

AVVISO M2C.1.1 I 1.1 - Linea d'Intervento C
**"Ammodernamento (anche con ampliamento di impianti
esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di
trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali
assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue,
i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili"**
**REALIZZAZIONE ESSICCATORE FANGHI DI DEPURAZIONE
LOCALITÀ OMIGNANO SCALO**

PFTE

ELABORATO D-R-321-A-70	Relazione geotecnica - Vasca e tettoia stoccaggio fanghi	SCALA -
RUP Ing. Giovanna Ferro	Progettista Ing. Angelo Cantatore ETC ENGINEERING S.R.L. via dei Palustei 16, Meano 38121 Trento (TN) Tel: 0461 825280 - Fax: 0461 1738909 web. www.etc-eng.it - e-mail: info@etc-eng.it 	ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TRENTO  Ingegnere civile e ambientale, industriale e dell'edilizia Iscritto al N. 2532 d'Albo - Sezione A degli Ingegneri

Presidente del CdA
Avv. Gennaro Maione

Direttore Generale
Ing. Maurizio Desiderio

DATA
18/10/2024
Revisione 0 - Emissione

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO DI FABBRICA	6
3.1 Programma delle indagini geologiche	7
3.2 Modello geotecnico	7
3.3 Categoria del sottosuolo e topografica	11
4. NORMATIVA	13
5. STATI LIMITE	14
5.1. Verifica agli stati limite (SLU)	14
5.2. Verifica agli stati limite (SLE)	16
6. SINTESI DEI RISULTATI	18
6.1. SLU – Carico limite	18
6.2. SLU – Scorrimento	19
6.3. SLE – Cedimenti	20

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inquadramento.....	4
Figura 2: Vista modello - ProSap	5
Figura 3: Estratto da modellazione BIM.	5
Figura 4: Costante di Winkler – stratigrafia 2.	10
Figura 5: Categoria di sottosuolo.	11
Figura 6: Categoria topografica.	12
Figura 7: Portata – carico limite - Stratigrafia 2.	18
Figura 8: Scorrimento - Stratigrafia 2.	19
Figura 9: Cedimento - Stratigrafia 2.....	20

1. PREMESSA

Il presente elaborato ha come oggetto la realizzazione di una vasca in calcestruzzo armato all'interno dell'impianto di depurazione fanghi nel comune di Omignano Scalo (SA).

LATITUDINE 40.250000;

LONGITUDINE 15.133300;

La vasca costituirà la fondazione e struttura di contenimento per i silo di stoccaggio fanghi.



Figura 1: Inquadramento.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La vasca è rettangolare in pianta di dimensioni interne 11,00 x 7,00 m e profondità 4,50 m. I setti perimetrali in c.a. hanno spessore 50 cm e sono armati con una maglia orizzontale di $\Phi 20/20$ cm e verticale di $\Phi 20/15$ cm. La platea di base presenta uno spessore di 70 cm e armatura doppia maglia $\Phi 20/20$ cm. Inoltre è presente anche un dente perimetrale a quota piano campagna che funge da platea in quota, con un offset dall'estradosso del muro di 2 m su tutti i lati ad eccezione di quello rivolto verso l'impianto di essiccamento, dove l'offset è di 1,30 m.

Sul perimetro della vasca grava una tettoia costruita a copertura dell'interno della vasca. Essa è costituita da colonne in profili in acciaio scatolari 220x220x8 mm, travi principali HEA220, travi secondarie IPE200 e controventi L80x8 mm. La copertura a falda singola con una pendenza del 4% circa è composta da pannelli in lamiera grecata. L'altezza massima della tettoia è di 5,21 m.

Per accedere all'interno della vasca, è presente una scala metallica costituita da due cosciali UPN180 ancorati direttamente ai setti e alla platea in c.a. e sorretti, a metà della luce, da due montanti di egual profilo.

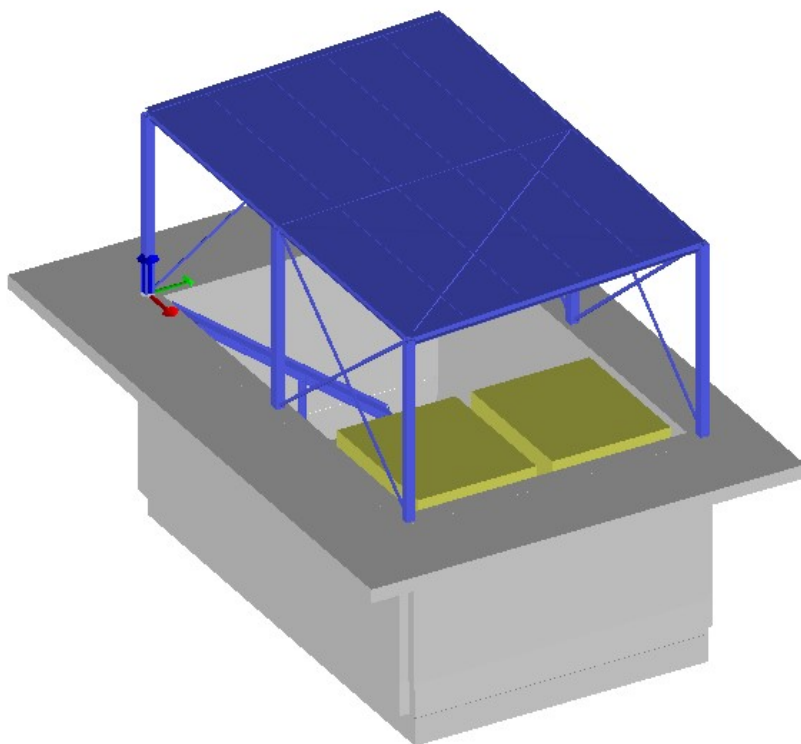


Figura 2: Vista modello - ProSap .

