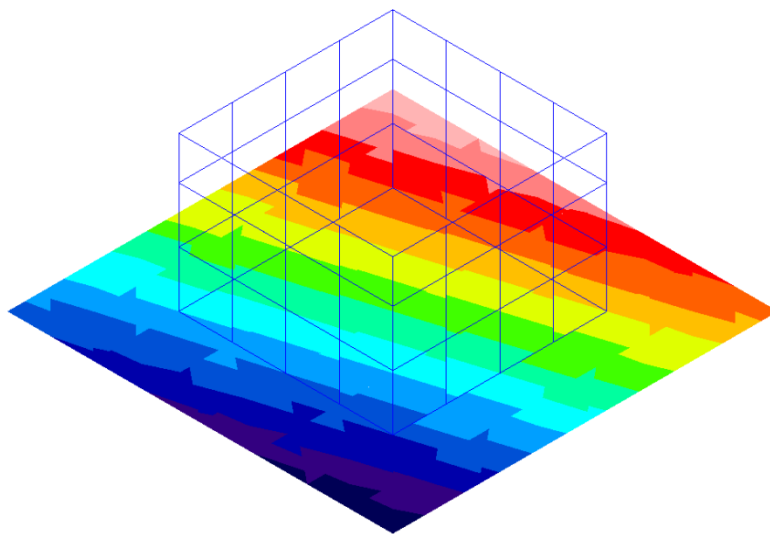
Si riportano delle rappresentazioni grafiche degli abbassamenti per le combinazioni di carico più significative utilizzando l'approccio 1, due diverse famiglie di combinazioni per le verifiche geotecniche e strutturali. che rappresentano rispettivamente il massimo carico statico, il sisma direzione x+ ed il sisma in direzione y+.

I modesti abbassamenti confermano il dimensionamento cautelativo dell'apparato fondale.

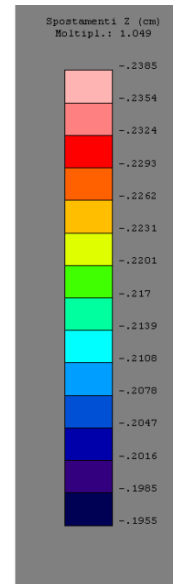
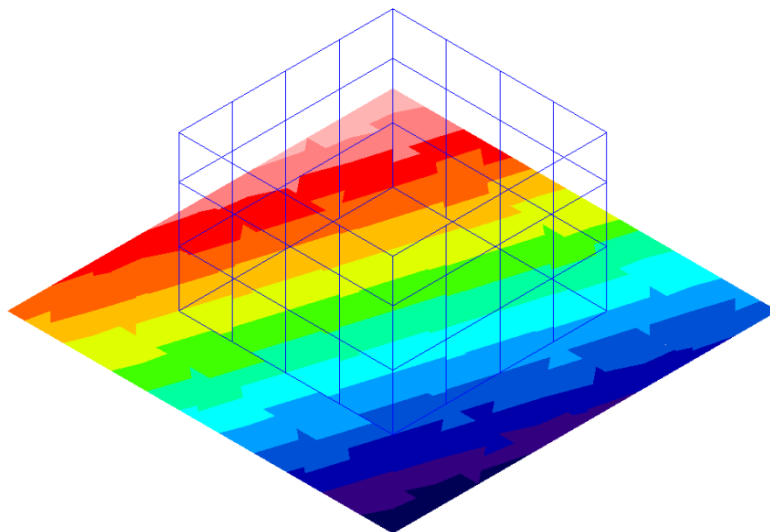
Alle rappresentazioni grafiche seguita il calcolo dei sudetti cedimenti e la verifica della capacità portante della platea.



Abbassamenti comb A2-1



Abbassamenti comb A2-2



Abbassamenti comb A2-3

CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi Winkler. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di Steinbrenner, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L :

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2008 7.11.5.3.1)

La verifica consiste nel controllare che la componente permanente degli spostamenti indotti dal sisma sia compatibile con la prestazione SLD della sovrastruttura.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua una analisi non lineare del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo P-Y di tipo iperbolico, mediante le seguenti formule:

$$p(u) = \frac{u}{\frac{1}{E_s} + \frac{u}{p_u}}$$

essendo:

- p(u) : pressione di contatto
- u: cedimento non lineare
- Es: rigidezza tangente all'origine del terreno valutato come u_e/p ovvero come rapporto del cedimento elastico istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca
- pu: pressione ultima del terreno valutato per i valori caratteristici del terreno

Lo spostamento permanente sarà quindi lo spostamento complessivo depurato della parte reversibile elastica:

$$u_r = u(p) - \frac{p}{E_s}$$

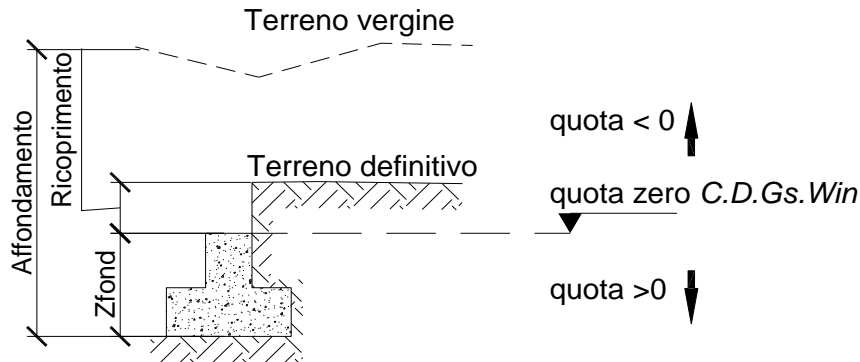
Tali spostamenti permanenti si determinano quindi come segue:

- si implementa il sistema fondazione + terreno non lineare secondo il modello sopra descritto;
- si esegue il calcolo non lineare del sistema fondazione-terreno imponendo i carichi dello SLD;
- si portano a zero i carichi esterni e si valutano gli spostamenti residui (che sono appunto i cedimenti permanenti SLD cercati).

La verifica di compatibilità degli spostamenti viene quindi effettuata dal progettista in funzione delle caratteristiche della struttura e delle prestazioni assegnate ovvero utilizzando un riferimento tecnico riconosciuto dalla NTC 2008 quali UNI EN 2007, FEMA 27X, Circolari applicative, linee guida, etc...

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante le platee.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

- Plinto** : Numero di plinto
- Q.t.v.** : quota terreno vergine
- Q.t.d.** : quota definitiva terreno
- Q.falda** : quota falda
- InclTer** : inclinazione terreno
- Num Str** : Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
- Sp.str.** : Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
- Peso Sp** : peso specifico
- Fi** : angolo di attrito interno
- C'** : coesione drenata
- Cu** : coesione NON drenata
- Mod.El.** : modulo elastico
- Poisson** : coeff. Poisson
- Coeff. Lambe** : coefficiente beta di Lambe
- Gr.Sovr** : grado di sovraconsolidazione

Mod.Ed. : modulo edometrico

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiche' tutti i coefficienti di sicurezza sono già stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza è soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non è stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

DATI GENERALI			
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
		TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio		1,00	1,25
Peso Specifico		1,00	1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00	1,40
Tipo Approccio		Doppia Combinaz.:(A1+M1+R1) e (A2+M2+R2)	
Tipo di fondazione		Superficiale	
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante	1,00	1,80	
Scorrimento	1,00	1,00	

STRATIGRAFIA PLATEA															
Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,50	0,00		0	1	1	10,00	2100	30,00	0,00	0,00	300,00	0,20	1	0,00
						2		1600	30,00	0,00	0,00	500,00	0,20	1	0,00

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	44	46	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	56	59	1,050	0						OK
A1 / 3	56	59	1,050	0						OK
A1 / 4	56	59	1,050	0						OK
A1 / 5	56	59	1,050	0						OK
A1 / 6	42	44	1,050	0						OK
A1 / 7	42	44	1,050	0						OK
A1 / 8	42	44	1,050	0						OK
A1 / 9	42	44	1,050	0						OK
A1 / 10	42	44	1,050	0						OK
A1 / 11	42	44	1,050	0						OK
A1 / 12	42	44	1,050	0						OK
A1 / 13	42	44	1,050	0						OK
A1 / 14	42	44	1,050	0						OK
A1 / 15	42	44	1,050	0						OK
A1 / 16	42	44	1,050	0						OK
A1 / 17	42	44	1,050	0						OK
A1 / 18	42	44	1,050	0						OK
A1 / 19	42	44	1,050	0						OK
A1 / 20	42	44	1,050	0						OK
A1 / 21	42	44	1,050	0						OK
A1 / 22	34	35	1,050	0						OK
A1 / 23	34	35	1,050	0						OK
A1 / 24	34	35	1,050	0						OK
A1 / 25	34	35	1,050	0						OK
A1 / 26	34	35	1,050	0						OK
A1 / 27	34	35	1,050	0						OK
A1 / 28	34	35	1,050	0						OK
A1 / 29	34	35	1,050	0						OK
A1 / 30	34	35	1,050	0						OK
A1 / 31	34	35	1,050	0						OK
A1 / 32	34	35	1,050	0						OK
A1 / 33	34	35	1,050	0						OK
A1 / 34	34	35	1,050	0						OK
A1 / 35	34	35	1,050	0						OK

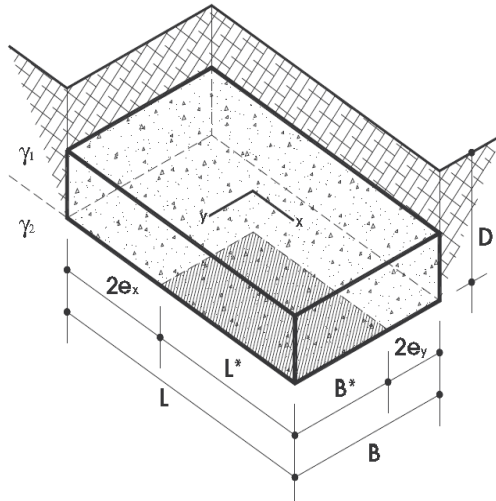
PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%Pl. Moll	Moltipl. Minimo	STATUS (m)
A1 / 36	34	35	1,050	0						OK
A1 / 37	34	35	1,050	0						OK
A2 / 1	42	44	1,050	0						OK
A2 / 2	42	44	1,050	0						OK
A2 / 3	42	44	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.:A1 / 1														
Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE		Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE		Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE	
	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl		SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl		SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,228	ELAST.			2	-0,228	ELAST.			5	-0,228	ELAST.		
6	-0,228	ELAST.			15	-0,228	ELAST.			16	-0,228	ELAST.		
19	-0,228	ELAST.			20	-0,228	ELAST.			21	-0,228	ELAST.		
22	-0,228	ELAST.			23	-0,228	ELAST.			24	-0,228	ELAST.		
25	-0,228	ELAST.			26	-0,228	ELAST.			27	-0,228	ELAST.		
28	-0,228	ELAST.			29	-0,228	ELAST.			30	-0,228	ELAST.		
31	-0,228	ELAST.			32	-0,228	ELAST.			33	-0,228	ELAST.		
34	-0,228	ELAST.			35	-0,228	ELAST.			36	-0,228	ELAST.		
37	-0,228	ELAST.			74	-0,227	ELAST.			75	-0,227	ELAST.		
76	-0,227	ELAST.			77	-0,227	ELAST.			78	-0,227	ELAST.		
79	-0,227	ELAST.			80	-0,227	ELAST.			81	-0,227	ELAST.		
82	-0,227	ELAST.			83	-0,228	ELAST.			84	-0,227	ELAST.		
85	-0,227	ELAST.			86	-0,227	ELAST.			87	-0,227	ELAST.		
88	-0,227	ELAST.			89	-0,227	ELAST.			90	-0,227	ELAST.		
91	-0,227	ELAST.			92	-0,227	ELAST.			93	-0,227	ELAST.		
94	-0,227	ELAST.			95	-0,227	ELAST.			96	-0,227	ELAST.		
97	-0,227	ELAST.			98	-0,227	ELAST.			99	-0,227	ELAST.		
100	-0,227	ELAST.			101	-0,227	ELAST.			102	-0,228	ELAST.		
103	-0,227	ELAST.			104	-0,227	ELAST.			105	-0,227	ELAST.		
106	-0,227	ELAST.			107	-0,227	ELAST.			108	-0,227	ELAST.		
109	-0,227	ELAST.			110	-0,227	ELAST.			111	-0,227	ELAST.		
112	-0,227	ELAST.			113	-0,228	ELAST.			114	-0,227	ELAST.		
115	-0,227	ELAST.			116	-0,227	ELAST.			117	-0,227	ELAST.		
118	-0,227	ELAST.			119	-0,227	ELAST.			120	-0,227	ELAST.		
121	-0,227	ELAST.			122	-0,227	ELAST.			123	-0,227	ELAST.		
124	-0,228	ELAST.			125	-0,227	ELAST.			126	-0,227	ELAST.		
127	-0,227	ELAST.			128	-0,227	ELAST.			129	-0,227	ELAST.		

Per il controllo dei risultati si è effettuata una verifica classica come riportato.

Dati di input generale e geometria fondazione

Teoria statica: EC7-2004		[B] Larghezza (dir y):	5.10 m	[L] Lunghezza (dir x):	5.10 m
Geometria fondazione		[D] Profondità (dir z):		[β] Angolo di inclinazione del pendio:	0.30 m
[η] Angolo di inclinazione del piano di posa nella direzione di B:	0.0°	Carico permanente uniforme al piano campagna [q0]:	0.00 kPa	Profondità falda dal piano di campagna:	-3.40 m
Criterio di punzonamento:	NESSUNO	Condizione di verifica:	DRENATA		



Stratigrafia del terreno

N.	y _{nat}	y _{sat}	φ	c'	c _u	H _{str}	E _{ed}	D _r
1	21.00	21.00	28.0	0.00	0.00	10.00	30000.00	0.90
2	18.00	16.00	30.0	0.00	0.00	10.00	50000.00	0.90
3	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Legenda

N.	: Numero strato dal piano di campagna verso il basso
y _{nat}	: Peso specifico contenuto naturale d'acqua (kN/m ³)
y _{sat}	: Peso specifico condizioni di saturazione d'acqua (kN/m ³)
φ	: angolo d'attrito interno (deg)
c'	: Coesione drenata (kPa)
c _u	: Coesione non drenata (kPa)
H _{str}	: Spessore dello strato (m)
E _{ed}	: Modulo edometrico (kPa)
D _r	: Densità relativa

Dati geotecnici di calcolo terreno equivalente

Medie ponderate svolte tra le quote 0.30 m e 10.50 m

y	φ	c'	c _u	E _{ed}	D _r
13.79	28.1	0.00		30980.39	0.90

Descrizione sintetica della teoria utilizzata

$$q_{ult} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot p_c \cdot e_c + q' \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot p_q \cdot e_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot p_\gamma \cdot e_\gamma$$

$$Q_{ult} = q_{ult} \cdot B \cdot L'$$

Fattori di capacità portante

$$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$$

$$N_q = e^{-\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \tan^2(\pi/4 + \phi/2)$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi)$$

Fattori di forma

$$s_c = s_q \cdot (1 - s_q) / (N_q - 1)$$

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin(\phi) \text{ - oppure } 1 + \sin(\phi) \text{ per fondazioni quadrate}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot B'/L' \text{ - oppure } 0.7 \text{ per fondazioni quadrate}$$

Fattori di inclinazione dei carichi

$$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_q = (1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\phi)))^m$$

$$i_\gamma = (1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\phi)))^{(m+1)}$$

Fattori di inclinazione base fondazione

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_q - 1)$$

$$b_q = (1 - \eta \cdot \tan(\phi))^2 \text{ - } \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

$$b_\gamma = (1 - \eta \cdot \tan(\phi))^2 \text{ - } \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

Fattori di punzonamento

$p_c=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)
 $p_q=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)
 $p_y=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)

Fattori riduttivi per sisma

$e_c=1.0$ (sisma non considerato)
 $e_q=1.0$ (sisma non considerato)
 $e_y=1.0$ (sisma non considerato)

q' : pressione litostatica alla profondità D (0.30 m) di imposta fondazione: 6.30 kPa
 I valori di γ , φ , c' sono i parametri geotecnici di calcolo del terreno equivalente (vedi tabella sopra riportata)
 B' , L' : Dimensioni efficaci della fondazione ($B'=B-2 \cdot M_x/N$ - $L'=L-2 \cdot M_y/N$) (se $B'>L'$ le due dimensioni vengono scambiate tra loro)
 π : valore di phi greco (3.14159...)
 V risultante dei tagli $\text{radq}(V_x^2+V_y^2)$ - N sforzo normale
 $m=(m_1 \cdot \cos^2(\theta)+m_2 \cdot \sin^2(\theta))$ - dove $m_1=(2+L'/B')/(1+L'/B')$, $m_2=(2+B'/L')/(1+B'/L')$, θ angolo di V con la direzione di L

Valori numerici dei dati che non si modificano ad ogni combinazione di carico

$N_c=$	26.000	$N_q=$	14.882	$N_y=$	14.825
$c'=$	0.00 kPa	$q=$	6.30 kPa	$y=$	13.79 kN/m ³

Descrizione simbologia ed opzioni speciali

Riferimento globale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z verticale
 Riferimento locale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z ortogonale alla base fondazione (eventualmente inclinata)

Combinazione di carico: 1 - statica

	N (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)	V_x (kN)	V_y (kN)		
	720.00					Riferimento globale	$B'=5.10$ m
	720.00					Riferimento locale	$L'=5.10$ m
	Fattori s	Fattori d	Fattori i	Fattori b	Fattori g	Fattori p	Fattori e
c	1.505		1.000	1.000			Globali
q	1.471		1.000	1.000			1.505
y	0.700		1.000	1.000			1.471
							0.700
$q_{ult}=$	502.95 kPa		$Q_{ult}=$ 13081.62 kN		$R=Q_{ult}/N = 18.169 > R3=2.3$		

Entrambi i metodi di verifica geotecnica, quello effettuato con il software di calcolo automatico e quello classico, forniscono esito positivo.

SOMMARIO

1.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	2
2.	MATERIALI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE	4
3.	INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA	13
4.	AZIONE SISMICA IDRODINAMICA	14
5.	COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE	24
6.	SINTESI DEI RISULTATI.....	30
7.	TABULATI DI CALCOLO	33
8.	VERIFICHE GRIGLIATO COPERTURA	42
9.	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	45

ALLEGATO A – VASCA 1: TORRINO DI CARICO E SOLLEVAMENTO

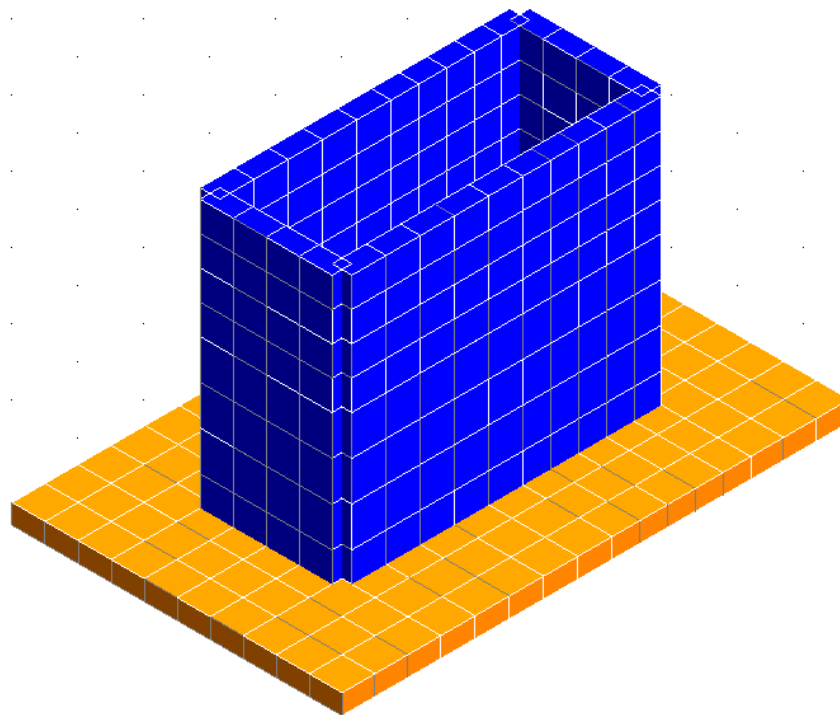
1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il torrino di carico e sollevamento in oggetto ha una pianta rettangolare con volume utile interno di lati 2,0 m x 4,9 m, con uno sviluppo verticale di 3,9 m, emergendo di 0,1 m dal piano campagna.