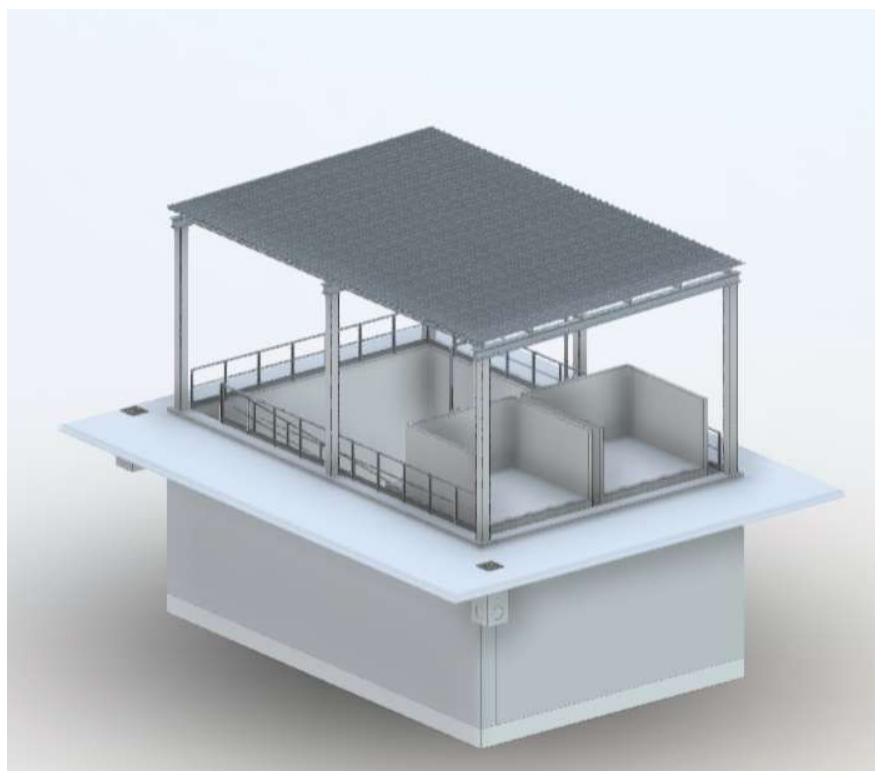


Figura 3: Estratto da modellazione BIM.

3. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO DI FABBRICA

La caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici e meccanici dei terreni interagenti con la fondazione.

In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini sono state finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Esso è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

Dal predetto studio geologico risulta che l'area interessata dall'opera in oggetto è posta ad una quota di 20m sul livello del mare ed è sub-pianeggiante con pendenze inferiori a 5°. Ai sensi del par. 3.2.2 delle NTC 2018, trattasi di superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, cui corrisponde una categoria topografica T1 (coefficiente topografico $S_r = 1$). L'area di studio non presenta alcuna singolarità geomorfologica; non si rinvencono, entro la ristretta area di sedime, cavità antropiche.

Morfologicamente il sito si ubica in una zona con pendenze molto blande posizionandolo in categoria topografica T1 (con pendenze minori di 15°), non è stata riscontrata la presenza di falda acquifera, dalla carta geolitologica elemento 503102 si evince che l'area in studio poggia su una successione di terreni ascrivibili alle unità del Gruppo del Cilento caratterizzate da una successione di arenarie e peliti a deformazione media appartenenti alle arenarie di Cannicchio.

La successione è coperta a sua volta da depositi alluvionali, derivanti dall'apporto solido del fiume Alento e detritici, derivanti dallo smantellamento dei rilievi flysciodi presenti nelle immediate vicinanze. Ne consegue una giustapposizione disordinata di termini litologici a varia granulometria, la cui costituzione è legata alla lenta evoluzione dell'area.

Le indagini penetrometriche di saggio effettuate nell'area hanno permesso di evidenziare la disomogeneità tipica di questi depositi, litologicamente rappresentati prevalentemente da successioni sabbioso-limose e ghiaioso-sabbiose.

L'area oggetto di suddetto studio si ubica all'interno del complesso idrogeologico prevalentemente arenaceo pelitico, da basso a medio basso grado di permeabilità. La verifica a liquefazione non è stata effettuata poiché non è presente falda acquifera nei terreni interessati.

Morfologicamente l'area risulta stabile nei confronti dei dissesti di versante né si individuano nelle vicinanze cavità naturali ed antropiche; pertanto, la stessa risulta sostanzialmente stabile.

A partire dal tipo di fondazione è possibile definirne il relativo volume significativo. Per "volume significativo", dell'assegnata fondazione (o, più in generale, dell'assegnata opera), si intende il volume di terreno che, con le sue proprietà, influenza in modo apprezzabile il comportamento dell'opera. Con stretto riferimento alle opere di fondazione si definisce "volume significativo" quel volume entro il quale l'incremento di tensione efficace verticale eccede una certa aliquota

(generalmente circa il 15%) della tensione efficace verticale preesistente. Sulla base di diverse esperienze, in presenza di un orizzonte di terreno, al di sotto dell'opera fondale, abbastanza uniforme, si può assumere che detto volume significativo, per i vari elementi strutturali, si estenda ad una profondità variabile tra i 10m e i 15m dal piano campagna.

3.1 Programma delle indagini geologiche

Sulla scorta delle considerazioni finora svolte, con particolare riferimento alle risultanze dello studio geologico condotto, alla tipologia di opere e delle relative fondazioni, si è ritenuto che la campagna d'indagini presa a riferimento in fase di definizione del modello geologico sia esaustiva anche ai fini della modellazione geotecnica del sottosuolo. Dette indagini sono consistite in:

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n.2 prelievo di campione semi-disturbato;
- Analisi di laboratorio su campione semi-disturbato;
- uno stendimento di sismica con metodologia MASW per la definizione della categoria di suolo ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto.

Una spiegazione più approfondita delle indagini eseguite è contenuta nella relazione geologica allegata al progetto.

3.2 Modello geotecnico

L'area in studio poggia su una successione di terreni ascrivibili alle unità del Gruppo del Cilento caratterizzate da una successione di arenarie e peliti a deformazione media appartenenti alle arenarie di Cannicchio.

La successione è coperta a sua volta da depositi alluvionali, derivanti dall'apporto solido del fiume Alento e detritici, derivanti dallo smantellamento dei rilievi flysciodi presenti nelle immediate vicinanze. Ne consegue una giustapposizione disordinata di termini litologici a varia granulometria, la cui costituzione è legata alla lenta evoluzione dell'area.

Le indagini penetrometriche di saggio effettuate nell'area hanno permesso di evidenziare la disomogeneità tipica di questi depositi, litologicamente rappresentati prevalentemente da successioni sabbioso-limose e ghiaioso-sabbiose.