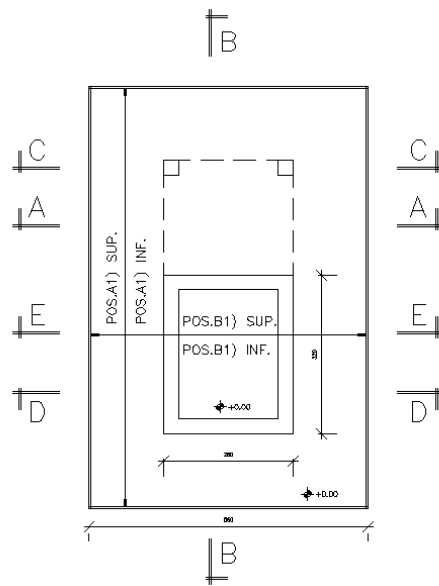
La piastra di fondazione si sviluppa tutta intorno l'impronta del torrino, per una distanza di 1,5 m, con dimensioni 5,6 m x 8,5 m.

La struttura prevista è in C.A. C32/40 con pareti da 30 cm e platea da 30 cm ed acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

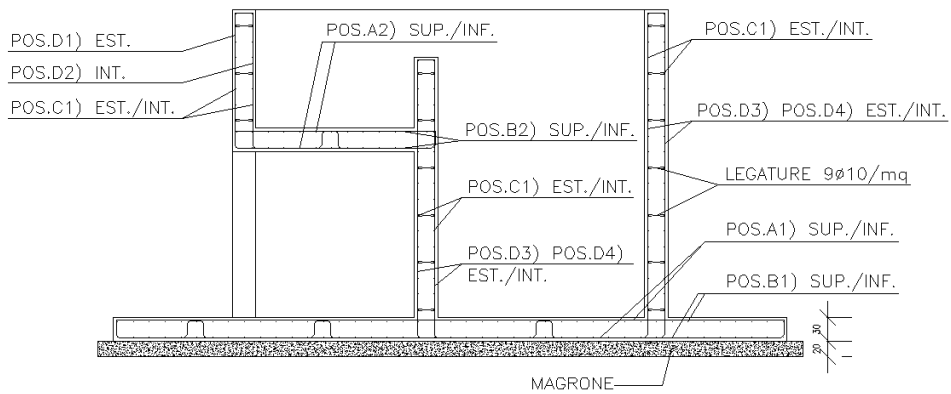
La copertura con grigliato tipo orso-grill con barre portanti 50x3 passo 25 mm su profili IPE 180 S275JR ad interasse di 200 cm.



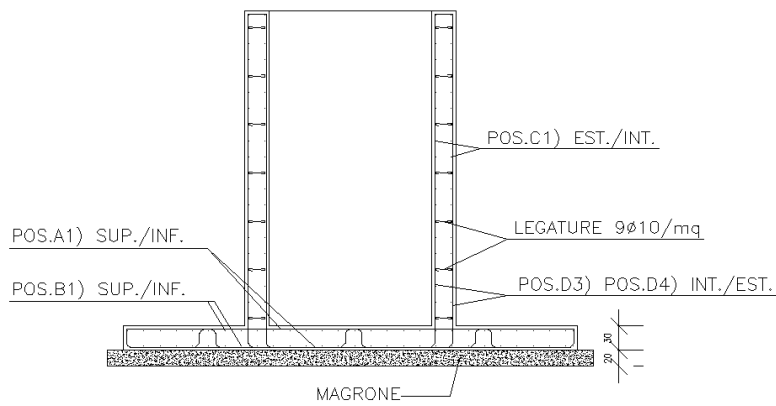
Vista 3d del modello F.E.M. utilizzato per le calcolazioni



Planimetria torrino



Sezione Longitudinale



Sezione Longitudinale

2. MATERIALI E PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

2.1. Classe di esposizione ambientale

Le classi di esposizione cui fare riferimento in Italia sono riportate nel prospetto 1 della norma UNI 11104, del quale, si riporta lo stralcio relativo “all’ambiente” che interessa le strutture in progetto, soggette a cicli di esposizione diretta con l’acqua meteorica.

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente:		
Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Conseguentemente le prescrizioni valide per il calcestruzzo esposto a detto ambiente sono riportate nella tabella di cui alla figura seguente:

CLASSE D'ESPOSIZIONE	MASSIMO A/C	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA	DOSAGGIO MINIMO DI CEMENTO [kg/m³]
XC1	0,60	C (25/30)	300
XC2	0,60	C (25/30)	300
XC3	0,55	C (28/35)	320
XC4	0,50	C (32/40)	340

Valori limite per il calcestruzzo in classe XC secondo il prospetto 4 della UNI 11104

Le NTC (cfr. punto 4.1.2.2.4.3), distinguono le condizioni ambientali in ordinarie, aggressive e molto aggressive, e definiscono, per ciascuna condizione, le corrispondenti classi di esposizione, come di seguito indicato nella tabella seguente (cfr. tab. 4.1.III delle NTC):

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Dette condizioni ambientali, insieme alla sensibilità alla corrosione delle armature determina la scelta degli stati limite di fessurazione (cfr. punto 4.1.2.4.5 delle NTC), nonché i valori dei “copriferrì” minimi da adottare nelle strutture.

Nella tabella seguente sono riassunti i valori dei prospetti 4.4N e 4.5N dell’EC2, che si riferiscono a strutture con vita utile di 50 e 100 anni.

CLASSE D'ESPOSIZIONE AMBIENTALE	SPESSORE MINIMO DI COPRIFERRO ($c_{min,dur}$)			
	VITA UTILE 50 ANNI		VITA UTILE 100 ANNI	
	C.A.	C.A.P.	C.A.	C.A.P.
X0	10	10	20	20
XC1	15	25	25	35
XC2, XC3	25	35	35	45
XC4	30	40	40	50
XS1, XD1	35	45	45	55
XS2, XD2	40	50	50	60
XS3, XD3	45	55	55	65

Spessori minimi del copriferro secondo i prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC 2:2005

2.2. Calcestruzzo

Calcestruzzo per fondazione ed elevazione

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_{c2}	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$	$\sigma_{c,QP}$
	[MPa]			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]			[MPa]	[MPa]
C32/40	32,00	0,85	1,50	33.346	18,13	3,03	2,12	1,41	3,63	4,77	3,18	0,00200	0,00350	19,20	14,40

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 16 \text{ mm}$
- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- Interferro minimo $d_{bars} = 37 \text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

Classe esposizione	Minima classe di resistenza	Rapporto (A/C) _{max}	Slump	Quantità minima cemento [kg/m ³]	Contenuto minimo aria	Altro
XC4	C32/40	0.50	S4	340	-	-

Calcestruzzo magro persottofondazione e per massetto pendenze

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32\text{mm}$

Classe	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{bk}	f_{bd}	ϵ_{c2}	ϵ_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$	$\sigma_{c,QP}$
	[MPa]			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]			[MPa]	[MPa]
C12/15	12,00	0,85	1,50	27.085	6,80	1,57	1,10	0,73	1,89	2,48	1,65	0,00200	0,00350	7,20	5,40

Calcestruzzo a prestazione garantita secondo UNI EN 206-1

- Cemento conforme alla norma EN 197-1
- Diametro massimo barre di armatura, $\Phi_{max} = 0 \text{ mm}$

- Aggregati normali conformi alla norma UNI EN 12620, $D_{\max} = 20 \text{ mm}$
- Interferro minimo $d_{\text{bars}} = 25 \text{ mm}$
- Acqua di impasto conforme alla norma EN 1008
- Additivi conformi alla norma EN 934-2

2.3. Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata

Classe acciaio	f_{yk}	γ_s	f_{tk}	E_s	f_{yd}	ϵ_{yd}	ϵ_{uk}	$(f_y/f_{y,nom})_k$	ϵ_{ud}	$k = (f_t/f_y)_k$	$\sigma_{s,Rara}$	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	[MPa]		[MPa]	[MPa]	[MPa]					[MPa]	[MPa]	$\Phi \leq 16mm$	$\Phi > 16mm$
B450C	450,00	1,15	540,00	210.000	391,30	0,00186	0,07500	$\leq 1,25$	0,06750	1,15 - 1,35	360,00	4 Φ	7 Φ

Nel caso si presenti la necessità di interrompere i getti (in funzione delle dimensioni dei vari elementi costruttivi e/o per eventuali necessità di cantiere) si dovranno predisporre armature di attesa con lunghezze di sovrapposizione non inferiori a 89Φ se le giunzioni non potranno essere sfalsate.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche dei materiali si farà riferimento alle prescrizioni della norma EN 10002, UNI 564 e UNI 6407. Le modalità di accettazione ed i controlli saranno effettuati secondo quanto D.M. 14-01-2008.

2.4. Copriferro

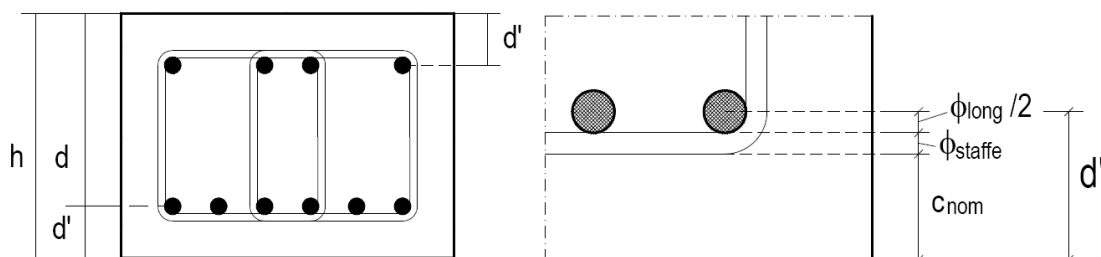
Classe calcestruzzo	Classe d'uso costruzione	Controllo qualità	Tolleranza	Ambiente	Tipo elemento	Copriferro minimo
			[mm]			[mm]
C32/40	II	NO	10,00	Aggressivo	Piastra	40

Si riporta la tabella C4.1.IV della Circolare Esplicativa alle Norme tecniche 14-01-2008 con la definizione dei copriferri minimi in funzione del tipo di elemento, della classe del calcestruzzo e delle condizioni ambientali.

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Nei calcoli si terrà conto che nella posa delle armature vengano rispettati i valori del “copriferro” nominale pari a $C_{nom}=30$ mm a cui si sommano 10 mm di tolleranza pervenendo ad un copriferro $C=40$ mm, mentre d' rappresenta la distanza dal lembo del baricentro delle armature come sotto rappresentato:



Altezze d e d'

2.5. Lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizione delle barre

Lunghezza di ancoraggio per le **barre piegate in zona tesa** $l_{bd}= 689$ mm (43Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Elemento: Piastra
- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone
- Tipo ancoraggio: Barre piegate
- Copriferro orizzontale $c_1= 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c= 40,00$ mm
- Interferro $a= 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_{bd} : $p= 0,00$ MPa
- Tensione di ancoraggio nella barra $\sigma_y= 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d= 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1= 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2= 1,00$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3= 0,70$
- Coefficiente confinamento armature trasversali saldate $\alpha_3= 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5= 1,00$
- $l_{b,min}= 295$ mm
- $l_{b,rqd}= 985$ mm
- $l_{b,eq}= 985$ mm
- **$l_{bd}= 689$ mm (43Φ)**

Lunghezza di ancoraggio per le **barre dritte in zona tesa** $l_{bd}= 715$ mm (45Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Elemento: Piastra

- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone
- Tipo ancoraggio: Barre diritte
- Copriferro orizzontale $c_1 = 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c = 40,00$ mm
- Interferro $a = 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_{bd} : $p = 0,00$ MPa
- Tensione di ancoraggio nella barra $\sigma_y = 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d = 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1 = 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2 = 0,96$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3 = 0,75$
- Coefficiente confinamento armature trasversali saldate $\alpha_3 = 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5 = 1,00$
- $l_{b,\text{min}} = 295$ mm
- $l_{b,\text{reqd}} = 985$ mm
- $l_{b,\text{eq}} = 0$ mm
- **$l_{bd} = 715$ mm (45Φ)**

Lunghezza di sovrapposizione per le **barre dritte in zona tesa con giunzioni sfalsate** $l_0 = 948$ mm (59Φ), seguono i parametri adottati per la determinazione:

- Calcestruzzo: C32/40
- Acciaio: B450C
- Φ_{barre} : 16 mm
- Tensioni di ancoraggio: Lineari
- Zona di ancoraggio: Trazione
- Condizioni di aderenza: Buone

- Tipo sovrapposizione: Barre diritte
- Copriferro orizzontale $c_1 = 40,00$ mm
- Copriferro verticale $c = 40,00$ mm
- Distanza fra coppie di barre sovrapposte $a = 40,00$ mm
- Armatura trasversale $\Phi 16/200,00$ mm
- Pressione trasversale allo SLU lungo l_0 : $p = 0,00$ MPa
- Tensione nella barra $\sigma_y = 391,30$ MPa
- Coefficiente $c_d = 20$ mm
- Coefficiente forma barre $\alpha_1 = 1,00$
- Coefficiente ricoprimento cls $\alpha_2 = 0,96$
- Coefficiente confinamento armature trasversali non saldate $\alpha_3 = 1,00$
- Coefficiente pressione trasversale $\alpha_5 = 1,00$
- Coefficiente percentuale barre sovrapposte $\alpha_6 = 1,00$
- $l_{0,min} = 295$ mm
- $l_{b,rqd} = 985$ mm
- **$l_0 = 948$ mm (59Φ)**
- Distanza fra due sovrapposizioni successive $d_H = 284$ mm
- Distanza fra coppie di sovrapposizioni $d_{trasv} = 32$ mm

Per semplicità esecutiva **si è scelto di unificare le lunghezze di ancoraggio per le barre diritte e di sovrapposizione (l_{bd} e l_0) e porle pari a $1m \approx 62\Phi \approx 1000mm$** . Nel caso in cui si realizzino **giunzioni non sfalsate la lunghezza di sovrapposizione dovrà essere di $1,42m \approx 89\Phi$** .

3. INTERAZIONE TERRENO STRUTTURA

L'interazione terreno struttura è stata valutata con due approcci distinti rispettivamente per le fondazioni e per le pareti/sponde perimetrali controterra.

Per quanto concerne le fondazioni è stato adottato un modello di suolo elastico alla Winkler, valutando tale modulo assumendo un valore k_1 pari a $3,0 \text{ daN/cm}^3$ ricorrendo alla nota espressione ricavata dalla relazione empirica di Terzaghi e Peck $K = K_1 \left(\frac{B+b}{2B} \right)^2$ si perviene, in via cautelativa a $K=1,0 \text{ daN/cm}^3$.

4. AZIONE SISMICA IDRODINAMICA

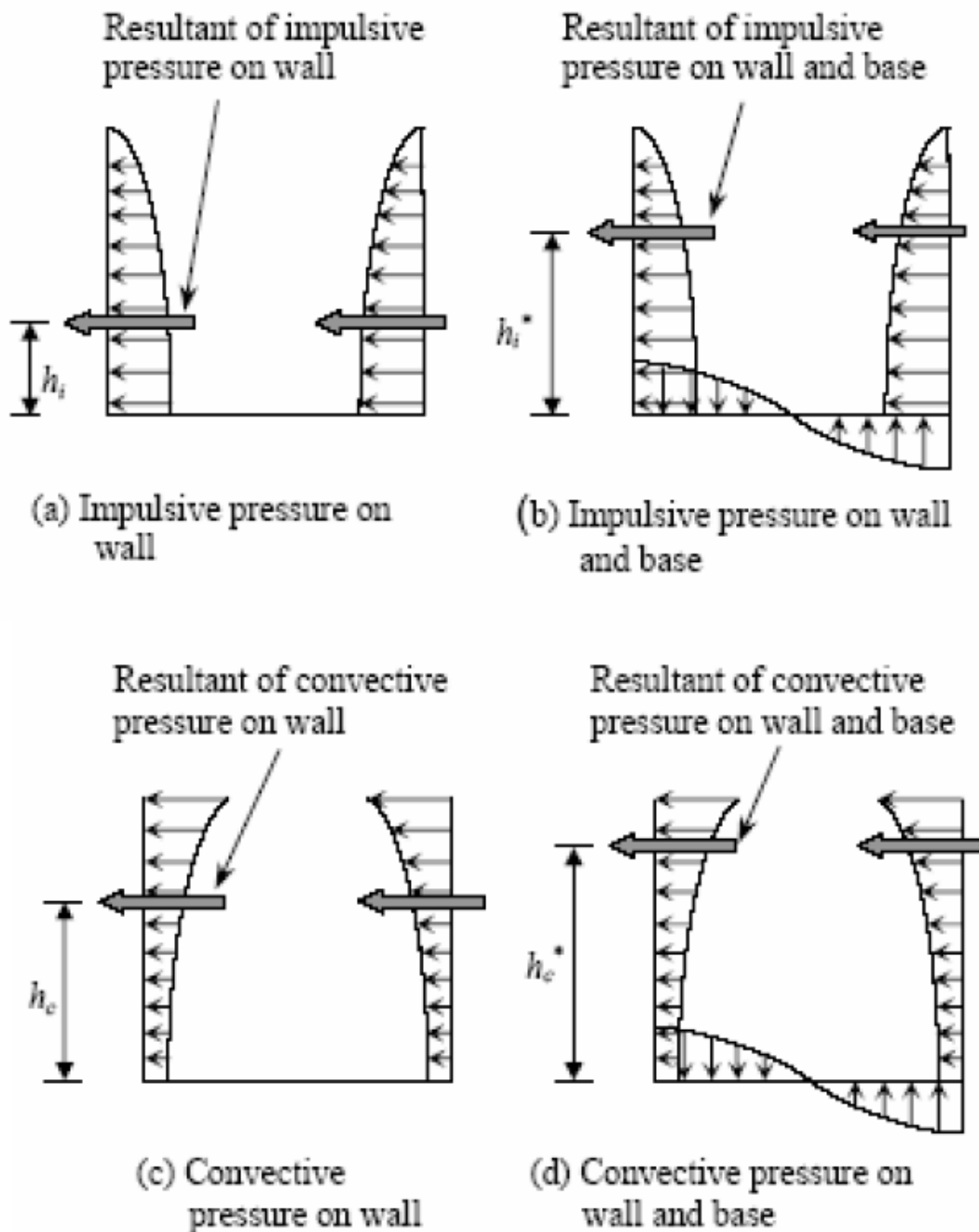
Gli effetti idrodinamici in un serbatoio sono valutati con la sovrapposizione di queste due componenti: (1) La componente impulsiva, che rappresenta l'azione del fluido vicino alla base del serbatoio che si muove rigidamente con la parete flessibile del serbatoio; e (2) la componente convettiva, che rappresenta l'azione del liquido sottoposto ad un moto di sbattimento vicino alla superficie libera. In questa analisi, il sistema serbatoio-liquido è modellato da due sistemi ad un grado di libertà, uno corrispondente all'azione impulsiva e l'altro alla componente convettiva. Le risposte impulsiva e convettiva sono combinate prendendo in considerazione la loro somma numerica piuttosto che il valore ottenuto dalla radice della media dei quadrati.

Periodi naturali: I periodi naturali delle risposte convettive ed impulsive, in secondi, sono:

$$[I] \quad T_{\text{imp}} = C_i \frac{\sqrt{\rho} H}{\sqrt{s/R} \sqrt{E}}$$

$$[II] \quad T_{\text{con}} = C_c \sqrt{R}$$

dove H = altezza di progetto del fluido, R = raggio del serbatoio o semiampiezza del serbatoio, s = spessore equivalente uniforme della parete del serbatoio, ρ = densità di massa del liquido ed E = modulo di elasticità del materiale del serbatoio. I coefficienti C_i e C_c sono ottenuti nel prospetto A.1. Il coefficiente C_i è adimensionale, mentre C_c è espresso in $s/m^{1/2}$; sostituendo R in metri nell'equazione [II], pertanto, si ottiene il valore corretto del periodo convettivo. Per serbatoi con spessore di parete non uniforme, s può essere calcolato prendendo una media pesata sull'altezza bagnata della parete del serbatoio, assegnando il peso più alto allo spessore vicino alla base del serbatoio dove la deformazione è massima.



I carichi relativi alla spinta dell'acqua a tergo delle pareti delle vasche sono stati considerati sia in condizione statica che sismica.

La spinta statica dell'acqua è un carico triangolare sulle pareti laterali delle vasche e uniformemente distribuito in fondazione.

I carichi sono applicati sull'intero modello tridimensionale, in ogni caso per maggior comprensione viene indicata di seguito la schematizzazione piana dei carichi sulle pareti delle vasche:

Il carico triangolare dell'acqua varia tra 0 della quota max dell'acqua (3,3 metri) a 33 kN/mq a fondo vasca (peso specifico acqua 10 kN/mc).

La categoria di suolo è la C, come risulta dai dati geotecnici su menzionati.

Trattandosi di una vasca a struttura scatolare, è opportuno affrontare la schematizzazione delle azioni sismiche seguendo le indicazioni contenute nella UNI EN 1998-4 (Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 4: Silos, serbatoi e tubazioni).

Seguendo tali indicazioni progettuali ed inquadrando la struttura nell'ambito dei serbatoi, il fattore di struttura idoneo risulta essere unitario. Si riportata qui di seguito quanto contenuto nella prescrizione P(1) del par 1.4.2 della UNI EN 1998-4:

“Per le strutture considerate nella presente norma sperimentale non è prevista la dissipazione di apprezzabili quantità di energia attraverso il loro comportamento anelastico. Di conseguenza, il valore del fattore di struttura q deve essere generalmente considerato $q = 1$. L'utilizzo di fattori $q > 1$ è permesso solamente a condizione che le fonti di dissipazione di energia siano esplicitamente identificate e quantificate e sia dimostrata la capacità della struttura di sfruttarle attraverso opportuni dettagli costruttivi.”

Si sono pertanto computate le azioni idrodinamiche in accordo con la UNI EN 1998-4, che prevedono una schematizzazione con due effetti distinti per le azioni impulsive e convettive del fluidi in fase sismica. L'effetto dell'azione idrodinamica è stato poi sommato in combinazione con le azioni statiche e idrostatiche all'interno dei vari stati limite.

Gli effetti idrodinamici in un serbatoio sono stati valutati con la sovrapposizione di queste due componenti: La componente impulsiva (fig. a-b), che rappresenta l'azione del fluido vicino alla base del serbatoio, che si muove rigidamente con la parete della vasca; e (fig. c-d) la componente convettiva, che rappresenta l'azione del liquido sottoposto ad un moto di sbattimento vicino alla superficie libera. In questa analisi, il sistema serbatoio-liquido è modellato da due sistemi ad un grado di libertà, uno corrispondente all'azione impulsiva e l'altro alla componente convettiva.

Le risposte impulsiva e convettiva sono state combinate prendendo in considerazione la loro somma numerica piuttosto che il valore ottenuto dalla radice della media dei quadrati.

Per serbatoi le cui pareti possono essere ipotizzate rigide, una soluzione dell'equazione di Laplace per eccitazione orizzontale può essere ottenuta in forma analoga a quella descritta per i serbatoi cilindrici, cosicché la pressione totale è anche qui data dalla somma di un contributo impulsivo e di uno convettivo:

$$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t) \quad [A.42]$$

La componente impulsiva ha l'espressione:

$$p_i(z, t) = q_0(z) \rho L A_g(t) \quad [A.43]$$

dove L è la semiampiezza del serbatoio nella direzione dell'azione sismica, e la funzione $q_0(z)$, che dà la variazione di p_i^* lungo l'altezza [p_i^* è costante nella direzione ortogonale all'azione sismica], è diagrammata nella figura A.5.

L'andamento ed i valori numerici della funzione $q_0(z)$ sono abbastanza vicini a quelli di un serbatoio cilindrico di raggio $R = L$.

La componente di pressione convettiva è data da una sommatoria di termini modali (modi di sbattimento), ciascuno con una differente variazione nel tempo. Come per i serbatoi cilindrici, il contributo dominante è quello del modo fondamentale, vale a dire:

$$p_{c1}(z, t) = q_{c1}(z) \rho L A_1(t) \quad [A.44]$$

dove la funzione $q_{c1}(z)$ è mostrata nella figura A.6 assieme al contributo del secondo modo $q_{c2}(z)$ e $A_1(t)$ è la funzione accelerazione di risposta di un oscillatore semplice avente la frequenza del primo modo, il valore appropriato dello smorzamento e sottoposto ad un'accelerazione di input $A_g(t)$.

Il periodo di oscillazione del primo modo di sbattimento è:

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{L/g}{\frac{\pi}{2} \tanh \left(\frac{\pi H}{2L} \right)} \right)^{1/2}$$

[A.45]

AZIONE SISMICA DIREZIONE X

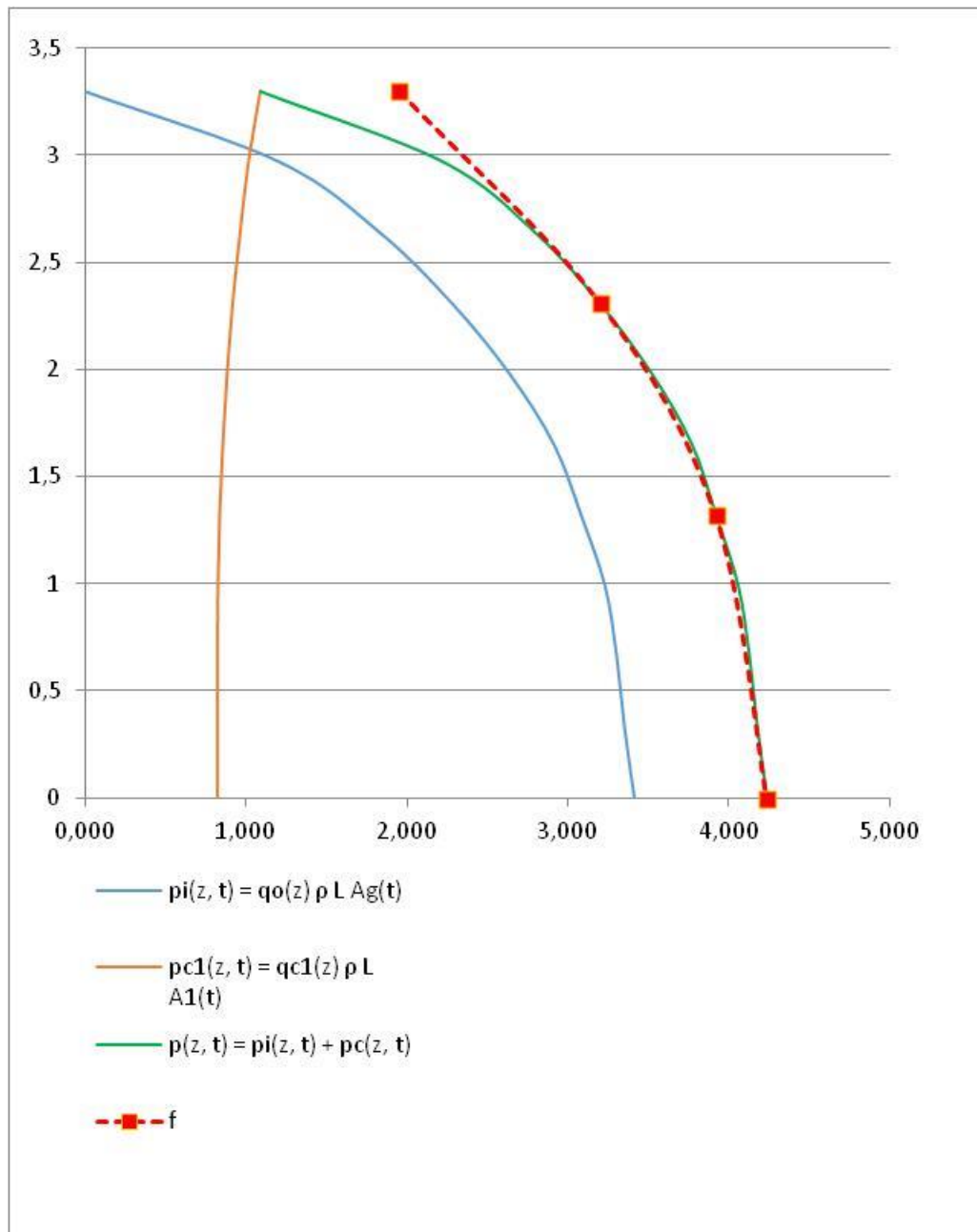
Forma	rettangolare		
H	3,3	[m]	altezza di progetto del fluido
Lx/2	1,3	[m]	semiampiezza serbatoio lungo x
Ly/2	1	[m]	semiampiezza serbatoio lungo y
s	0,3	[m]	spessore equivalente uniforme della parete del serbatoio
ρ	10	[KN/m ³]	densità di massa del liquido
E	33642780	[KN/m ²]	modulo di elasticità del materiale del serbatoio
m	171,6	[KN]	massa liquida totale
m _s	63	[KN]	massa struttura* (* sono state considerate le sole pareti ortogonali all'azione
C _i	6,60	[-]	
C _c	1,48	[s/m ^{1/2}]	
m _i /m	0,81	[-]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _i	139,4	[KN]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _c /m	0,45	[-]	massa convettiva adimensionalizzata
m _c	77,6	[KN]	massa convettiva adimensionalizzata
h _i /H	0,45	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti adimensionalizzata
h _i	1,49	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti
h _c /H	0,80	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti adimensionalizzata
h _c	2,63	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti
h' _i /H	0,48	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva adimensionalizzata
h' _i	1,58	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva
h' _c /H	0,80	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva adimensionalizzata
h' _c	2,63	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva
mat. serbatoio	c.a.	[-]	
ξ_{imp}	5	[%]	smorzamento impulsivo [5% per c.a. e per c.a.p. 2% per acciaio]
ξ_{con}	0,5	[%]	smorzamento convettivo
η_{imp}	1,00	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
η_{con}	1,35	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
T _{imp}	0,02	[s]	I periodo naturale delle risposta impulsiva
T _{con}	1,83	[s]	I periodo naturale delle risposta convettiva
S _d (T _{imp})	0,274	[g]	
S _d (T _{conv})	0,104	[g]	

$$T_{imp} = C_i \frac{\sqrt{\rho} H}{\sqrt{s/R} \sqrt{E}}$$

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{L/g}{\frac{\pi}{2} \tanh\left(\frac{\pi H}{2L}\right)} \right)^{1/2}$$

$p(z, t) = p(z, t) + p_c(z, t)$

$p_i(z, t) = q_o(z) \rho L A_g(t)$	3,414 [KN/m ²]	z= 0
	3,352 [KN/m ²]	z= 0,33
	3,304 [KN/m ²]	z= 0,66
	3,232 [KN/m ²]	z= 0,99
	3,083 [KN/m ²]	z= 1,32
	2,914 [KN/m ²]	z= 1,65
	2,639 [KN/m ²]	z= 1,98
	2,281 [KN/m ²]	z= 2,31
	1,834 [KN/m ²]	z= 2,64
	1,210 [KN/m ²]	z= 2,97
0,000 [KN/m ²]	z= 3,3	
$p_{c1}(z, t) = q_{c1}(z) \rho L A_1(t)$	0,823 [KN/m ²]	z= 0
	0,823 [KN/m ²]	z= 0,33
	0,823 [KN/m ²]	z= 0,66
	0,825 [KN/m ²]	z= 0,99
	0,836 [KN/m ²]	z= 1,32
	0,855 [KN/m ²]	z= 1,65
	0,882 [KN/m ²]	z= 1,98
	0,917 [KN/m ²]	z= 2,31
	0,963 [KN/m ²]	z= 2,64
	1,016 [KN/m ²]	z= 2,97
1,090 [KN/m ²]	z= 3,3	
$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t)$	4,236 [KN/m ²]	z= 0
	4,175 [KN/m ²]	z= 0,33
	4,127 [KN/m ²]	z= 0,66
	4,057 [KN/m ²]	z= 0,99
	3,919 [KN/m ²]	z= 1,32
	3,770 [KN/m ²]	z= 1,65
	3,522 [KN/m ²]	z= 1,98
	3,197 [KN/m ²]	z= 2,31
	2,797 [KN/m ²]	z= 2,64
	2,226 [KN/m ²]	z= 2,97
1,090 [KN/m ²]	z= 3,3	



AZIONE SISMICA DIREZIONE Y

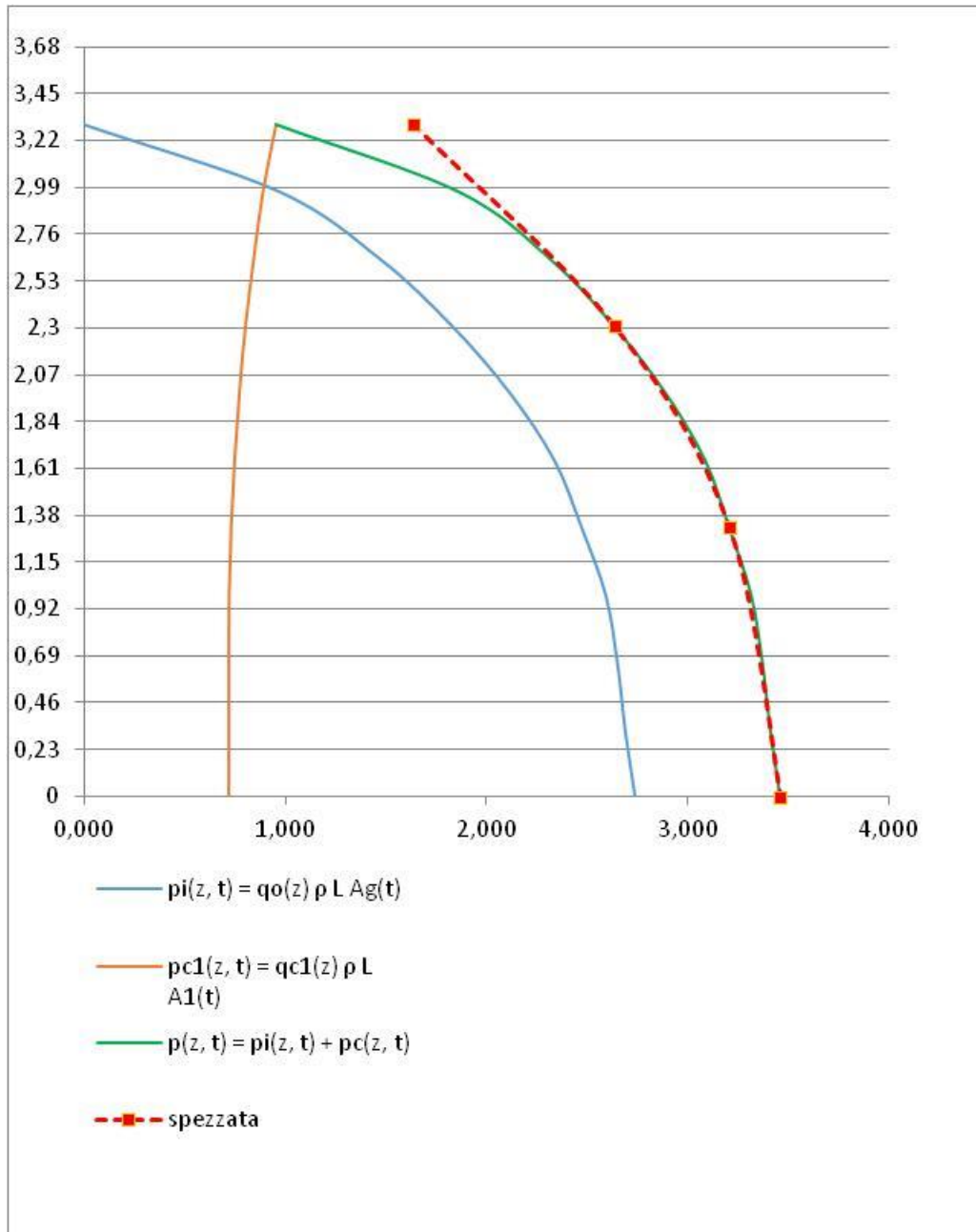
Forma	rettangolare		
H	3,3	[m]	altezza di progetto del fluido
Ly/2	1	[m]	semiampiezza serbatoio lungo y
Lx/2	1,3	[m]	semiampiezza serbatoio lungo x
s	0,3	[m]	spessore equivalente uniforme della parete del serbatoio
ρ	10	[KN/m ³]	densità di massa del liquido
E	33642780	[KN/m ²]	modulo di elasticità del materiale del serbatoio
m	171,6	[KN]	massa liquida totale
m _s	81,9	[KN]	massa struttura* (* sono state considerate le sole pareti ortogonali all'azione
C _i	7,31	[-]	
C _c	1,48	[s/m ^{1/2}]	
m _i /m	0,86	[-]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _i	147,8	[KN]	massa impulsiva adimensionalizzata
m _c /m	0,45	[-]	massa convettiva adimensionalizzata
m _c	77,8	[KN]	massa convettiva adimensionalizzata
h _i /H	0,45	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti adimensionalizzata
h _i	1,50	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva sulle pareti
h _c /H	0,84	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti adimensionalizzata
h _c	2,78	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva sulle pareti
h _i '/H	0,47	[-]	altezza applicazione risultante azione impulsiva adimensionalizzata
h _i '	1,54	[m]	altezza applicazione risultante azione impulsiva
h _c '/H	0,84	[-]	altezza applicazione risultante azione convettiva adimensionalizzata
h _c '	2,78	[m]	altezza applicazione risultante azione convettiva
mat. serbatoio	c.a.	[-]	
ξ_{imp}	5	[%]	smorzamento impulsivo [5% per c.a. e per c.a.p. 2% per acciaio]
ξ_{con}	0,5	[%]	smorzamento convettivo
η_{imp}	1,00	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
η_{con}	1,35	[-]	è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%
T _{imp}	0,02	[s]	I periodo naturale delle risposta impulsiva
T _{con}	1,60	[s]	I periodo naturale delle risposta convettiva
S _d (T _{imp})	0,274	[g]	
S _d (T _{conv})	0,118	[g]	

$$T_{imp} = C_1 \frac{\sqrt{\rho} H}{\sqrt{s/R} \sqrt{E}}$$

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{L/g}{\frac{\pi}{2} \tanh\left(\frac{\pi H}{2 L}\right)} \right)^{1/2}$$