La successione precedentemente riportata risulta caratterizzata da una presenza di terreni sostanzialmente omogenei con valori dei parametri geomeccanici da discreti a buoni. Nella successione geotecnica di interesse progettuale non si riscontra la presenza di falda acquifera, dunque a profondità tali da non poter influenzare la porzione di sottosuolo di interesse progettuale.

Complesso prova 1	C₁	C₂		
Profondità(m)	0.0-0.80	0.80-5.20		
Descrizione litologica	Riporto e/o sabbia limosa	Ghiaia media e sabbia fine		
N_{spt}	8	46		
Dr(%)	28	81		
Φ(°)	28	35		
E_d(Kg/cm²)	70	276		
Y(t/m³)	1.80	2.00		
c(kg/cm²)	-	-		
Complesso prova 2	C₁	C₂	C₃	C₄
Profondità(m)	0.0-1.60	1.60-7.60	7.60-9.60	9.60-13.80
Descrizione litologica	Riporto e o sabbia debolmente limosa	Ghiaia media e sabbia fine	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	Ghiaia media e sabbia fine
N_{spt}	3	40	18	38
Dr(%)	21	75	47	73
Φ(°)	26	35	31	35
E_d(Kg/cm²)	58	240	125	228
Y(t/m³)	1.80	2.00	1.88	2.00
c(kg/cm²)	-	-	-	-
Complesso prova 3	C₁	C₂		
Profondità(m)	0.0-2.40	2.40-5.20		
Descrizione litologica	Riporto e/o sabbia limosa	Ghiaia media e sabbia fine		
N_{spt}	9	55		
Dr(%)	31	86		
Φ(°)	29	36		
Ed(Kg/cm²)	71	330		
Y(t/m³)	1.82	2.05		
c(kg/cm²)	-	-		
Complesso prova 4	C₁	C₂	C₃	
Profondità(m)	0.0-0.80	0.80-2.60	2.60-6.40	
Descrizione litologica	Riporto e o sabbia debolmente limosa	Ghiaia fine con sabbia	Ghiaia media e sabbia fine	
N_{spt}	3	23	56	

Dr(%)	11	54	87	
$\Phi(^{\circ})$	23	31	36	
$E_d(\text{Kg/cm}^2)$	49	188	336	
$Y(\text{t/m}^3)$	1.76	1.90	2.05	
$c(\text{kg/cm}^2)$	-	-	-	

Tab. 7: Successione geotecnica di sito. N_{spt} = Numero di colpi medio dello strato; Dr = densità relativa (correlazione di Skempton – 1986); Φ = Angolo di attrito (correlazione di Mitchell e Katti - 1981); E_d = modulo edometrico (correlazione di Farrent - 1963); Y = peso di volume secco del terreno (correlazione di Meyerhof et alii); c = coesione (correlazione di Terzaghi-Peck).

Attesa la natura granulare dei terreni, tutte le elaborazioni saranno condotte in condizioni drenate. Per le caratteristiche della sollecitazione agenti sulle strutture di fondazione si rimanda all'allegato numerico di calcolo strutturale. Note queste ultime, assegnato come dato di input la geometria del sistema di fondazione, è stata eseguita la verifica delle quantità di armatura.

Il coefficiente di reazione del terreno (costante di sottofondo) è, per definizione, il rapporto tra carico applicato p e cedimento indotto w . In un terreno reale, il cedimento dipende oltre che dai valori del carico e dalle proprietà del terreno, anche dalla forma e dalle dimensioni della fondazione e dalla costituzione del sottosuolo. Nel caso di sottosuolo omogeneo, sono possibili valutazioni sufficientemente corrette della costante di sottofondo. Per un mezzo elastico e omogeneo il cedimento di una fondazione di larghezza B soggetta ad un carico unitario p può essere espresso come:

$$w = \frac{pB(1-\nu^2)I}{E}$$

dove I è un coefficiente il cui valore dipende dalla forma della fondazione e dallo spessore dello strato deformabile. In prima approssimazione può porsi:

$$w = \frac{pB}{E_d}$$

per cui, essendo $k=p/w$ si ottiene che:

$$k = \frac{E_d}{B}$$

Nel caso specifico il calcolo della costante di Winkler si è determinato mediante l'applicativo di prosap PRO_VGEO in funzione della stratigrafia del terreno implementata, della geometria della mesh della fondazione e dei carichi gravanti sulla fondazione, per il solo complesso di prova n.2.