$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t)$

$p_i(z, t) = q_o(z) \rho L A_g(t)$	2,735 [KN/m ²]	z= 0
	2,686 [KN/m ²]	z= 0,33
	2,647 [KN/m ²]	z= 0,66
	2,589 [KN/m ²]	z= 0,99
	2,471 [KN/m ²]	z= 1,32
	2,335 [KN/m ²]	z= 1,65
	2,115 [KN/m ²]	z= 1,98
	1,827 [KN/m ²]	z= 2,31
	1,469 [KN/m ²]	z= 2,64
	0,970 [KN/m ²]	z= 2,97
	0,000 [KN/m ²]	z= 3,3
$p_{c1}(z, t) = q_{c1}(z) \rho L A_1(t)$	0,722 [KN/m ²]	z= 0
	0,722 [KN/m ²]	z= 0,33
	0,722 [KN/m ²]	z= 0,66
	0,724 [KN/m ²]	z= 0,99
	0,734 [KN/m ²]	z= 1,32
	0,751 [KN/m ²]	z= 1,65
	0,774 [KN/m ²]	z= 1,98
	0,805 [KN/m ²]	z= 2,31
	0,846 [KN/m ²]	z= 2,64
	0,891 [KN/m ²]	z= 2,97
	0,957 [KN/m ²]	z= 3,3
$p(z, t) = p_i(z, t) + p_c(z, t)$	3,457 [KN/m ²]	z= 0
	3,408 [KN/m ²]	z= 0,33
	3,370 [KN/m ²]	z= 0,66
	3,313 [KN/m ²]	z= 0,99
	3,204 [KN/m ²]	z= 1,32
	3,086 [KN/m ²]	z= 1,65
	2,889 [KN/m ²]	z= 1,98
	2,632 [KN/m ²]	z= 2,31
	2,315 [KN/m ²]	z= 2,64
	1,861 [KN/m ²]	z= 2,97
	0,957 [KN/m ²]	z= 3,3



5. COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state definite le seguenti combinazioni delle azioni (Cfr. al §2.5.3 NTC2008):

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7(2.5.2)
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine(2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per SLE, sono stati omissi i carichi Q_{kj} dal momento che hanno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono stati desunti dalle norme(Cfr.§ 2.6.1, Tab. 2.6.I)

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio si effettuano per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni (Cfr. § 2.5.3 form. 3.2.16 delle NTC 2008).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti Ψ_{2j} sono stati desunti dalle norme (Cfr. Tabella 2.5.I)

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3 applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azionevariabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
CategoriaA Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
CategoriaB Uffici	0,7	0,5	0,3
CategoriaC Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
CategoriaD Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
CategoriaFRimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
CategoriaGRimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
CategoriaHCoperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 ms.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 ms.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Si è fatto riferimento ai coefficienti della categoria E per ambienti ad uso industriale.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qi} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I. (sotto riportata).

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Si riportano le combinazioni di carico adottate per gli S.L.U. e per gli S.L.E.

COMBINAZIONI DI CARICO SLU																																						
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
1 - Permanente strutturale	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10 - Cenere vulcanica	1,5	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	0	0,3	1	0	0	0	1	0,3	
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	0	0	0,3	1	0,3	0	0	1	
	statiche					sisma + acqua					sism.+ acqua+ cener					sisma no acqua					sism. no acq.+ cener																	

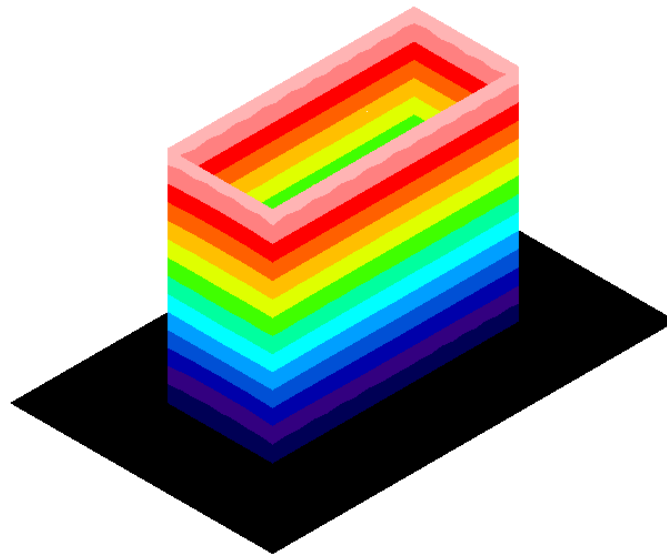
COMBINAZIONI DI CARICO RARE					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
7 - Sisma y- terreno	0	0	0	0	0
8 - Accidentale terreno					
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 – Cenere vulcanica	1	1	0	0	1
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

COMBINAZIONI DI CARICO FREQUENTI					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
8 - Accidentale terreno	0,9	0,9	0	0,9	0
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 - Cenere vulcanica	0,9	0,9	0	0	0,9
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

COMBINAZIONI DI QUASI PERMANENTI					
CONDIZIONI DI CARICO	COMBINAZIONI DI CARICO				
	1	2	3	4	5
1 - Permanente strutturale	1	1	1	1	1
2 - Sovraccarico permanente	1	1	1	1	1
9 - Pieno vasca	0	1	1	1	1
10 – Cenere vulcanica	0,8	0,8	0	0	0,8
11 - Sisma x+ acqua	0	0	0	0	0
12 - Sisma y+ acqua	0	0	0	0	0
13 - Sisma x- acqua	0	0	0	0	0
14 - Sisma y- acqua	0	0	0	0	0
15 - Sisma x+ permanenti	0	0	0	0	0
16 - Sisma y+ permanenti	0	0	0	0	0
17 - Sisma x- permanenti	0	0	0	0	0
18 - Sisma y- permanenti	0	0	0	0	0
	statiche				

6. SINTESI DEI RISULTATI

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

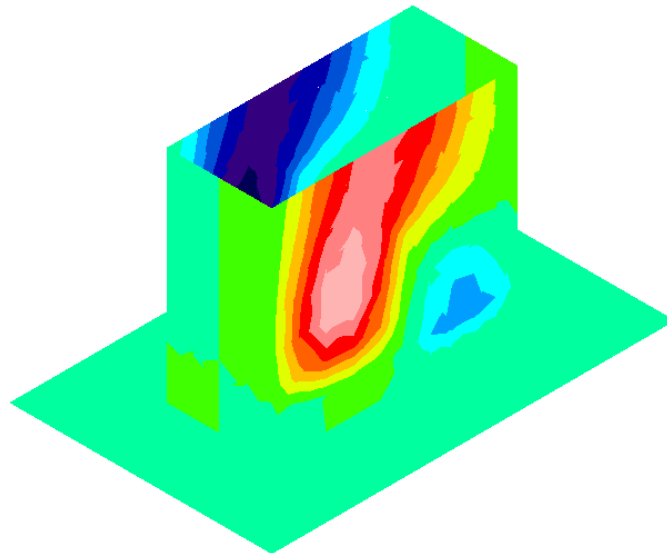


SPOSTAMENTI X. (mm)

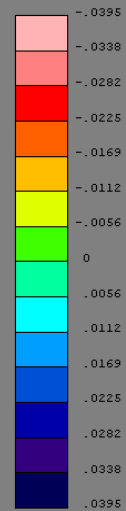


SPOSTAMENTI X. COMBINAZ.N. 2

RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA

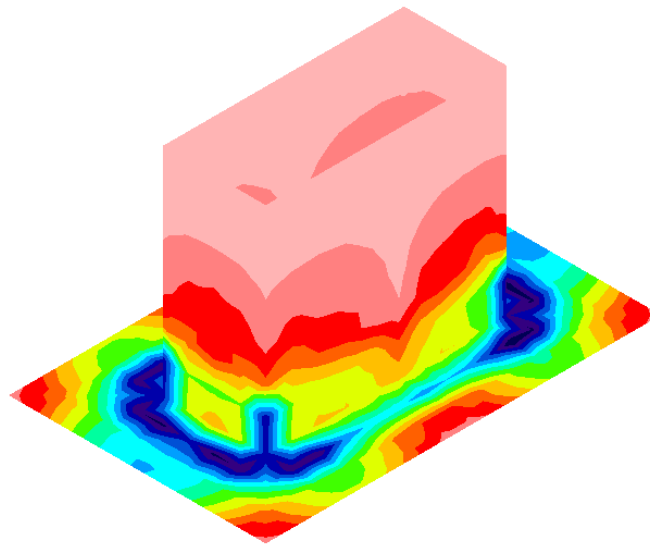


SPOSTAMENTI Y. (mm)

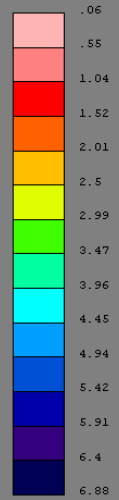


SPOSTAMENTI Y. COMBINAZ.N. 2

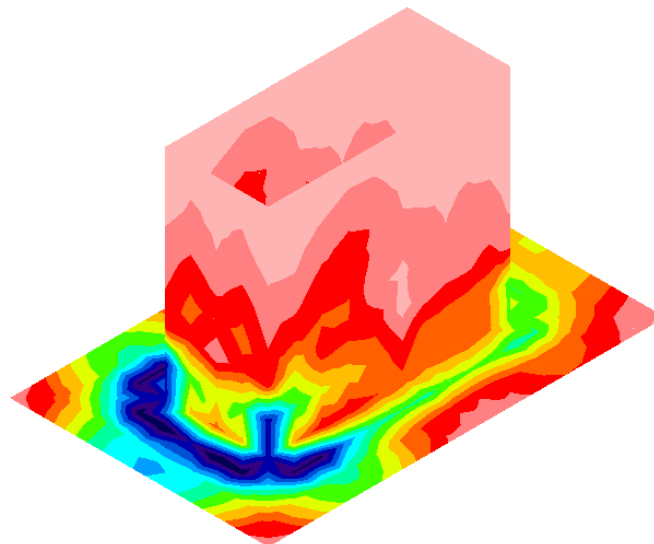
RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE OUTPUT STRUTTURA



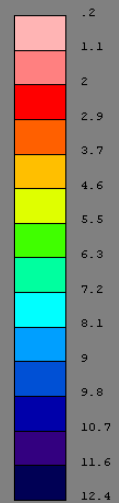
TENS. ID. (kg/cmq)



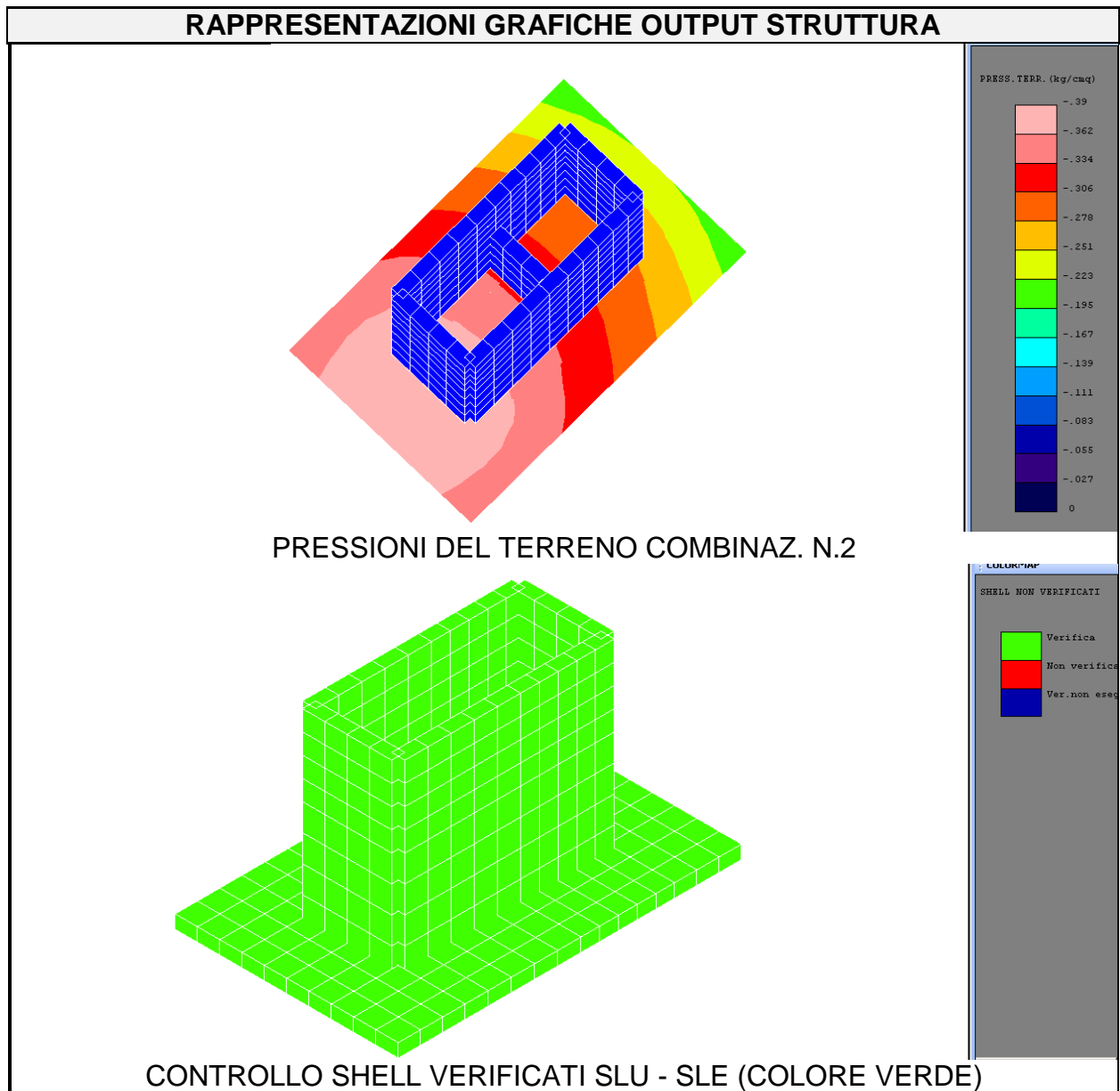
TENS. ID. COMBINAZ.N. 1



TENS. ID. (kg/cmq)



TENS. ID. COMBINAZ.N. 2



L'ultima immagine riporta la sintesi globale delle verifiche agli SLU ed allo SLE, come riscontrabile da quest'ultima e dal tabulato, riportato nel successivo paragrafo, **tutte le verifiche risultano soddisfatte.**

7. TABULATI DI CALCOLO

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

quota N.ro:	:	Quota a cui si trova l'elemento
Perim. N.ro	:	Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
Nodo 3d N.ro	:	Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
Nx	:	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
Ny	:	Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
Txy	:	Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	:	Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	:	Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	:	Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
$\epsilon_{cx} * 10000$:	Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
$\epsilon_{cy} * 10000$:	Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
$\epsilon_{fx} * 10000$:	Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
$\epsilon_{fy} * 10000$:	Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	:	Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della presso-flessione più l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	:	Area totale armatura superiore diretta lungo y
Ax inferiore	:	Area totale armatura inferiore diretta lungo x
Ay inferiore	:	Area totale armatura inferiore diretta lungo y

Atag	:	Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
σ_t	:	Tensione massima di contatto con il terreno
E_{ta}	:	Abbassamento verticale del nodo in esame
F_{punz}	:	Forza punzonante sulla piastra
A_{punz}	:	Armatura sufficiente da sola ad assorbire la forza punzonante

Nel caso di stampa di verifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

Molt.	:	<i>Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>
x/d	:	<i>Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y</i>

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota	: Quota a cui si trova l'elemento
Perim.	: Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
Nodo	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi
Comb Cari	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti
Fes lim	: Fessura limite espressa in mm
Fess.	: Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla
Dist mm	: Distanza fra le fessure
Combin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
Mf X	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
Mf Y	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N Y	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
Cos teta	: Coseno dell'angolo $teta$ tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione
Sin teta	: Seno dell'angolo $teta$
Combina Carico	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
s lim	: Valore della tensione limite in Kg/cm ²
s cal	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm ² sulla faccia di normale x
Combin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Mf X	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
N X	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale
s cal	: Valore della tensione di calcolo in Kg/cm ² sulla faccia di normale y
Combin	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Mf Y	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale
N Y	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 4																									
GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y							
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)		
1	4	356	Rara													RaraCls	192,0	0,9	1	0,1	-0,3	1,5	2	0,1	-2,7
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,0	1,6	0,1	-2,7	0,000	0,000			RaraFer	3600	121	2	-0,1	1,6	9	2	0,1	-2,7
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,0	1,6	0,1	-2,7	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,9	1	0,1	-0,3	1,5	2	0,1	-2,7