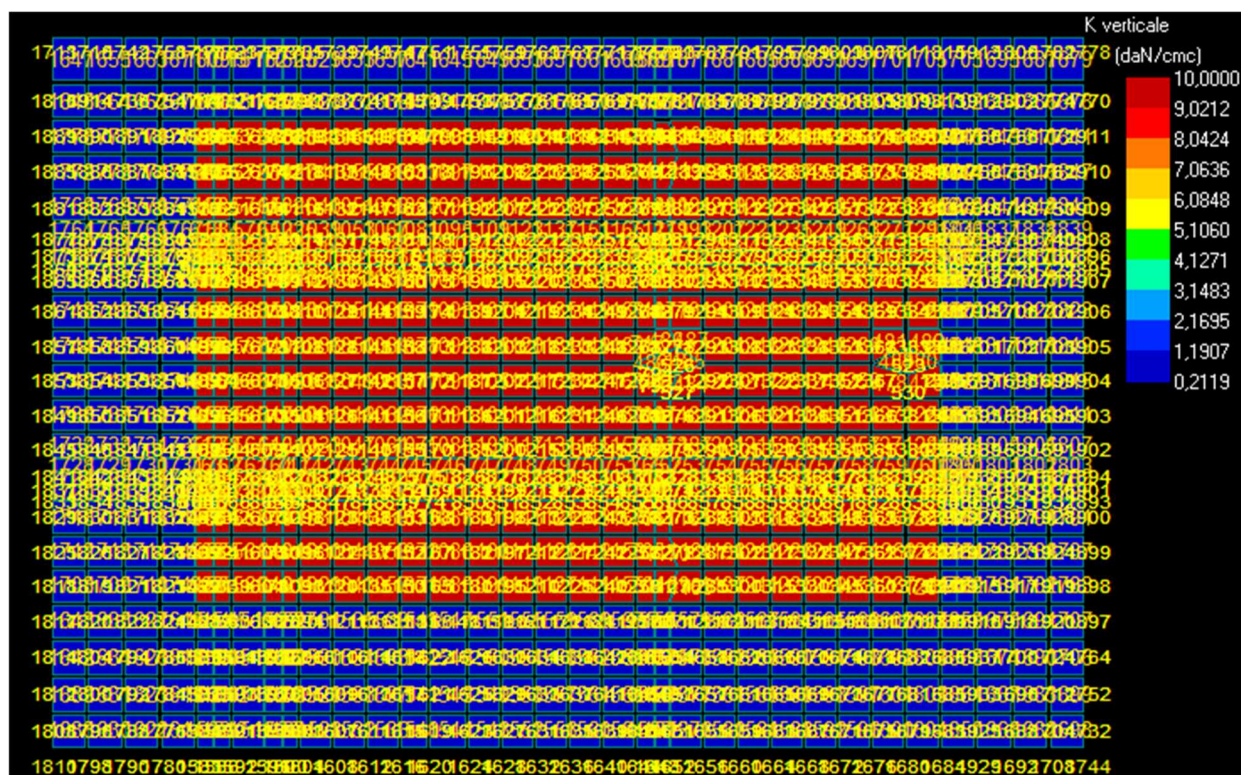


Figura 4: Costante di Winkler – stratigrafia 2.

3.3 Categoria del sottosuolo e topografica

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30m (0m-30m) dal p.c., in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 17 gennaio 2018. Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10-6$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti fino ad individuare il bedrock sismico o qualora non individuato nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale. Come riportato nella relazione di calcolo strutturale, per le opere in oggetto si è cautelativamente adottata la categoria **C**.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 5: Categoria di sottosuolo.

Ai sensi del par. 3.2.2 delle NTC 2018, trattasi di superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, cui corrisponde una categoria topografica T1 ed un conseguente coefficiente topografico $ST = 1$.

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 $i > 30^\circ$

Figura 6: Categoria topografica.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $VN \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $CU = 1.5$ – Classe d'uso della costruzione III) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV). Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

4. NORMATIVA

1. **Decreto ministeriale 16 gennaio 1996**

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Circolare 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M.16 gennaio 1996.
2. **Decreto Ministeriale 09 gennaio 1996**

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture il cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Decreto ministeriale 14 febbraio 1992

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Circolare 24 giugno 1993, n. 37406/S.T.C.

Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 14 febbraio 1992.

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR 10011/88)

Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
3. **Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008**

Norme tecniche per le costruzioni

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
4. **Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018**

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019

*Istruzioni per l'applicazione dell'**aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni** di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*

5. STATI LIMITE

5.1. Verifica agli stati limite (SLU)

Nel caso di costruzioni in zona sismica, 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 ed 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 dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione:

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

ovvero:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right],$$

con $\gamma_E = \gamma_F$, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right].$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = E_k \times \gamma_E$.

Nella formulazione della resistenza R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella seguente tabella:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella successiva tabella e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera (par. 6.2 NTC 2018);

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle relative a ciascun tipo di opera (vedi successiva tabella);
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni in oggetto si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche sono state effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 crollo per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
 crollo per scorrimento sul piano di posa;
 stabilità globale;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

Delle suddette verifiche agli SLU non viene eseguita quella di stabilità globale in quanto il sistema di fondazioni non si trova su pendii o in situazioni tali da richiedere una siffatta verifica.

Le rimanenti verifiche vengono effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle soprariportate tabelle e nella successiva (par. 6.4 NTC 2018), seguendo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tutte le elaborazioni sono contenute nell'allegato "tabulati di calcolo numerico" della presente relazione.

5.2. Verifica agli stati limite (SLE)

Le opere e i sistemi geotecnici di cui devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio. A tale scopo si devono esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa.

Il grado di approfondimento dell'analisi di interazione terreno-struttura è funzione dell'importanza dell'opera.

I principali Stati Limite di Esercizio, sono elencati nel seguito:

- danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;

- vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite di esercizio, individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti, 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 ed 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 rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Cd$$

dove Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e Cd è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

Forma, dimensioni e rigidezza della struttura di fondazione vengono stabilite, nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Nello specifico caso, si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione, nel rispetto della condizione sopra riportata.

6.2. SLU – Scorrimento

Dai risultati delle elaborazioni riportate nei tabulati dei calcoli geotecnici, si evince per tutte le combinazioni di carico, un coefficiente di sicurezza maggiore dell'unità, testimoniando una verifica a scorrimento sempre soddisfatta.

Nelle figure che seguono si riportano, per i vari elementi strutturali, la sintesi dei risultati delle verifiche a scorrimento nelle due direzioni agli stati limite ultimi del sistema terreno-fondazione (SLU di tipo GEO).

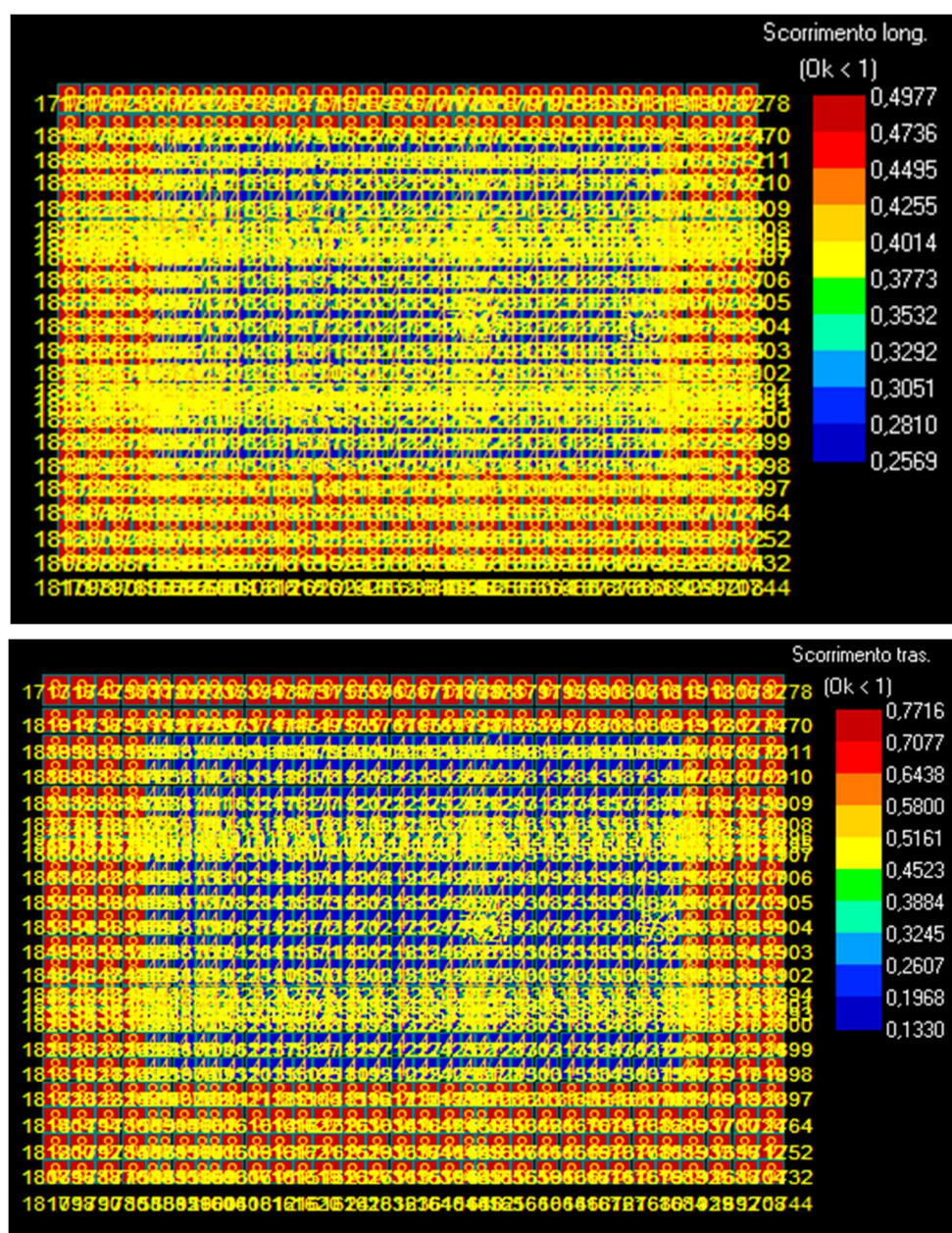


Figura 8: Scorrimento - Stratigrafia 2.

6.3. SLE – Cedimenti

Per quanto riguarda la valutazione dei cedimenti in fondazione, la cui valutazione è propedeutica alla verifica allo SLE, essi sono riportati nei tabulati di calcolo inerenti le verifiche geotecniche. I valori desunti dalle elaborazioni risultano, in ogni caso, compatibili con la struttura in elevazione.

Nelle figure che seguono, si riportano i valori dei cedimenti calcolati con il metodo elastico, il cui utilizzo è giustificato poiché si è in possesso di tutte le caratteristiche elastiche dei vari strati interessati. La normativa per i cedimenti ammissibili non fornisce alcun valore quindi si è costretti a fare riferimento alle indicazioni di letteratura. Nell'ambito della letteratura scientifica molti autori hanno indicato dei valori ammissibili basandosi sulle loro esperienze.

Come valore limite per il cedimento del terreno si sono considerate le formulazioni di Terzaghi e Peck riportate in letteratura.

$$\text{Terzaghi, Peck (1967): Sabbie } s_{\max} = \begin{cases} 25 \text{ mm} & \text{Piloti} \\ 50 \text{ mm} & \text{Platee} \end{cases}$$

Altri valori ammissibili per altre grandezze sono riportati nella tabella sottostante

Tipo di movimento	Fattore di limitazione		Valore ammissibile
Cedimento (cm)	Collegamento a reti di servizi Accessibilità		15 ÷ 30 30 ÷ 60
	Probabilità di cedimenti differenziali	Murature portanti	2.5 ÷ 5
		Strutture intelaiate Ciminiere, silos	5 ÷ 10 7.5 ÷ 30

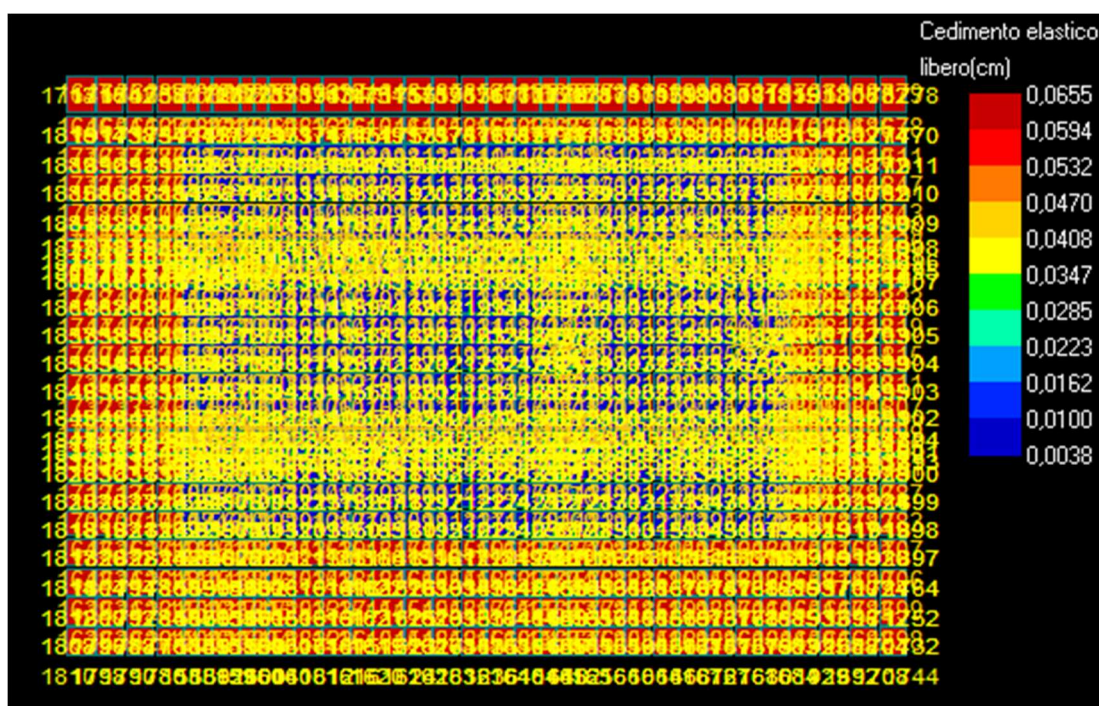


Figura 9: Cedimento - Stratigrafia 2.