S.L.E. - VERIFICA SHELL C.A. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 5																									
GrQ N.r	Gen N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X			DIREZIONE Y							
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t*m)	NX (t)	MfY (t*m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t*m)	N (t)		
1	5	25	Rara													RaraCls	192,0	1,8	2	0,2	-2,6	2,8	2	0,2	-1,2
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,2	-2,6	0,2	-1,2	0,000	0,000			RaraFer	3600	10	2	0,2	-2,6	30	2	0,2	-1,2
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,2	-2,6	0,2	-1,2	0,000	0,000			PermCls	144,0	1,8	2	0,2	-2,6	2,8	2	0,2	-1,2
1	5	29	Rara													RaraCls	192,0	0,1	1	0,0	0,2	0,3	1	0,0	-0,6
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	6,0	0,0	1,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	342	2	0,1	6,0	67	2	0,0	1,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	6,0	0,0	1,1	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,1	1	0,0	0,2	0,3	1	0,0	-0,6
1	5	343	Rara													RaraCls	192,0	1,4	2	0,1	1,1	0,4	2	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	1,1	0,0	-0,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	111	2	0,1	1,1	6	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	1,1	0,0	-0,1	0,000	0,000			PermCls	144,0	1,4	2	0,1	1,1	0,4	2	0,0	-0,1
1	5	352	Rara													RaraCls	192,0	1,4	2	0,1	1,1	0,4	2	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	1,1	0,0	-0,1	0,000	0,000			RaraFer	3600	111	2	0,1	1,1	6	2	0,0	-0,1
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	1,1	0,0	-0,1	0,000	0,000			PermCls	144,0	1,4	2	0,1	1,1	0,4	2	0,0	-0,1
1	5	357	Rara													RaraCls	192,0	0,4	1	0,0	-0,6	0,2	1	0,0	-0,4
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	1,6	0,0	0,5	0,000	0,000			RaraFer	3600	134	2	0,1	1,6	34	2	0,0	0,5
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	1,6	0,0	0,5	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,4	1	0,0	-0,6	0,2	1	0,0	-0,4
1	5	358	Rara													RaraCls	192,0	0,4	1	0,0	-0,7	0,1	1	0,0	-0,2
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	1,9	0,0	0,6	0,000	0,000			RaraFer	3600	150	2	0,1	1,9	36	2	0,0	0,6
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	1,9	0,0	0,6	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,4	1	0,0	-0,7	0,1	1	0,0	-0,2
1	5	359	Rara													RaraCls	192,0	0,4	1	0,0	-0,6	0,2	1	0,0	-0,4
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	1,6	0,0	0,5	0,000	0,000			RaraFer	3600	134	2	0,1	1,6	34	2	0,0	0,5
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	1,6	0,0	0,5	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,4	1	0,0	-0,6	0,2	1	0,0	-0,4
1	5	360	Rara													RaraCls	192,0	0,1	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	4,6	0,0	0,8	0,000	0,000			RaraFer	3600	282	2	0,1	4,6	46	2	0,0	0,8
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	4,6	0,0	0,8	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,1	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1
1	5	361	Rara													RaraCls	192,0	0,3	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	3,3	0,0	0,3	0,000	0,000			RaraFer	3600	217	2	0,1	3,3	17	2	0,0	0,3
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	3,3	0,0	0,3	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,3	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1
1	5	362	Rara													RaraCls	192,0	0,1	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1
			Freq	0,3	0,00	0	2	0,1	4,6	0,0	0,8	0,000	0,000			RaraFer	3600	282	2	0,1	4,6	46	2	0,0	0,8
			Perm	0,2	0,00	0	2	0,1	4,6	0,0	0,8	0,000	0,000			PermCls	144,0	0,1	1	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,1

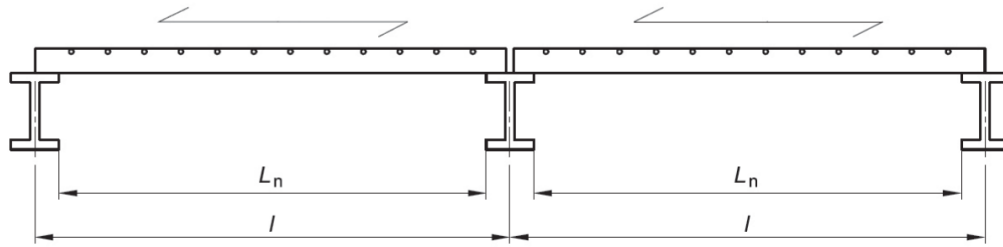
8. VERIFICHE GRIGLIATO COPERTURA

Verifica profili longitudinali

CARATTERISTICHE PROFILO			
IPE 180 S275		N° profili	1
J _y [cm ⁴]	1137,00	J _x [cm ⁴]	100,90
g [kN/ml]	0,19	J _T [cm ⁴]	4,79
V _{y,Rd} [kN]	170,20	V _{x,Rd} [kN]	220,20
M _{y,Rd} [kNm]	43,58	M _{x,Rd} [kNm]	9,06
L [m]	2,00	i [m]	1,60
Inclinazione [°]	0,00	J' _y [cm ⁴]	1137,00
ANALISI DEI CARICHI			
Peso proprio G ₁	0,50	[kN/mq]	0,19 [kN/ml]
P.P. portati G ₂	0,00	[kN/mq]	0,00 [kN/ml]
P.P. portati G ₂	0,00	[kN]	concentrato in mezz.
Accidentali Q	1,00	[kN/mq]	0,00 [kN/ml]
Accidentali Q	0,00	[kN]	concentrato in mezz.
STATO LIMITE ULTIMO			
q [kN/m]	3,68	P [kN]	0,00
V _{,Ed} [kN]	3,68	M _{,Ed} [kNm]	1,84
V _{y,Ed} /V _{y,Rd}	0,02	V _{x,Ed} /V _{x,Rd}	0,00
M _{y,Ed} /M _{y,Rd}	0,04	M _{x,Ed} /M _{x,Rd}	0,00
M _{y,Ed} /M _{y,Rd} + M _{x,Ed} /M _{x,Rd} ≤ 1	0,04	≤ 1	
VERIFICA SODDISFATTA			
STATO LIMITE DI ESERCIZIO			
Tipologia strutturale:			
Coperture praticabili			
G ₁ +G ₂ [kN/m]	0,99	Q [kN/m]	1,60
G ₂ [kN]	0,00	Q [kN]	0,00
δ _{2, LIM} [cm]	0,67	δ ₂ [cm]	0,01
δ _{max, LIM} [cm]	0,80	δ _{max} [cm]	0,02
VERIFICA SODDISFATTA			

Dimensionamento grigliato da tabella costruttore

PANNELLI SU APPOGGI CONSECUTIVI



Interasse profili 160 cm

GRIGLIATO DI TIPO ELETTRISALDATO (GES)

FIGURA 1A

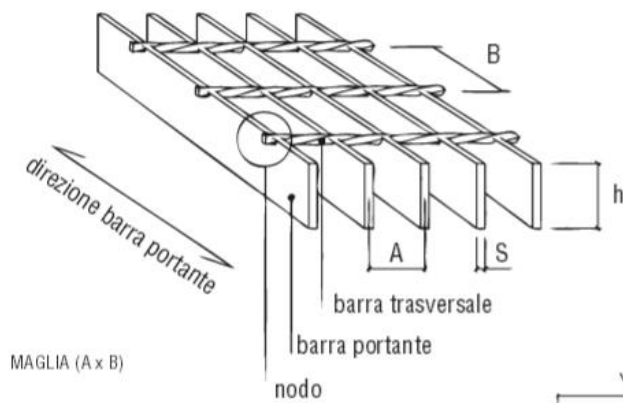
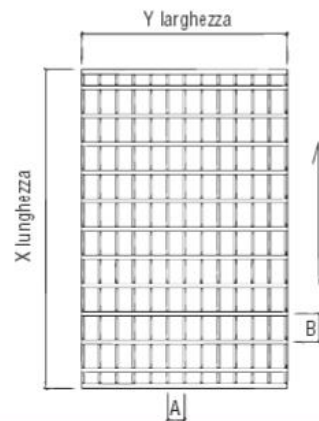


FIGURA 2A



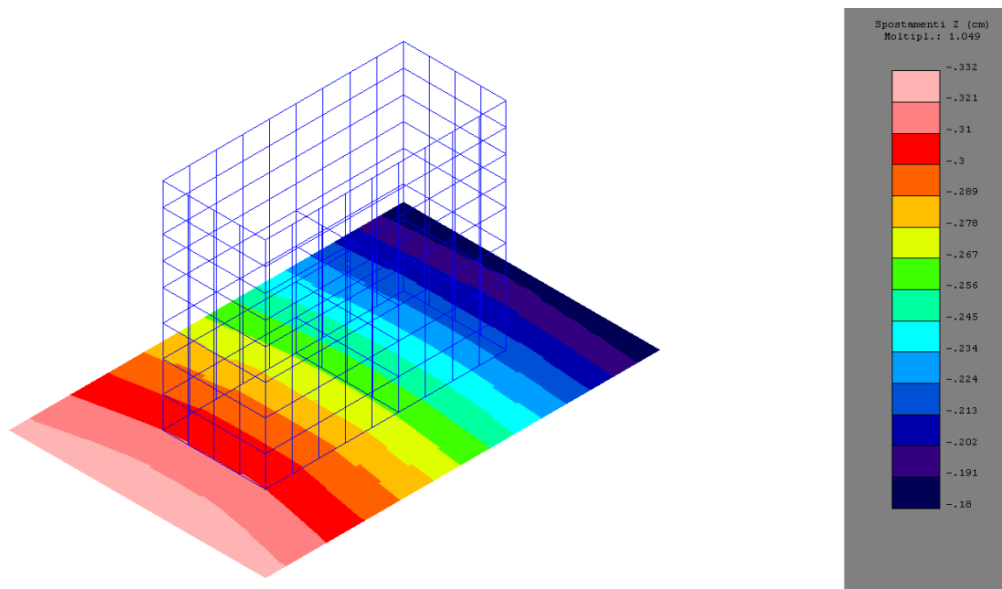
		Interasse barre portanti (mm)																			
		11		15		17		22		25		30		33		34		44		66	
		Ln= luce netta massima tra gli appoggi (mm) - f= freccia elastica (mm)																			
		Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f
Sezione barre portanti	20 x 2	1129	5,00	1045	5,00	1013	5,00	933	4,65	894	4,46	842	4,21	815	4,06	807	4,02	741	3,70	633	2,96
	25 x 2	1335	5,00	1235	5,00	1197	5,00	1123	5,00	1087	5,00	1039	5,00	1014	5,00	1007	5,00	926	4,62	792	3,71
	30 x 2	1531	5,00	1417	5,00	1373	5,00	1287	5,00	1247	5,00	1191	5,00	1163	5,00	1154	5,00	1082	5,00	950	4,44
	35 x 2	1718	5,00	1590	5,00	1541	5,00	1445	5,00	1400	5,00	1337	5,00	1306	5,00	1296	5,00	1215	5,00	1098	5,00
	40 x 2	1900	5,00	1758	5,00	1704	5,00	1597	5,00	1547	5,00	1478	5,00	1443	5,00	1432	5,00	1343	5,00	1214	5,00
	45 x 2	2075	5,00	1920	5,00	1861	5,00	1745	5,00	1690	5,00	1615	5,00	1577	5,00	1565	5,00	1467	5,00	1326	5,00
	50 x 2	2246	5,00	2078	5,00	2014	5,00	1888	5,00	1829	5,00	1747	5,00	1706	5,00	1694	5,00	1588	5,00	1435	5,00
	25 x 3	1478	5,00	1367	5,00	1325	5,00	1242	5,00	1203	5,00	1150	5,00	1123	5,00	1114	5,00	1045	5,00	926	4,62
	30 x 3	1694	5,00	1568	5,00	1519	5,00	1425	5,00	1380	5,00	1318	5,00	1287	5,00	1278	5,00	1198	5,00	1082	5,00
	35 x 3	1902	5,00	1760	5,00	1706	5,00	1599	5,00	1549	5,00	1480	5,00	1445	5,00	1434	5,00	1345	5,00	1215	5,00
	40 x 3	2102	5,00	1945	5,00	1885	5,00	1768	5,00	1712	5,00	1636	5,00	1597	5,00	1585	5,00	1486	5,00	1343	5,00
	45 x 3	2296	5,00	2125	5,00	2060	5,00	1931	5,00	1870	5,00	1787	5,00	1745	5,00	1732	5,00	1624	5,00	1467	5,00
	50 x 3	2485	5,00	2300	5,00	2229	5,00	2090	5,00	2024	5,00	1934	5,00	1888	5,00	1874	5,00	1757	5,00	1588	5,00
	60 x 3	2850	5,00	2637	5,00	2556	5,00	2396	5,00	2321	5,00	2217	5,00	2165	5,00	2149	5,00	2015	5,00	1821	5,00
	70 x 3	3199	5,00	2960	5,00	2869	5,00	2690	5,00	2605	4,99	2489	5,00	2430	5,00	2412	5,00	2262	5,00	2044	5,00
	80 x 3	3536	5,00	3272	5,00	3171	5,00	2973	5,00	2880	5,00	2751	5,00	2687	5,00	2667	5,00	2500	5,00	2259	5,00

9. VERIFICHE GEOTECNICHE

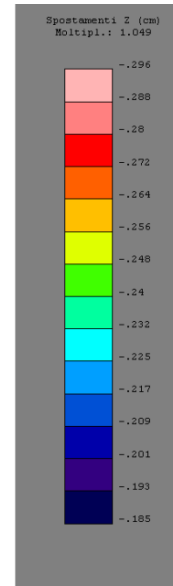
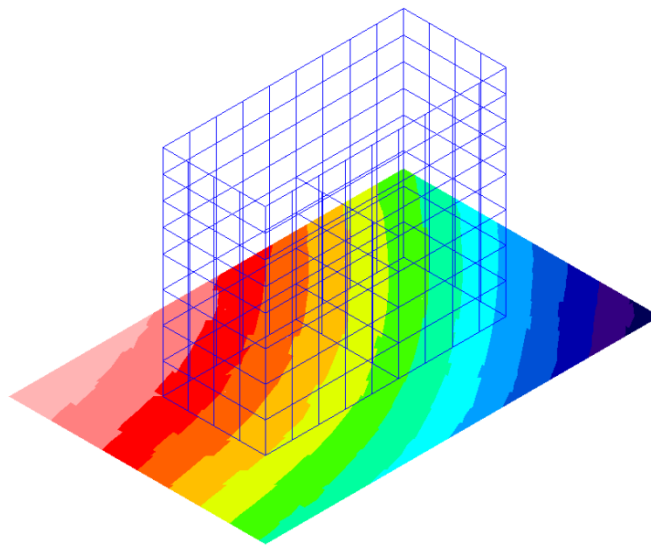
Si riportano delle rappresentazioni grafiche degli abbassamenti per le combinazioni di carico più significative utilizzando l'approccio 1, due diverse famiglie di combinazioni per le verifiche geotecniche e strutturali. che rappresentano rispettivamente il massimo carico statico, il sisma direzione x+ ed il sisma in direzione y+.

I modesti abbassamenti confermano il dimensionamento cautelativo dell'apparato fondale.

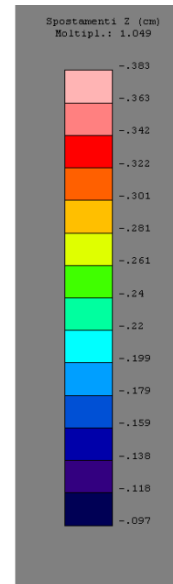
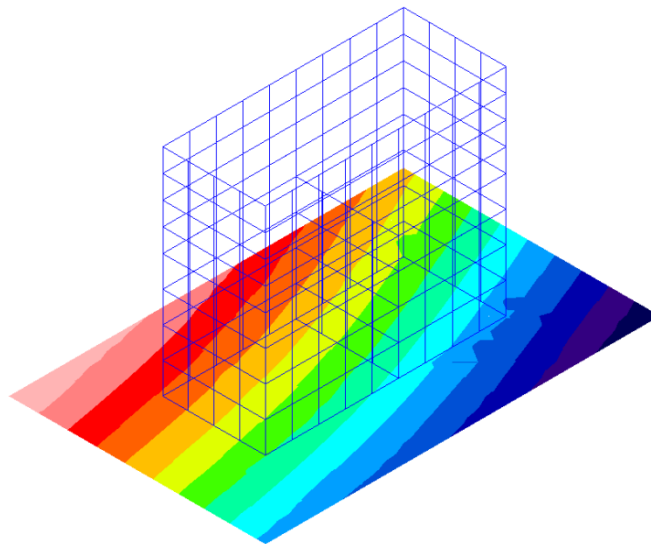
Alle rappresentazioni grafiche seguita il calcolo dei sudetti cedimenti e la verifica della capacità portante della platea.



Abbassamenti comb A2-1



Abbassamenti comb A2-2



Abbassamenti comb A2-3

CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi Winkler. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di Steinbrenner, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L :

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI (NTC 2008 7.11.5.3.1)

La verifica consiste nel controllare che la componente permanente degli spostamenti indotti dal sisma sia compatibile con la prestazione SLD della sovrastruttura.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua una analisi non lineare del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo P-Y di tipo iperbolico, mediante le seguenti formule:

$$p(u) = \frac{u}{\frac{1}{E_s} + \frac{u}{p_u}}$$

essendo:

- p(u) : pressione di contatto
- u: cedimento non lineare
- Es: rigidità tangente all'origine del terreno valutato come u_e/p ovvero come rapporto del cedimento elastico istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca
- p_u : pressione ultima del terreno valutato per i valori caratteristici del terreno

Lo spostamento permanente sarà quindi lo spostamento complessivo depurato della parte reversibile elastica:

$$u_r = u(p) - \frac{P}{E_s}$$

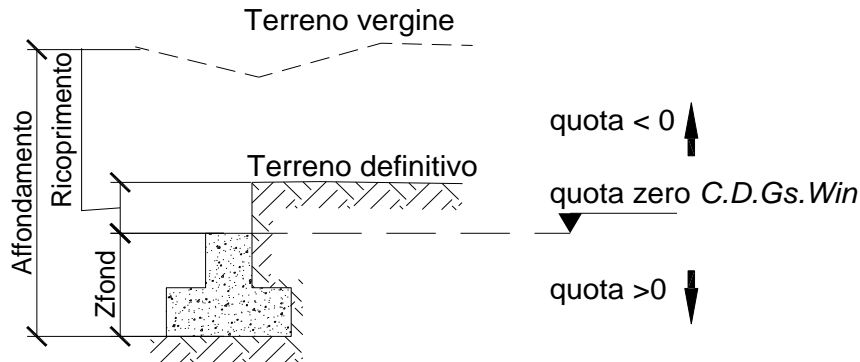
Tali spostamenti permanenti si determinano quindi come segue:

- si implementa il sistema fondazione + terreno non lineare secondo il modello sopra descritto;
- si esegue il calcolo non lineare del sistema fondazione-terreno imponendo i carichi dello SLD;
- si portano a zero i carichi esterni e si valutano gli spostamenti residui (che sono appunto i cedimenti permanenti SLD cercati).

La verifica di compatibilità degli spostamenti viene quindi effettuata dal progettista in funzione delle caratteristiche della struttura e delle prestazioni assegnate ovvero utilizzando un riferimento tecnico riconosciuto dalla NTC 2008 quali UNI EN 2007, FEMA 27X, Circolari applicative, linee guida, etc...