TABULATO DI CALCOLO GEOTECNICO

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- **LEGGE n° 64 del 02/02/1974.** "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.";
- **D.M. LL.PP. del 16/01/1996.** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- **Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997.** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- **Eurocodice 1 - Parte 1** - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- **Eurocodice 7 - Parte 1** - "Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- **Eurocodice 8 - Parte 5** - "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- **D.M. 17/01/2018 - NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La finalità della presente relazione è quella di definire il comportamento meccanico del volume di terreno (volume significativo) influenzato direttamente o indirettamente dalla costruzione di un manufatto e che a sua volta influenza il comportamento strutturale del manufatto stesso. Di seguito si illustrano i risultati delle indagini geologiche eseguite, nonché l'interpretazione dei risultati ottenuti. Dal quadro generale in tal modo scaturito si definiscono le caratteristiche della fondazione da adottare ed il modello da utilizzare per le elaborazioni relative alla interazione sovrastruttura-fondazione e fondazione-terreno.

.....
.....

Le risultanze dell'indagine in sito hanno evidenziato che:

.....
.....

Di seguito si riportano alcuni cenni teorici relativi alle modalità di calcolo implementate e la descrizione della simbologia adottata nei tabulati.

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione (inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento) si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento: il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, conseguentemente il terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo è caratterizzato dall'assenza di una superficie di scorrimento ben definita: il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Quest'ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite in quanto la curva cedimenti-carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Vesic ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza " I_r " così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot \tan(\varphi)}$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \sin(\varphi).$$

L'indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico " $I_{r,crit}$ ":

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cdot \text{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}.$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza è minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se $I_r < I_{r,crit}$ si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \cdot \text{tg}(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \sin(\varphi) \log_{10}(2 I_r)}{1 + \sin(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \text{tg}(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$.

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- E_{ed} modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione
- ν coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione
- k_0 coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione
- φ angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa
- c' coesione (espressa in termini di tensioni efficaci)
- σ' tensione litostatica effettiva a profondità $D+B/2$
- L luce delle singole travi di fondazione
- D profondità del piano di posa della fondazione a partire dal piano campagna
- B larghezza della trave di fondazione

Definito il meccanismo di rottura, il calcolo del carico limite viene eseguito modellando il terreno come un mezzo rigido perfettamente plastico con la seguente espressione:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma.$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- N_q, N_c, N_γ , fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno
- s_q, s_c, s_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di forma
- d_q, d_c, d_γ , coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento
- i_q, i_c, i_γ , coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico
- γ_1 peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa
- γ_2 peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa

Per fondazioni aventi larghezza modesta si dimostra che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di " B ", sia secondo Vesic che secondo de Beer, il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. Bowles per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left(\frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico Meyerhof consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto (A_r) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa

dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Hansen (1970)

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{\alpha_1} \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{\alpha_2} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Formulazione di Vesic (1975)

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione di Brinch-Hansen

$$N_q = tg^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + \sin(\varphi))}{L \cdot (1 - \sin(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione Eurocode 7

$$N_q = tg^2\left(\frac{90^\circ + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \sin(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^3 \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^3 \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \quad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Si ricorda che per le relazioni sopra riportate nel caso in cui $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ e $N_c = 2 + \pi$.

Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- α_1, α_2 esponenti di potenza che variano tra 2 e 5

Nel caso in cui il cuneo di fondazione sia interessato da falda idrica il valore di γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot \tan\left(\frac{90 + \varphi}{2}\right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa
- γ_{sat} peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa
- z profondità della falda dal piano di posa
- h_c altezza del cuneo di rottura della fondazione

Tutto ciò che è stato detto sopra è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti, o comunque riconducibili, a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni i parametri vengono determinati con la seguente procedura:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati; quindi si determina il numero degli strati interessati da esso
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione, fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori: il primo dato dall'applicazione della formula trinomia alla quota i -esima dello strato; il secondo dato dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame
- il minimo di questi due valori sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata

Si può formulare il procedimento anche in forma analitica:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{p}{A_f} (P_V \cdot K_S \cdot \tan(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q''_{ult} carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato
- p perimetro della fondazione
- P_V spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato
- K_S coefficiente di spinta laterale del terreno
- d distanza dal piano di posa allo strato interessato

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di RQD è molto basso la roccia è molto frantumata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra

descritte.

Per ricavare la capacità portante di rocce non assimilabili ad ammassi di terreno sciolto sono state implementate due formulazioni: quella di Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968), entrambe correlate all'indice RQD. In definitiva il valore della capacità portante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$q'_{ult} = q''_{ult} \cdot RQD^2$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q'_{ult} carico limite dell'ammasso roccioso
- q''_{ult} carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz

In questo caso l'equazione trinomia del carico limite assume la seguente forma:

$$q''_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I termini presenti nell'equazione hanno lo stesso significato già visto in precedenza; i coefficienti di forma assumeranno i seguenti valori:

- $s_c = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;
- $s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

I fattori adimensionali di portanza a seconda della formulazione adottata saranno:

Formulazione di Terzaghi (1943)

$$N_q = \frac{e^{2 \left(0.75 \cdot \pi - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}}{2 \cdot \cos^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)} \quad N_\gamma = \frac{\operatorname{tg}(\varphi)}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2(\varphi)} - 1 \right) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\varphi)$$

se $\varphi = 0 \Rightarrow N_c = 1.5 \cdot \pi + 1$

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$K_{p\gamma}$	10.8	12.2	14.7	18.6	25.0	35.0	52.0	82.0	141.	298.	800.
									0	0	0