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante le platee.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

Plinto	: Numero di plinto
Q.t.v.	: quota terreno vergine
Q.t.d.	: quota definitiva terreno
Q.falda	: quota falda
InclTer	: inclinazione terreno
Num Str	: Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono
Sp.str.	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
Peso Sp	: peso specifico
Fi	: angolo di attrito interno
C'	: coesione drenata
Cu	: coesione NON drenata
Mod.El.	: modulo elastico
Poisson	: coeff. Poisson
Coeff. Lambe	: coefficiente beta di Lambe
Gr.Sovr	: grado di sovraconsolidazione

Mod.Ed. : modulo edometrico

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiché tutti i coefficienti di sicurezza sono già stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza è soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non è stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

DATI GENERALI			
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
		TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio		1,00	1,25
Peso Specifico		1,00	1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00	1,40
Tipo Approccio		Doppia Combinaz.:(A1+M1+R1) e (A2+M2+R2)	
Tipo di fondazione		Superficiale	
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante	1,00	1,80	
Scorrimento	1,00	1,00	

STRATIGRAFIA PLATEA															
Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,50	0,00		0	1	1	10,00	2100	30,00	0,00	0,00	300,00	0,20	1	0,00
						2		1600	30,00	0,00	0,00	500,00	0,20	1	0,00

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MULTIPLICATORI DI COLLASSO										
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	97	102	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	123	129	1,050	0						OK
A1 / 3	123	129	1,050	0						OK
A1 / 4	123	129	1,050	0						OK
A1 / 5	123	129	1,050	0						OK
A1 / 6	92	96	1,050	0						OK
A1 / 7	92	96	1,050	0						OK
A1 / 8	92	96	1,050	0						OK
A1 / 9	92	96	1,050	0						OK
A1 / 10	92	96	1,050	0						OK
A1 / 11	92	96	1,050	0						OK
A1 / 12	92	96	1,050	0						OK
A1 / 13	92	96	1,050	0						OK
A1 / 14	92	96	1,050	0						OK
A1 / 15	92	96	1,050	0						OK
A1 / 16	92	96	1,050	0						OK
A1 / 17	92	96	1,050	0						OK
A1 / 18	92	96	1,050	0						OK
A1 / 19	92	96	1,050	0						OK
A1 / 20	92	96	1,050	0						OK
A1 / 21	92	96	1,050	0						OK
A1 / 22	75	78	1,050	0						OK
A1 / 23	75	78	1,050	0						OK
A1 / 24	75	78	1,050	0						OK
A1 / 25	75	78	1,050	0						OK
A1 / 26	75	78	1,050	0						OK
A1 / 27	75	78	1,050	0						OK
A1 / 28	75	78	1,050	0						OK
A1 / 29	75	78	1,050	0						OK
A1 / 30	75	78	1,050	0						OK
A1 / 31	75	78	1,050	0						OK
A1 / 32	75	78	1,050	0						OK
A1 / 33	75	78	1,050	0						OK
A1 / 34	75	78	1,050	0						OK
A1 / 35	75	78	1,050	0						OK
A1 / 36	75	78	1,050	0						OK
A1 / 37	75	78	1,050	0						OK
A2 / 1	97	102	1,050	0						OK
A2 / 2	92	96	1,050	0						OK
A2 / 3	92	96	1,050	0						OK

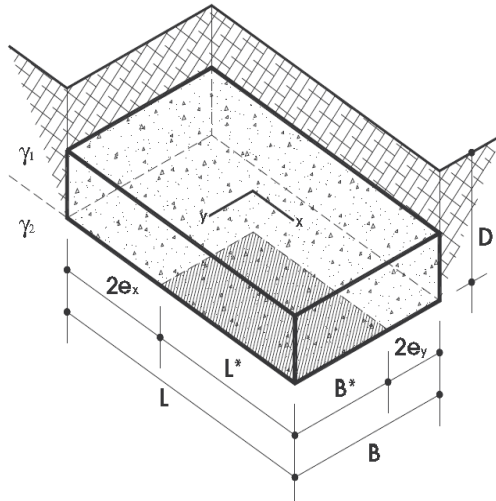
PORTANZA GLOBALE PIASTRE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.:A1 / 1																	
DRENATE			NON DRENATE			DRENATE			NON DRENATE			DRENATE			NON DRENATE		
Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	

N.ro	(cm)	SpostEI	(cm)	SpostEI	N.ro	(cm)	SpostEI	(cm)	SpostEI	N.ro	(cm)	SpostEI	(cm)	SpostEI
1	-0,263	ELAST.			2	-0,266	ELAST.			3	-0,263	ELAST.		
4	-0,266	ELAST.			9	-0,254	ELAST.			10	-0,259	ELAST.		
11	-0,259	ELAST.			12	-0,254	ELAST.			13	-0,260	ELAST.		
14	-0,264	ELAST.			15	-0,260	ELAST.			16	-0,264	ELAST.		
17	-0,261	ELAST.			18	-0,261	ELAST.			19	-0,257	ELAST.		
20	-0,257	ELAST.			25	-0,269	ELAST.			26	-0,269	ELAST.		
27	-0,267	ELAST.			28	-0,267	ELAST.			45	-0,266	ELAST.		
46	-0,268	ELAST.			47	-0,269	ELAST.			48	-0,264	ELAST.		
49	-0,266	ELAST.			50	-0,268	ELAST.			51	-0,269	ELAST.		
52	-0,270	ELAST.			53	-0,264	ELAST.			54	-0,266	ELAST.		
55	-0,268	ELAST.			56	-0,269	ELAST.			57	-0,270	ELAST.		
58	-0,264	ELAST.			59	-0,266	ELAST.			60	-0,268	ELAST.		
61	-0,269	ELAST.			62	-0,270	ELAST.			63	-0,266	ELAST.		
64	-0,268	ELAST.			65	-0,269	ELAST.			66	-0,262	ELAST.		
67	-0,264	ELAST.			68	-0,265	ELAST.			69	-0,266	ELAST.		
70	-0,261	ELAST.			71	-0,263	ELAST.			72	-0,265	ELAST.		
73	-0,266	ELAST.			74	-0,267	ELAST.			75	-0,267	ELAST.		
76	-0,262	ELAST.			77	-0,264	ELAST.			78	-0,266	ELAST.		
79	-0,267	ELAST.			80	-0,268	ELAST.			81	-0,268	ELAST.		
82	-0,265	ELAST.			83	-0,267	ELAST.			84	-0,268	ELAST.		
85	-0,269	ELAST.			86	-0,262	ELAST.			87	-0,260	ELAST.		
88	-0,265	ELAST.			89	-0,263	ELAST.			90	-0,261	ELAST.		
91	-0,260	ELAST.			92	-0,265	ELAST.			93	-0,264	ELAST.		
94	-0,262	ELAST.			95	-0,261	ELAST.			96	-0,265	ELAST.		
97	-0,263	ELAST.			98	-0,262	ELAST.			99	-0,262	ELAST.		
100	-0,262	ELAST.			101	-0,264	ELAST.			102	-0,264	ELAST.		
103	-0,264	ELAST.			104	-0,263	ELAST.			105	-0,265	ELAST.		
106	-0,265	ELAST.			107	-0,265	ELAST.			108	-0,265	ELAST.		
109	-0,267	ELAST.			110	-0,267	ELAST.			111	-0,267	ELAST.		
112	-0,261	ELAST.			113	-0,260	ELAST.			114	-0,262	ELAST.		
115	-0,261	ELAST.			116	-0,260	ELAST.			117	-0,264	ELAST.		
118	-0,263	ELAST.			119	-0,262	ELAST.			120	-0,265	ELAST.		
121	-0,265	ELAST.			122	-0,265	ELAST.			123	-0,266	ELAST.		
124	-0,267	ELAST.			125	-0,266	ELAST.			126	-0,267	ELAST.		
127	-0,267	ELAST.			128	-0,267	ELAST.			129	-0,267	ELAST.		
130	-0,268	ELAST.			131	-0,268	ELAST.			132	-0,268	ELAST.		
133	-0,268	ELAST.			134	-0,269	ELAST.			135	-0,269	ELAST.		
136	-0,258	ELAST.			137	-0,256	ELAST.			138	-0,261	ELAST.		
139	-0,259	ELAST.			140	-0,257	ELAST.			141	-0,255	ELAST.		
142	-0,262	ELAST.			143	-0,260	ELAST.			144	-0,258	ELAST.		
145	-0,256	ELAST.			146	-0,261	ELAST.			147	-0,259	ELAST.		
148	-0,257	ELAST.			149	-0,258	ELAST.			150	-0,257	ELAST.		
151	-0,260	ELAST.			152	-0,260	ELAST.			153	-0,260	ELAST.		
154	-0,259	ELAST.			155	-0,262	ELAST.			156	-0,262	ELAST.		
157	-0,262	ELAST.			158	-0,261	ELAST.			159	-0,256	ELAST.		
160	-0,255	ELAST.			161	-0,258	ELAST.			162	-0,257	ELAST.		
163	-0,256	ELAST.			164	-0,260	ELAST.			165	-0,259	ELAST.		
166	-0,258	ELAST.			282	-0,269	ELAST.			283	-0,269	ELAST.		
284	-0,268	ELAST.			291	-0,269	ELAST.			292	-0,268	ELAST.		
293	-0,267	ELAST.			294	-0,265	ELAST.			370	-0,270	ELAST.		
371	-0,269	ELAST.			372	-0,268	ELAST.			373	-0,270	ELAST.		
374	-0,269	ELAST.			375	-0,268	ELAST.			376	-0,270	ELAST.		
377	-0,269	ELAST.			378	-0,268	ELAST.			379	-0,267	ELAST.		
380	-0,266	ELAST.			381	-0,265	ELAST.			382	-0,267	ELAST.		
383	-0,267	ELAST.			384	-0,266	ELAST.			385	-0,268	ELAST.		
386	-0,268	ELAST.			387	-0,267	ELAST.			388	-0,266	ELAST.		
389	-0,265	ELAST.			390	-0,264	ELAST.			391	-0,262	ELAST.		
392	-0,267	ELAST.			393	-0,266	ELAST.			394	-0,265	ELAST.		
395	-0,263	ELAST.			396	-0,268	ELAST.			397	-0,267	ELAST.		
398	-0,266	ELAST.			399	-0,264	ELAST.							

Per il controllo dei risultati si è effettuata una verifica classica come riportato.

Dati di input generale e geometria fondazione

Teoria statica: EC7-2004		[B] Larghezza (dir y):	5.60 m	[L] Lunghezza (dir x):	8.50 m
Geometria fondazione				[D] Profondità (dir z):	0.30 m
[η] Angolo di inclinazione del piano di posa nella direzione di B:	0.0°			[β] Angolo di inclinazione del pendio:	0.0°
Carico permanente uniforme al piano campagna [q0]:	0.00 kPa			Profondità falda dal piano di campagna:	-3.40 m
Criterio di punzonamento:	NESSUNO			Condizione di verifica:	DRENATA



Stratigrafia del terreno

N.	y _{nat}	y _{sat}	φ	c'	c _u	H _{str}	E _{ed}	D _r
1	21.00	21.00	28.0	0.00	0.00	10.00	30000.00	0.90
2	18.00	16.00	30.0	0.00	0.00	10.00	50000.00	0.90
3	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Legenda

N.	: Numero strato dal piano di campagna verso il basso
y _{nat}	: Peso specifico contenuto naturale d'acqua (kN/m ³)
y _{sat}	: Peso specifico condizioni di saturazione d'acqua (kN/m ³)
φ	: angolo d'attrito interno (deg)
c'	: Coesione drenata (kPa)
c _u	: Coesione non drenata (kPa)
H _{str}	: Spessore dello strato (m)
E _{ed}	: Modulo edometrico (kPa)
D _r	: Densità relativa

Dati geotecnici di calcolo terreno equivalente

Medie ponderate svolte tra le quote 0.30 m e 11.50 m

y	φ	c'	c _u	E _{ed}	D _r
13.10	28.3	0.00		32678.57	0.90

Descrizione sintetica della teoria utilizzata

$$q_{ult} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot p_c \cdot e_c + q' \cdot N_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot p_q \cdot e_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_y \cdot s_y \cdot i_y \cdot b_y \cdot p_y \cdot e_y$$

$$Q_{ult} = q_{ult} \cdot B' \cdot L'$$

Fattori di capacità portante

$$N_c = (N_q - 1) / \tan(\varphi)$$

$$N_q = e^{-\pi \cdot \tan(\varphi)} \cdot \tan^2(\pi/4 + \varphi/2)$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi)$$

Fattori di forma

$$s_c = s_q \cdot (1 - s_q) / (N_q - 1)$$

$$s_q = 1 + B'/L' \cdot \sin(\varphi) \text{ - oppure } 1 + \sin(\varphi) \text{ per fondazioni quadrate}$$

$$s_y = 1 - 0.3 \cdot B'/L' \text{ - oppure } 0.7 \text{ per fondazioni quadrate}$$

Fattori di inclinazione dei carichi

$$i_c = i_q \cdot (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_q = (1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\varphi)))^m$$

$$i_y = (1 - V / (N + B' \cdot L' \cdot c' / \tan(\varphi)))^{(m+1)}$$

Fattori di inclinazione base fondazione

$$b_c = b_q \cdot (1 - b_q) / (N_q - 1)$$

$$b_q = (1 - \eta \cdot \tan(\varphi))^2 \text{ - } \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

$$b_y = (1 - \eta \cdot \tan(\varphi))^2 \text{ - } \eta \text{ angolo inclinazione base}$$

Fattori di punzonamento

$p_c=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)
 $p_q=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)
 $p_y=1.0$ (punzonamento non ritenuto possibile)

Fattori riduttivi per sisma

$e_c=1.0$ (sisma non considerato)
 $e_q=1.0$ (sisma non considerato)
 $e_y=1.0$ (sisma non considerato)

q' : pressione litostatica alla profondità D (0.30 m) di imposta fondazione: 6.30 kPa
 I valori di γ , ϕ , c' sono i parametri geotecnici di calcolo del terreno equivalente (vedi tabella sopra riportata)
 B' , L' : Dimensioni efficaci della fondazione ($B'=B-2 \cdot M_x/N$ - $L'=L-2 \cdot M_y/N$) (se $B > L'$ le due dimensioni vengono scambiate tra loro)
 π : valore di phi greco (3.14159...)
 V risultante dei tagli $\text{rad}q(V_x^2+V_y^2)$ - N sforzo normale
 $m=(m_1 \cdot \cos^2(\theta)+m_2 \cdot \sin^2(\theta))$ - dove $m_1=(2+L'/B)/(1+L'/B)$, $m_2=(2+B'/L)/(1+B'/L)$, θ angolo di V con la direzione di L

Valori numerici dei dati che non si modificano ad ogni combinazione di carico

$N_c=$	26.343	$N_q=$	15.168	$N_y=$	15.240
$c'=$	0.00 kPa	$q=$	6.30 kPa	$y=$	13.10 kN/m ³

Descrizione simbologia ed opzioni speciali

Riferimento globale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z verticale
 Riferimento locale: asse X parallelo ad L, Y parallelo a B, asse Z ortogonale alla base fondazione (eventualmente inclinata)

Combinazione di carico: 1 - statica

	N (kN)	M_x (kNm)	M_y (kNm)	V_x (kN)	V_y (kN)		
	1105.00					Riferimento globale	$B'=5.60$ m
	1105.00					Riferimento locale	$L'=8.50$ m
	Fattori s	Fattori d	Fattori i	Fattori b	Fattori g	Fattori p	Fattori e
c	1.334		1.000	1.000			Globali
q	1.312		1.000	1.000			1.334
y	0.802		1.000	1.000			1.312
							0.802
$q_{ult}=$	573.82 kPa		$Q_{ult}=$ 27314.03 kN		$R=Q_{ult}/N = 24.719 > R3=2.3$		

Entrambi i metodi di verifica geotecnica, quello effettuato con il software di calcolo automatico e quello classico, forniscono esito positivo.

SOMMARIO

1. PREMESSE	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	8
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
6. CARICO DA CENERE VULCANICA	22
7. PIANO DI MANUTENZIONE	24
8. USO DEL FASCICOLO	26

Allegato A - Vasca 1: Torrino di carico e sollevamento;

Allegato B - Vasca 2: Vasca di miscelazione HCL;

Allegato C - Vasca 3 : Vasca di contatto;

Allegato D - Vasca 4: Vasca di miscelazione $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

Allegato E - Vasca 5: Vasca di miscelazione lenta;

Allegato F - Vasca 6: Vasca di Sedimentazione;

Allegato G - Vasca 10: Vasca di Accumulo;

Allegato H - Palazzina servizi e uffici;

Allegato I - Capannoni di Stoccaggio;

Allegato L - Manuale di Manutenzione opere in c.a. ed accessorie.

1. PREMESSE

Il presente elaborato contiene i calcoli geotecnici e strutturali del progetto definitivo dell'impianto di trattamento delle acque di falda nell'ambito della "Messa in Sicurezza e bonifica delle acque di falda nel SIN di Napoli Orientale".

La validità delle calcolazioni, sebbene effettuata utilizzando parametri cautelativi, è subordinata alla verifica puntuale dei parametri geotecnici da verificare con un'ideale campagna di indagini.

In questo sito è prevista la realizzazione dell'impianto TAF a servizio delle barriere idrauliche da realizzare per intercettare i "plumes" inquinanti presenti nella falda freatica. L'area identificata per la realizzazione dell'impianto TAF sia il depuratore Napoli Est sia la Motorizzazione Civile di Napoli.



Ripresa aerea della zona dell'impianto di depurazione di Napoli Orientale. Il cerchio in rosso indica l'area per la realizzazione del TAF

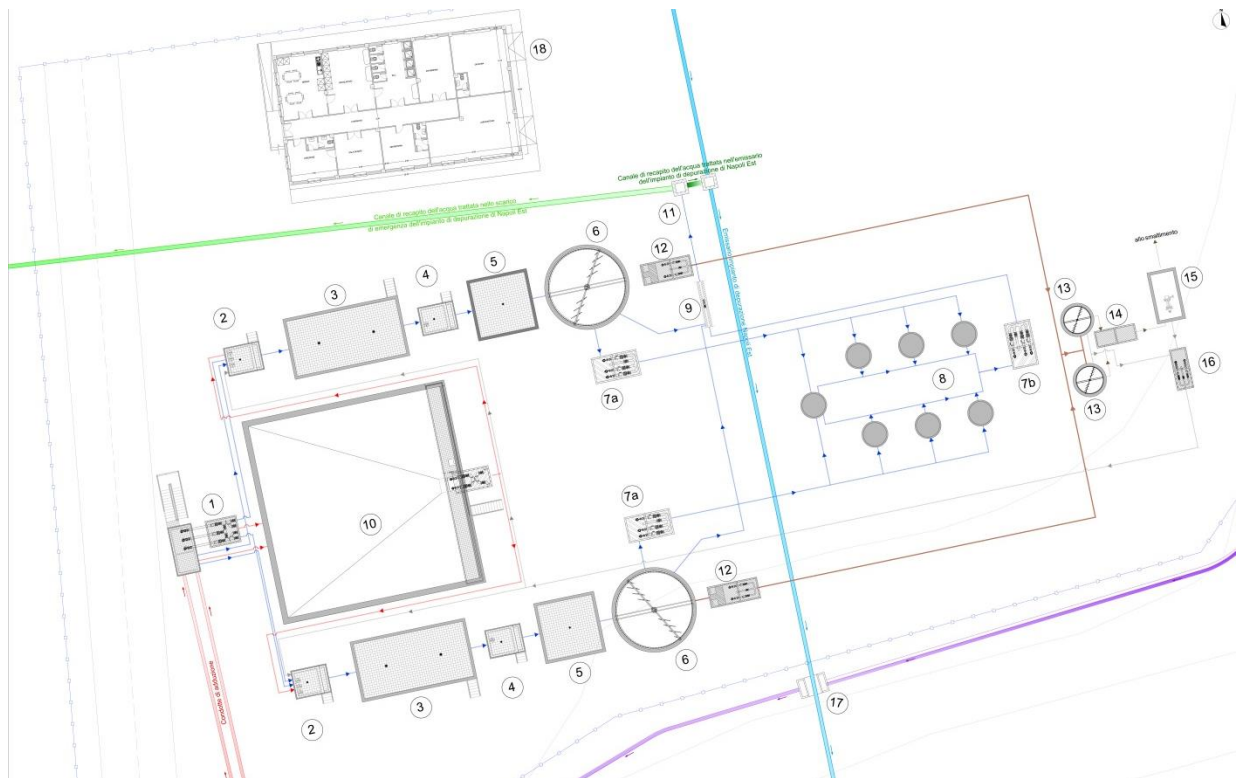
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 02 Febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP. – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo Parte1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo Parte1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità- istruzioni complementari per l’applicazione delle UNI EN 206-1:2006;
- UNI EN 1997-1:2005 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1 regole generali;
- UNI EN 1997-2:2002 - Eurocodice 7- Progettazione geotecnica - Parte 2 progettazione assistita da prove di laboratorio;
- UNI EN 1997-3:2002 - Eurocodice 7- Progettazione geotecnica - Parte 3 progettazione assistita con prove in sito;
- UNI EN 1998-4:2000 - Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 4 Silos, serbatoi e tubazioni;
- UNI EN 1998-5:2005 - Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5 Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici;

3. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE OPERE

Si riporta l'elenco e l'individuazione planimetrica delle opere oggetto del presente elaborato.

- Vasca 1: Torrino di carico e di sollevamento
- Vasca 2: Miscelazione rapida HCl-H₂O₂-FeSO₄
- Vasca 3: Vasca di contatto
- Vasca 4: Vasca di miscelazione Ca (OH)₂
- Vasca 5: Vasca di miscelazione lenta
- Vasca 6: Vasca di sedimentazione
- Vasca 10: Vasca di accumulo
- Locali uffici



Vasca 1:

Il torrino di carico è costituito da un manufatto composto da due scatolari in c.a. affiancati, uno ha dimensioni 2,60m x 2,30 m e altezza 2,90 m e poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore s=20 cm), l'altro ha dimensioni 2,60 m x 2,30 m e altezza 1,80 m e si innesta 2,10 m sopra la platea di base, da un lato agganciandosi al setto del primo scatolare,

dall'altro lato venendo sorretto da due pilastri. I setti hanno spessori 30 cm, così come la piastra di base.

La platea di fondazione è spessa 30 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggianti sulle pareti perimetrali.

Vasca 2:

La vasca di miscelazione rapida HCl-H₂O₂-FeSO₄ è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta quadrata di dimensioni 3,10 m x 3,10m e altezza 2,10 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore s=20 cm).

La platea di fondazione è spessa 40 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto in elevazione. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggianti sulle pareti perimetrali.

Vasca 3:

La vasca di contatto è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta rettangolare di dimensioni 12,60 m x 6,60 m e altezza 2,80 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore s=20 cm).

La platea di fondazione è spessa 50 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto in elevazione. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggianti sulle pareti perimetrali.

Vasca 4:

La vasca di miscelazione Ca (OH)₂ è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta quadrata di dimensioni 3,10 m x 3,10 m e altezza 1,80 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore s=20 cm).

La platea di fondazione è spessa 40 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto in elevazione. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggiati sulle pareti perimetrali.

Vasca 5:

La vasca di miscelazione lenta è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta quadrata di dimensioni 6,60 m x 6,60 m e altezza 2,80 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore $s=20$ cm). La platea di fondazione è spessa 40 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggiati sulle pareti perimetrali.

Vasca 6:

La vasca di miscelazione lenta è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta tonda di diametro 9,10 m e altezza 3,80 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore $s=20$ cm).

La platea di fondazione è spessa 45 cm e si estende per 1,50 m oltre il perimetro esterno del manufatto. Le pareti perimetrali sono spesse 30 cm. L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggiati sulle pareti perimetrali.

Vasca 10:

La vasca di accumulo è costituita da uno scatolare in c.a. a pianta quadrata di dimensioni esterne 22,20 m x 22,20 m e altezza interna 4,92 m. Poggia direttamente sulla platea di base (magrone di spessore $s=20$ cm). La platea di fondazione è spessa 60 cm. Le pareti perimetrali sono spesse 45 cm.

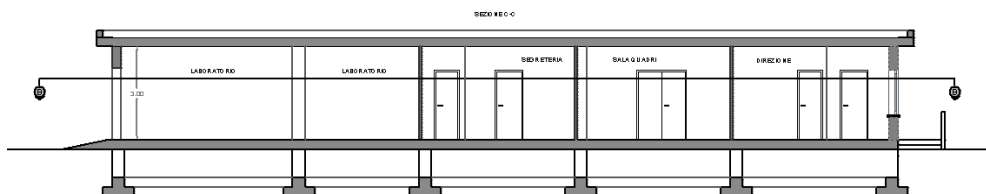
L'intero manufatto è realizzato in cls faccia vista.

Il piano di calpestio è costituito da elementi grigliati in acciaio, sostenuti da profili metallici poggianti sulle pareti perimetrali.

Locali uffici:

Sono costituiti da una struttura intelaiata in C.A. con sviluppo planimetrico di forma rettangolare di lati 25,15m x14 m con orizzontamento di copertura in laterocemento (H20+5 cm interasse 50), calpestio al piano terra su igloo e appartato fondale costituito da travi a “T” rovesce.

La struttura ha uno sviluppo verticale dal p.c. di 3,6, le fondazioni hanno il piano di imposta a -1,5 m da p.c.



4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I calcoli svolti sono stati effettuati sulla base di dati geotecnici contenuti in interventi progettuali in aree limitrofe. Pertanto la validità delle calcolazioni, sebbene effettuata utilizzando parametri cautelativi, è subordinata alla verifica puntuale dei parametri geotecnici, al momento della redazione del presente elaborato non disponibili. Tali verifiche saranno comunque necessarie nell'ambito della progettazione esecutiva.

Dal punto di vista geologico si è potuto costruire un modello litostratigrafico attraverso i sondaggi eseguiti per la caratterizzazione dell'area (Rif.: Progetto di Caratterizzazione SIN4-ATI:TEI – Geoingegneria S.r.l. - Chelab) fino alla profondità di -10 dal p.c.

I depositi presenti all'interno del SIN sono rappresentati da litotipi vulcanici e vulcanoclastici rimaneggiati in parte dall'attività fluviale e in parte da quella marina.

Essi sono caratterizzati da una notevole differenziazione del comportamento fisico-meccanico, in relazione alle diverse modalità della loro messa in posto (piroclastiti di ricaduta, di colata piroclastica, di colata lavica, ecc. - *Funicello & Giordano, 2008*) nonché dell'attività di rimaneggiamento (erosione/trasporto/rideposizione) operata dai corsi d'acqua e/o dall'azione del mare.

In sintesi, qui di seguito si rappresentano i vari tipi litologici che s'incontrano nel contesto progettuale (vedi sezioni e profili allegati al progetto) e di questi si valutano i principali parametri geotecnici, ricavati da indagini eseguite nell'area del SIN, da utilizzare ai fini progettuali:

Depositi addizionati (Riporto, terre da scavo, ecc.)

Peso unità di volume	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 22-26^\circ$
Coesione	$C_u = 0 \text{ kN/m}^2$

Sabbie fini debolmente limose

Peso dell'unità di volume	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$;
Angolo di attrito	$\varphi = 30-35^\circ$;
Coesione	$C_u = 0$;

Sabbie e ghiaie (Depositi a prevalenza sabbiosa/depositi a prevalenza ghiaiosa)

Per il primo tipo si tratta di sabbie sciolte prevalentemente a grana medio-fine, di colore grigio chiaro e/o paglierino.

Peso unità di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 24-28^\circ$
Coesione	$C_u = 0 \text{ kN/m}^2$

Per il secondo tipo si tratta di *ghiaie sciolte* a luoghi con una matrice sabbiosa. I parametri tipo sono:

Peso unità di volume	$\gamma = 17-18 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 25-28^\circ$
Coesione	$C_u = 0 \text{ kN/m}^2$

Limi debolmente sabbiosi

Peso unità di volume	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 25-28^\circ$
Coesione	$C_u = 0 \text{ kN/m}^2$
Velocità delle onde S	$V_s = 130 \text{ m/s}$

Cinerite

Peso unità di volume	$\gamma = 16-20 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 30-32^\circ$
Coesione	$C_u = 0 \text{ kN/m}^2$
Velocità delle onde S	$V_s = 268 \text{ m/s}$

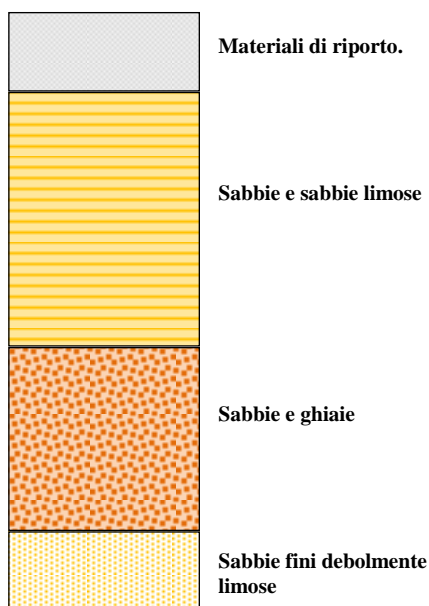
Piroclastiti

Peso unità di volume	$\gamma = 10-23 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 32-40^\circ$
Coesione	$C_u = 0- 1 \text{ kN/m}^2$
Velocità delle onde S	$V_s = 260/326 \text{ m/s}$

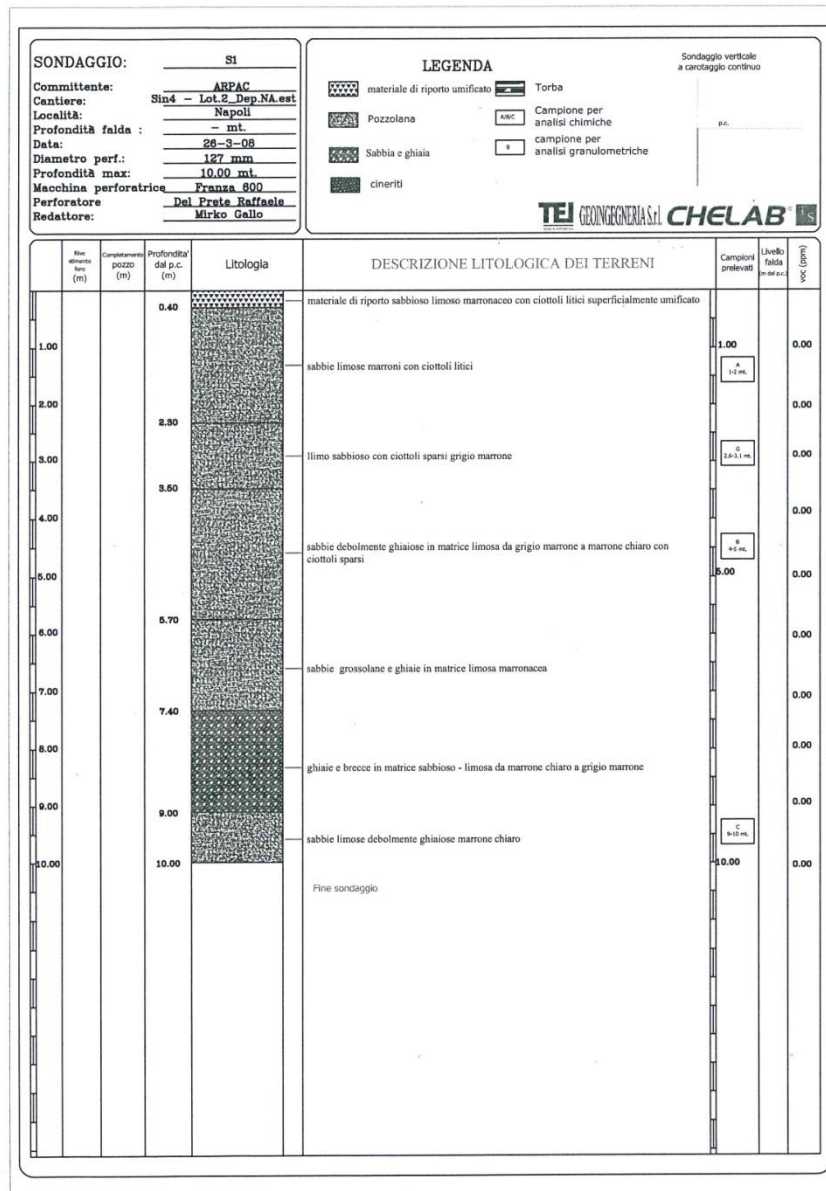
Tufo

Peso unità di volume	$\gamma = 24-26 \text{ kN/m}^3$
Angolo d'attrito	$\varphi = 28-32^\circ$
Coesione	$C_u = 0- 1 \text{ kN/m}^2$

- terreni di riporto di varia origine e pezzatura immerso in una matrice sabbio-limosa o di terreno vegetale. Lo spessore è variabile compreso tra 0,40 e oltre 2,20 metri;
- sabbie e sabbie limose di colore variabile da grigio scuro a marrone. A livelli sono presenti straterelli pomicei. Lo spessore è variabile compreso tra 4,00 e 10,0 metri. All'interno di questa formazione si rinviene la falda idrica superficiale;
- sabbie e ghiaie in matrice limosa, ricche di frammenti litici e pomici generalmente sparse o a luoghi in livelli e lenti (pozzolane), spesso rimaneggiate. Lo spessore è compreso tra 2,50 e i 4,00 metri;
- sabbie fini in matrice limo-sabbiosa di colore grigio e grigio scuro. Lo spessore è contenuto entro i 2,00 metri.

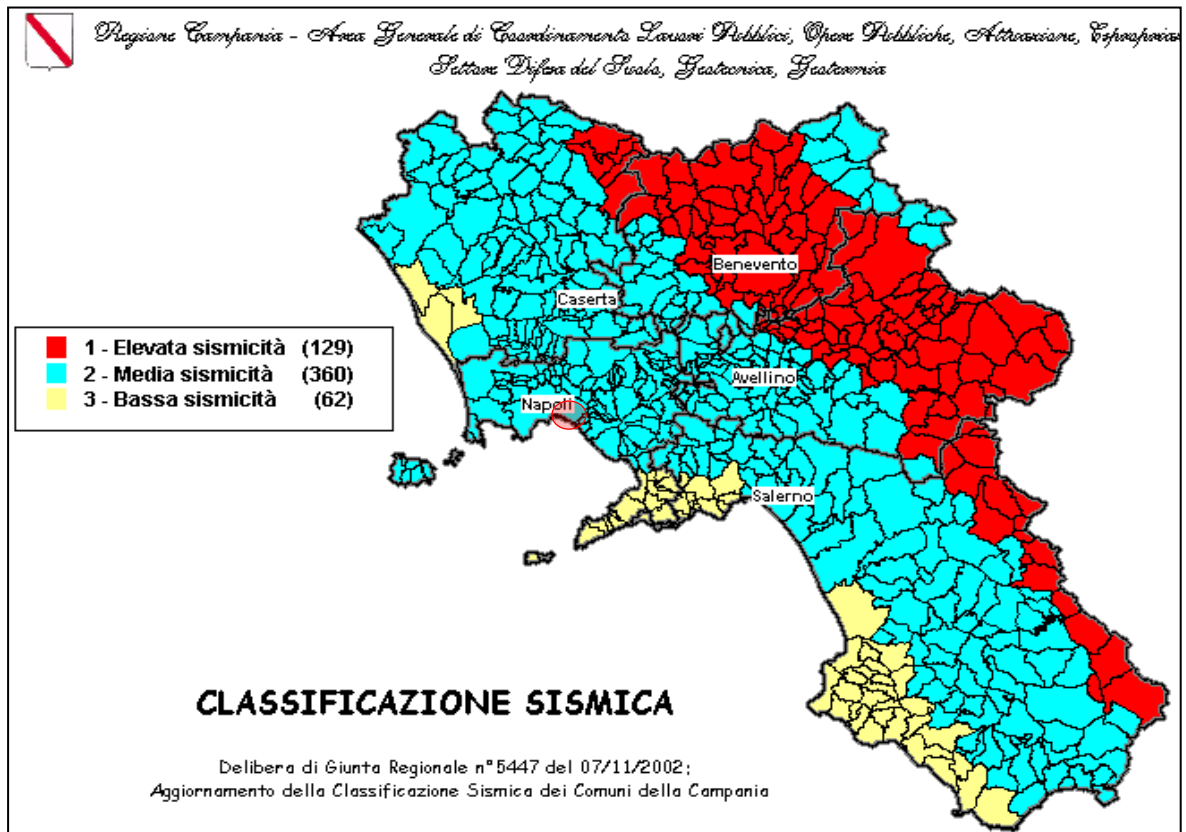


Costruzione litostратigrafica dell'area dell'Impianto di depurazione di Napoli Est.



5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Sulla base della Deliberazione di Giunta Regionale della Campania n° 5447 del 07 novembre 2002, l'area in esame ricade in "zona II".



Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania.

Ai fini della nuova normativa tecnica per le costruzioni del 2008, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag accelerazione orizzontale massima;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni dell'opera da costruire nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni e interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva, invece, una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli degli elementi non strutturali e impiantistici e danni molto gravi degli elementi strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali e un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Nel nostro caso specifico si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento riportate nella tabella di seguito rappresentata.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali allo scopo di meglio caratterizzare l'azione sismica.

Queste ulteriori categorie sono di riportate nella tabella sottoriportata.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Condizioni topografiche

Per configurazioni superficiali semplici, come il caso in oggetto, si può adottare la seguente classificazione così come descritta in tabella.

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Parametri sismici

Dal grado di approfondimento del presente studio, acquisito attraverso il rilevamento geologico, geomorfologico e stratigrafico dell'area, nonché attraverso i dati forniti da una prova sismica, è stato possibile stabilire quanto segue:

- dal punto di vista morfologico, l'area in esame si colloca su un'area pianeggiante appartenente morfologicamente alla pianura costiera. Secondo le nuove normative sismiche NTC 2008, la categoria topografica da attribuire al sito è di tipo T1 (aree pianeggianti, pendii e rilievi isolati con pendenze inferiori a 15°);
- la categoria di suolo è stata definita attraverso la conoscenza sismostratigrafica del sito con la determinazione del VS30; valutata attraverso una prova sismica, pari a 275-290m/sec.(prova effettuata nelle prossime vicinanze di San Giovanni a Teduccio). Il tipo di suolo che scaturisce è quello di tipo "C" (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina), secondo quanto riportato nella tabella 3.2.II (Norme Tecniche Costruzioni 2008) – Categorie di sottosuolo;
- dopo aver acquisito le caratteristiche del sito e dell'opera, si valutano i parametri sismici caratteristici e si elaborano gli spettri di risposta agli stati limite SLO, SLD, SLV e SLC. Gli stati limite definiscono le condizioni sismiche del sito cui il progettista deve far riferimento per la progettazione in sicurezza dell'opera.

Per poter definire i livelli di sicurezza attesi dall'opera, richiesti dalle norme (cap. 2 delle NTC) è necessario definire, la "Vita Nominale" (cfr. punto 2.4.1 delle NTC) e "Classe d'Uso" (cfr. punto 2.4.2 delle NTC).

Considerato il carattere temporaneo dell'opera in progetto, legata ai tempi della bonifica, si prevede che la funzionalità deve coprire un arco temporale di circa per 30 anni.

Pertanto, si definisce una Vita Nominale (Vn) pari a 50 anni, che è di non molto superiore all'intervallo di tempo per cui è richiesta la completa funzionalità, come contemplato dalla tabella 2.4.I estratta dalle NTC e qui riportata per completezza.

Tabella 11 TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il punto C.2.4.1 della Circolare afferma che “con riferimento alla tabella 2.4.1 si evidenzia che, ai sensi e per gli effetti del Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 il carattere strategico di un’opera o la sua rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso, è definito dalla classe d’uso”.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un’interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d’uso così definite:

- *Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- *Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività nonpericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso III o in Classe d’uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- *Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- *Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie d’importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

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

Poiché nell'elenco B del D.C.D.P.C. n. 3685 del 21 ottobre 2003, al punto 2 sono inserite “strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali”, nonché nell'elenco B della D.G.R. Campania n. 3573 dello 05/12/03, al punto 8 sono inserite “strutture di stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi”, si può ritenere che le opere in progetto sono da intendersi come “rilevanti” in relazione alle conseguenze di un loro eventuale collasso.

Pertanto, le opere in esame possono classificarsi in Classe III, definita in funzione delle possibili conseguenze dovute a un'interruzione di operatività, o eventuale collasso.

In definitiva (cfr. punto 2.4.3 delle NTC) il periodo di riferimento dell'azione sismica vale:

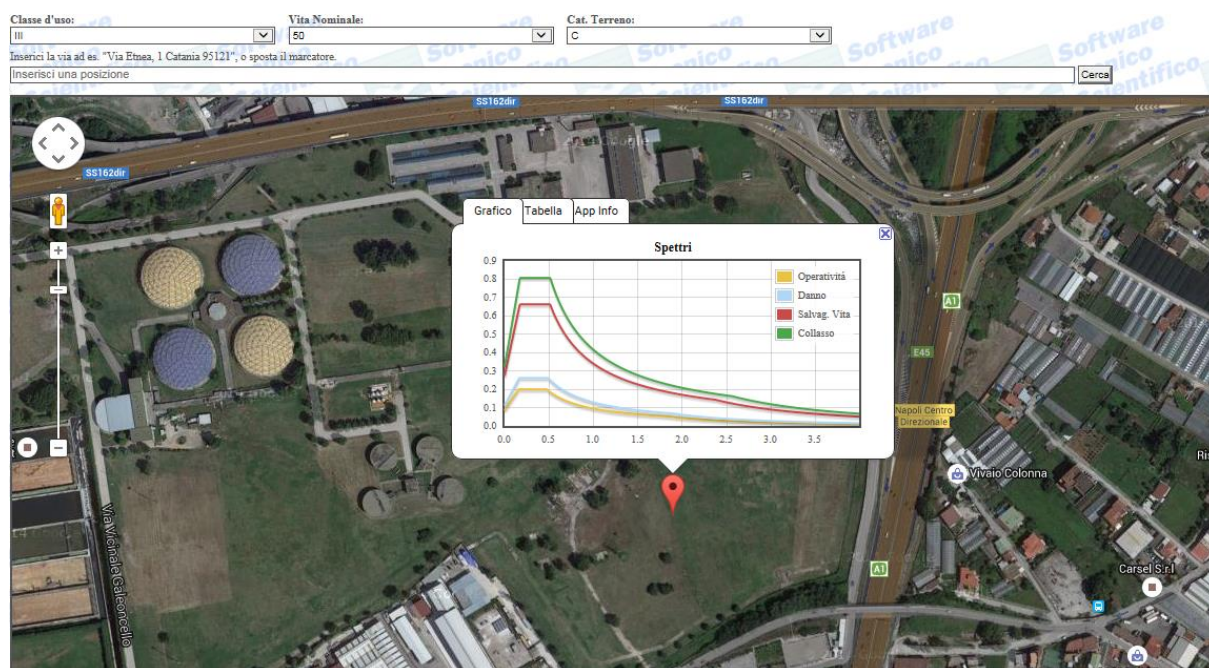
$$V_R = V_N * C_U$$

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

e pertanto $V_R = 75$ anni.

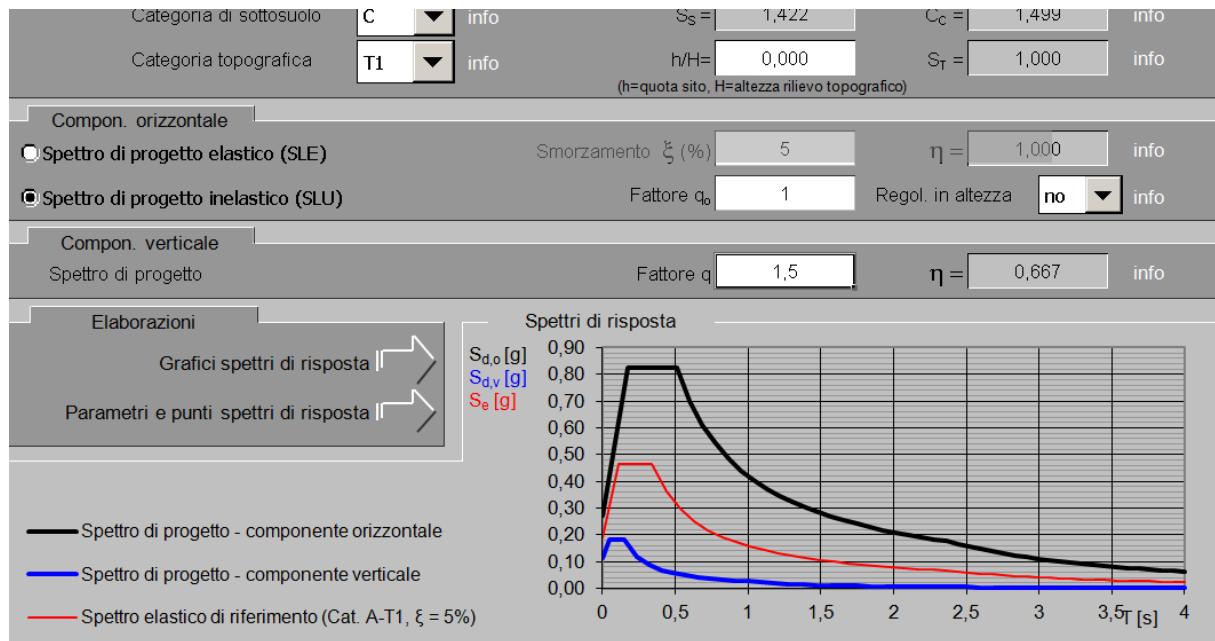
Si riporta un prospetto dei parametri sismici adottati e gli spettri associati.

Vita Normale	50
Classe d'Uso	3
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	40.86443
Longitudine del sito oggetto di edificazione	14.3188

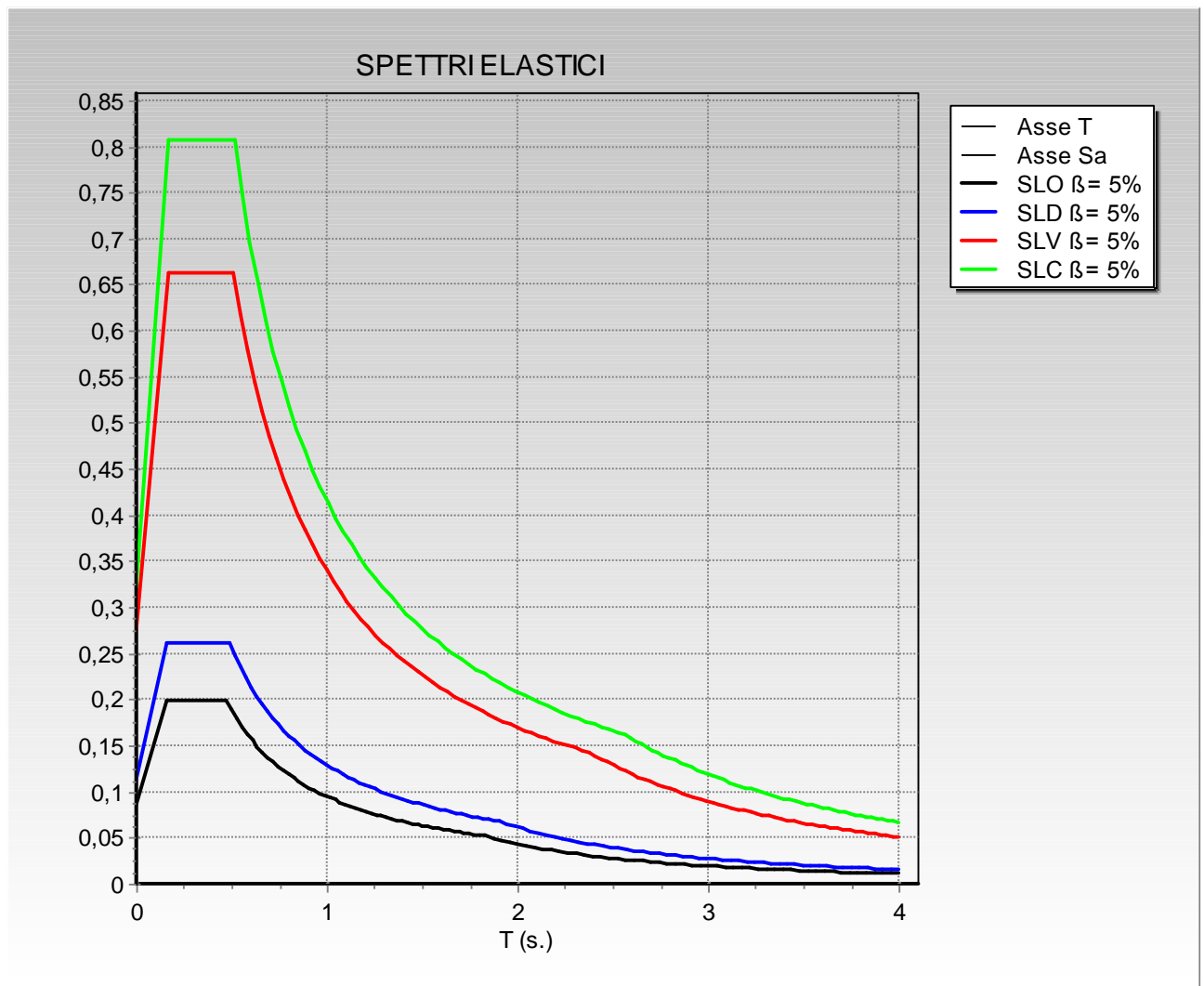


Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno S

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0,056	2,338	0,306
SLD	75	0,075	2,326	0,323
SLV	712	0,192	2,416	0,341
SLC	1462	0,240	2,501	0,343



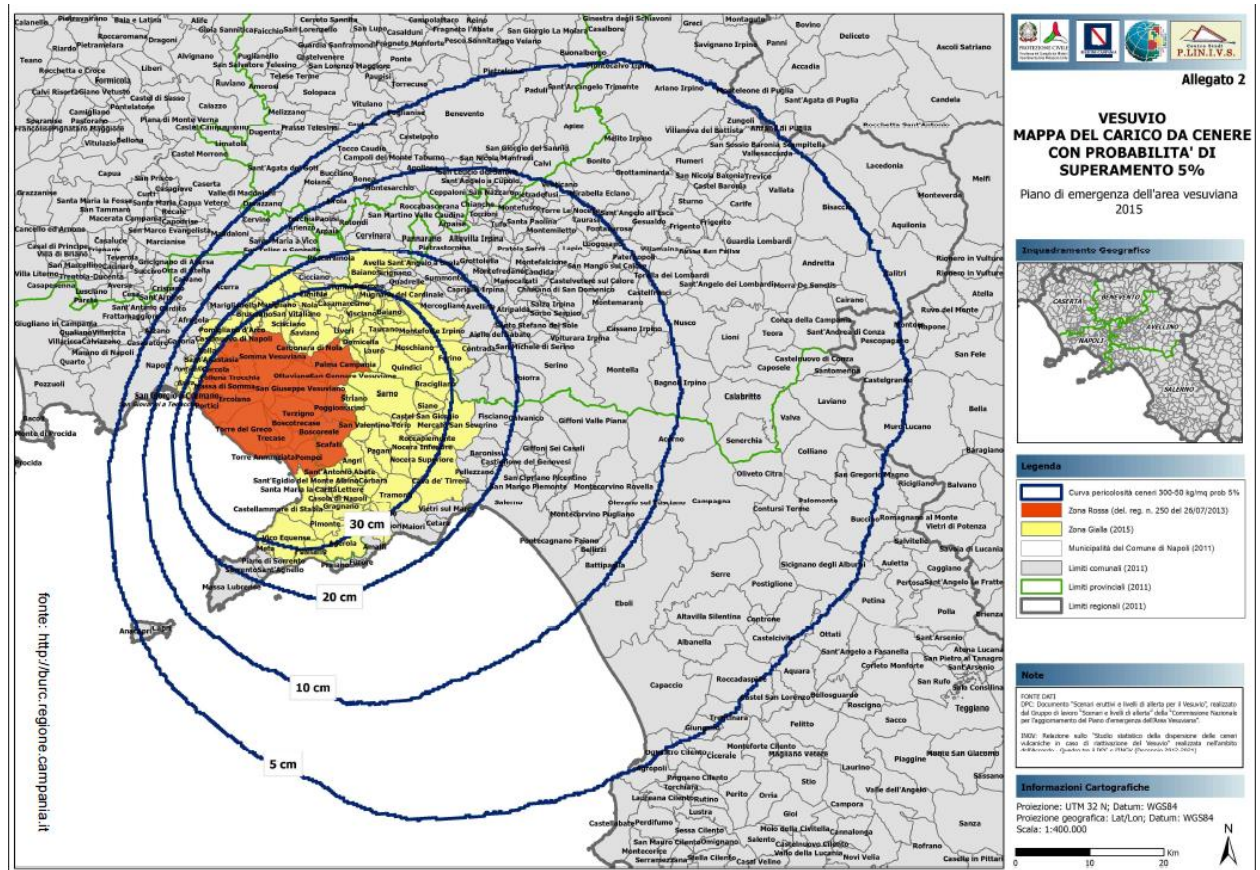
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	14,31880	Latitudine Nord (Grd)	40,86443
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,32
Fo	2,33	Fv	0,86
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,90
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,19	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	2,42	Fv	1,44
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,42	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,51	Periodo TD (sec.)	2,37



6. CARICO DA CENERE VULCANICA

Nei calcoli, in accordo alla Delibera della Giunta Regionale n 29 del 09/02/2015, è stato considerato l'effetto del carico verticale indotto dalla ricaduta di ceneri vulcaniche.

L'area in esame ricade nell'elenco dei comuni nella fascia di carico tra 100 ed 200 kg/mq dell'Allegato 3 della succitata Delibera Regionale, ossia nella fascia tra i 10 ed i 20 cm di accumulo di cenere. Nello specifico si è assunto 1,5 KN/mq



Nell'Allegato 6 della precedente Delibera Regionale vengono fornite le indicazioni per la determinazione dei carichi.

“Il carico da cenere è una “azione eccezionale”, così come definita al paragrafo 3.6 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 14 gennaio 2008.”

“Il carico da cenere asciutta deve essere opportunamente maggiorato per tener conto dell'effetto di possibili piogge concomitanti o successive all'eruzione vulcanica. Tale incremento è pari a 1,5 KN/mq, ovvero al corrispondente carico da cenere asciutta se inferiore.”

Pertanto il carico verticale conseguente alla ricaduta di ceneri vulcaniche totale considerato è pari a 3KN/mq.

Per gli elementi orizzontali costituiti da grigliati il carico da cenere vulcanica non è stato considerato per effetto della geometria “aperta” degli stessi.

7. PIANO DI MANUTENZIONE

Il Piano di Manutenzione è costituito dai seguenti documenti operativi:

- **Manuale d'uso**
- **Manuale di manutenzione**
- **Programma di manutenzione**

Scopo del Manuale d'uso è quello di illustrare le regole e le procedure di utilizzazione delle parti più importanti del bene e, in particolare, degli impianti tecnologici.

Le informazioni raccolte in tale documento permettono all'utente di acquisire le nozioni circa le modalità di fruizione del bene e le indicazioni necessarie per limitarne, quanto più possibile, i danni derivanti da un uso improprio.

In relazione a tali dati non è necessaria una conoscenza specialistica; le nozioni consentono di riconoscere tempestivamente eventuali fenomeni di deterioramento anomalo sì da sollecitarne l'intervento specifico.

Scopo del Manuale di manutenzione è quello di illustrare l'attività manutentiva necessaria per la perfetta funzionalità ed efficienza delle parti più importanti del bene (in particolare, degli impianti tecnologici) nell'arco del loro normale tempo di vita.

Il documento raccoglie l'insieme delle indicazioni e dei protocolli da seguire per la corretta manutenzione e per la regolazione dei manufatti e degli impianti; ciò in relazione alle diverse unità tecnologiche ed alle caratteristiche dei materiali o dei componenti impiegati, indicando i centri di assistenza o di servizio cui far ricorso in caso di guasto.

Il Programma di manutenzione riporta il sistema di controlli e di interventi da eseguire a cadenze prefissate al fine di garantire la buona conservazione e la funzionalità dell'opera nell'arco del proprio periodo di vita (per quella in esame si ipotizza un periodo di vita pari a 50 anni).

Il documento si articola in due sottosezioni:

- la sezione dei controlli, relativa al programma delle verifiche e dei controlli periodici da effettuare al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei momenti successivi della vita del bene;
- la sezione degli interventi di manutenzione, relativa ai diversi interventi di manutenzione da effettuare per conseguire l'opportuna conservazione del bene.

Il complesso di opere idrauliche è pensato con la finalità di garantire che tutti i processi di trattamento delle acque di falda si realizzino in completo automatismo. Al fine di garantire tale automatismo è tuttavia necessario prevedere una serie di interventi di manutenzione programmata di carattere ordinario

Lavori ordinari	Taglio della vegetazione circostante
	Pulizia della viabilità di servizio
	Pulizia dei manufatti con vasca
Lavori straordinari	Controllo dello stato di integrità delle opere in c.a
	Controllo dello stato di integrità delle opere secondarie

Prospetto di sintesi "Lavori ordinari e lavori straordinari"

Si ritiene che i primi interventi di manutenzione non debbano avvenire prima di 10-15 anni dalla data di messa in esercizio dell'opera.

Si specifica che non è possibile stimare preventivamente l'importo totale correlato alla manutenzione delle strutture.

8. USO DEL FASCICOLO

Il Fascicolo è predisposto per contenere la raccolta delle informazioni utili per l'esecuzione dei lavori e degli interventi sulle opere.

Sarà obbligo del Committente provvedere al costante aggiornamento del Fascicolo, sia a fine lavori, qualora in corso d'opera siano avvenute delle modifiche, sia nel tempo, in fase di controllo.

Il Fascicolo e le Schede dei materiali dovranno essere consultati ad ogni operazione lavorativa (di revisione o di manutenzione dell'opera), compilati e firmati dall'Esecutore degli interventi. Ogni qualvolta si renderà necessario, in seguito a revisione, eseguire interventi di manutenzione, le opere eseguite dovranno essere registrate nella relativa Scheda degli interventi.

Nella Scheda dovranno essere registrati i seguenti dati:

- Data dell'intervento;
- Tipologia dell'intervento;
- Ditta esecutrice;

Dettagli relativi alle operazioni effettuate.

Il presente Fascicolo è finalizzato alla programmazione delle misure di prevenzione e protezione e potrà essere rivisto, in fase di esecuzione, in occasione di:

- Modifiche progettuali;
- Varianti in corso d'opera;
- Introduzione di nuova tecnologia non prevista all'interno del presente Piano;
- Introduzione di macchine e attrezzature non previste all'interno del presente Piano.

Il Piano di manutenzione riportato in allegato è strutturato operando una distinzione all'interno delle opere in c.a. ed accessorie.

Opere in c.a. ed opere accessorie	Strutture di fondazione (platea)
	Strutture in elevazione (setti in c.a.)
	Strutture secondarie (travi porta grigliati e grigliati di calpestio)
Allegati	Schede di registrazione interventi
	Schede dei materiali

Struttura del "Piano di Manutenzione"