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968)

$$N_q = \operatorname{tg}^6 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \quad N_\gamma = N_q + 1 \quad N_c = 5 \cdot \operatorname{tg}^4 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti: la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale, oltre a queste due componenti, può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione fino ad un massimo del 30%. La formulazione analitica della verifica può essere esposta nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \operatorname{tg}(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- T_{Sd} componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L)
- N_{Sd} componente verticale del carico agente sulla fondazione
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione)
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% dell'angolo di attrito)
- S_p spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione
- f_{Sp} percentuale di partecipazione della spinta passiva

- A_f superficie di contatto del piano di posa della fondazione

La verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele alla base della fondazione che per quelle ortogonali.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo: quello di Boussinesq, quello di Westergaard oppure quello di Mindlin; tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il metodo di Westergaard differisce da quello di Boussinesq per la presenza del coefficiente di Poisson " ν ", quindi si adatta meglio ai terreni stratificati. Il metodo di Mindlin differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico mentre i primi due lo pongono esclusivamente sulla frontiera quindi si presta meglio al caso di fondazioni molto profonde. Nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico il metodo di Mindlin risulta equivalente a quello di Boussinesq. Le espressioni analitiche dei tre metodi di calcolo sono:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{1-2 \cdot \nu}}{\left(\frac{1-2 \cdot \nu}{2-2 \cdot \nu} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-\nu) \cdot D^2} \left(-\frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot \nu) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo
- D proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame

Basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, l'algoritmo implementato esegue un'integrazione delle equazioni di cui sopra lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; questo consente di determinare la variazione dello stato tensionale verticale " $\Delta\sigma_v$ ". Bisogna sottolineare che, nel caso di pressione, " Q " va definito come "pressione netta", ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente che può essere sopportata con sicurezza alla profondità " D " del piano di posa delle fondazioni. Questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni assume una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi, in special modo nella fase di esercizio. Nell'evolversi della fase di cedimento il terreno passa da uno stato di sforzo corrente dovuto al peso proprio ad uno nuovo dovuto all'effetto del carico addizionale applicato. Questa variazione dello stato tensionale produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno, nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento che nel caso in esame è verticale. Nonostante la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che ai fini del calcolo dei cedimenti modellare il terreno come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. In letteratura sono descritti diversi metodi per il calcolo dei cedimenti ma si ricorda che, qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi. Nel seguito vengono descritte le teorie implementate:

Metodo edometrico, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione dello stato tensionale verticale alla profondità "z_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

Si ricorda che questo metodo si basa sull'ipotesi edometrica quindi l'accuratezza del risultato è maggiore quando il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni è ridotto, tuttavia il metodo edometrico consente una buona approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{Imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $w_{Imp.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera
- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità "z_i" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo
- Δz_i spessore dello strato i-esimo

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori del cedimento elastico per la fondazione in esame (valore minimo per $w_{Imp.}$ e valore massimo per $w_{Lib.}$).

SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento

- Lung. Travata nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale del macroelemento

per tipologia platea:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento
- Spessore spessore dell'elemento
- Superficie superficie dell'elemento
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento
- Macro nel caso l'elemento appartenga ad un macroelemento, rappresenta il numero del macroelemento

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Ecc. B eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- Ecc. L eccentricità del carico normale agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Taglio B sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- S.Taglio L sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- S.Normale carico normale agente sul piano di fondazione
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale

per tipologia platea:

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- Press. N1 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento
- Press. N2 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento
- Press. N3 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento
- Press. N4 tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento
- S.Taglio X sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse X del riferimento globale
- S.Taglio Y sforzo di taglio agente sul piano di fondazione in direzione parallela all'asse Y del riferimento globale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un ulteriore riga nella quale sono riportate le macroazioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi che compongono la platea) agenti sul plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

- Cmb numero della combinazione di carico
- Qlim capacità portante totale data dalla somma di $Q_{lim\ q}$, $Q_{lim\ g}$, $Q_{lim\ c}$ e di $Q_{res\ P}$ (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)

- $Q_{lim\ q}$ termine relativo al sovraccarico della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ g}$ termine relativo alla larghezza della base di fondazione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{lim\ c}$ termine relativo alla coesione della formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- $Q_{res\ P}$ termine relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Diverso da zero solo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile)
- Q_{max} / Q_{lim} rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale ed il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).
- T_{Blim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- T_B / T_{Blim} rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- T_{Llim} valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- T_L / T_{Llim} rapporto tra lo sforzo di taglio agente ed il valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- $S_{gm. Lt.}$ tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale

Nel caso si avesse scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea è presente un'ulteriore riga nella quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla macro/platea in esame.

Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

- C_{mb} numero della combinazione di carico e tipologia
- N_{odo} vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento
- $Car. Netto$ valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno
- $Cedimento/i$ valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento $w_{imp.}$, mentre il secondo al cedimento $w_{Lib.}$)

PARAMETRI DI CALCOLO

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Brinch - Hansen
- Per terreni lapidei: Terzaghi

Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Riduzione dimensioni per eccentricità: si
- Fattori di forma della fondazione: si
- Fattori di profondità del piano di posa: si
- Fattori di inclinazione del carico: si
- Fattori di punzonamento (Vesic): si
- Fattore riduzione effetto piastra (Bowles): si
- Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea: 20,0 %
- Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea: 20,0 %

Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Coeff. parziale di sicurezza F_c (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (statico): 2,50
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (statico): 2,50

- Coeff. parziale di sicurezza F_c (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza F_q (sismico): 3,00
- Coeff. parziale di sicurezza F_g (sismico): 3,00

Combinazioni di carico:

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per C_u (statico): 1
- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per C_u (sismico): 1
- Coeff. R3 capacità portante (statico e sismico): 2,30
- Coeff. R3 scorrimento (statico e sismico): 1,10

Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali:

- Fattore per l'adesione ($6 < Ca < 10$): 8
- Fattore per attrito terreno-fondazione ($5 < \Delta < 10$): 7
- Frazione di spinta passiva f_{Sp} : 50,00 %
- Coeff. resistenza sulle sup. laterali: 1,30

Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali:

- Metodo di calcolo tensioni superficiali: Boussinesq
- Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali: sovrapposizione dei bulbi
- Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno: cedimenti elastici

ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 2

Numero strati: 4

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito
Neg.				
1	da 0,0 a -160,0 cm	160,0 cm	001 / Riporto e/o sabbia debolmente limosa	Assente
2	da -160,0 a -760,0 cm	600,0 cm	003 / Ghiaia media e sabbia fine	Assente
3	da -760,0 a -960,0 cm	200,0 cm	002 / Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	Assente
4	da -960,0 a -1380,0 cm	420,0 cm	004 / Ghiaia media e sabbia fine	Assente

ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Riporto e/o sabbia debolmente limosa**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²		Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,800 E-3	1,800 E-3		26,000	0,000	34,510	58,000	21,0	0,360	1,00

Indice / Descrizione terreno: **003 / Ghiaia media e sabbia fine**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²		Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
2,000 E-3	2,000 E-3		35,000	0,000	178,784	240,000	75,0	0,299	1,00

Indice / Descrizione terreno: **002 / Sabbia limosa debolmente ghiaiosa**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec.	Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²		Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,880 E-3	1,880 E-3		31,000	0,000	163,736	240,000	47,0	0,327	1,00

Indice / Descrizione terreno: **004 / Ghiaia media e sabbia fine**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso	Spec. P.	Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
2,000 E-3	2,000 E-3	35,000		0,000	169,845	228,000	73,0	0,299	1,00

DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm ²	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 478	Platea	001	515.000	55.882	70.000	2452.641	4	4
Platea n. 479	Platea	001	515.000	55.945	70.000	2458.196	4	4
Platea n. 480	Platea	001	515.000	36.564	70.000	1050.000	3	4
Platea n. 481	Platea	001	515.000	53.123	70.000	2216.429	4	4
Platea n. 482	Platea	001	515.000	53.103	70.000	2214.732	4	4
Platea n. 483	Platea	001	515.000	39.499	70.000	1225.348	4	4
Platea n. 484	Platea	001	515.000	51.660	70.000	2096.043	4	4
Platea n. 485	Platea	001	515.000	32.312	70.000	820.000	3	4
Platea n. 486	Platea	001	515.000	36.938	70.000	1071.607	4	4
Platea n. 487	Platea	001	515.000	48.832	70.000	1872.857	4	4
Platea n. 488	Platea	001	515.000	18.437	70.000	266.984	3	4
Platea n. 489	Platea	001	515.000	37.082	70.000	1080.000	3	4
Platea n. 560	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 561	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 562	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 563	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 564	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 565	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 566	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 567	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 568	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 569	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 570	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 571	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 572	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 573	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 574	Platea	001	515.000	42.679	70.000	1430.629	4	4
Platea n. 575	Platea	001	515.000	42.969	70.000	1450.085	4	4
Platea n. 576	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4
Platea n. 577	Platea	001	515.000	26.342	70.000	544.988	4	4
Platea n. 578	Platea	001	515.000	38.076	70.000	1138.661	4	4
Platea n. 579	Platea	001	515.000	42.005	70.000	1385.748	4	4
Platea n. 580	Platea	001	515.000	43.629	70.000	1494.966	4	4
Platea n. 581	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4
Platea n. 582	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4
Platea n. 583	Platea	001	515.000	40.290	70.000	1274.922	4	4
Platea n. 584	Platea	001	515.000	29.155	70.000	667.613	4	4
Platea n. 585	Platea	001	515.000	40.505	70.000	1288.547	4	4
Platea n. 586	Platea	001	515.000	44.942	70.000	1586.336	4	4
Platea n. 587	Platea	001	515.000	42.679	70.000	1430.628	4	4
Platea n. 608	Platea	001	515.000	43.455	70.000	1483.129	4	4
Platea n. 609	Platea	001	515.000	43.750	70.000	1503.300	4	4
Platea n. 610	Platea	001	515.000	43.603	70.000	1493.214	4	4
Platea n. 611	Platea	001	515.000	26.821	70.000	564.988	4	4
Platea n. 612	Platea	001	515.000	38.768	70.000	1180.446	4	4
Platea n. 613	Platea	001	515.000	42.768	70.000	1436.601	4	4
Platea n. 614	Platea	001	515.000	44.422	70.000	1549.827	4	4
Platea n. 615	Platea	001	515.000	43.603	70.000	1493.214	4	4
Platea n. 616	Platea	001	515.000	43.603	70.000	1493.214	4	4
Platea n. 617	Platea	001	515.000	41.023	70.000	1321.708	4	4
Platea n. 618	Platea	001	515.000	29.685	70.000	692.113	4	4
Platea n. 619	Platea	001	515.000	41.241	70.000	1335.833	4	4
Platea n. 620	Platea	001	515.000	45.759	70.000	1644.550	4	4
Platea n. 621	Platea	001	515.000	43.455	70.000	1483.128	4	4
Platea n. 642	Platea	001	515.000	42.679	70.000	1430.629	4	4
Platea n. 643	Platea	001	515.000	42.969	70.000	1450.085	4	4
Platea n. 644	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4
Platea n. 645	Platea	001	515.000	26.342	70.000	544.988	4	4
Platea n. 646	Platea	001	515.000	38.076	70.000	1138.661	4	4
Platea n. 647	Platea	001	515.000	42.005	70.000	1385.748	4	4
Platea n. 648	Platea	001	515.000	43.629	70.000	1494.966	4	4
Platea n. 649	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4
Platea n. 650	Platea	001	515.000	42.824	70.000	1440.357	4	4

Platea n. 651	Platea	001	515.000	40.290	70.000	1274.922	4	4
Platea n. 652	Platea	001	515.000	29.155	70.000	667.613	4	4
Platea n. 653	Platea	001	515.000	40.505	70.000	1288.547	4	4
Platea n. 654	Platea	001	515.000	44.942	70.000	1586.336	4	4
Platea n. 655	Platea	001	515.000	42.679	70.000	1430.628	4	4
Platea n. 704	Platea	001	515.000	44.029	70.000	1522.503	4	4
Platea n. 705	Platea	001	515.000	44.327	70.000	1543.211	4	4
Platea n. 706	Platea	001	515.000	44.178	70.000	1532.857	4	4
Platea n. 707	Platea	001	515.000	27.175	70.000	579.994	4	4
Platea n. 708	Platea	001	515.000	39.280	70.000	1211.785	4	4
Platea n. 709	Platea	001	515.000	43.332	70.000	1474.741	4	4
Platea n. 710	Platea	001	515.000	44.178	70.000	1532.857	4	4
Platea n. 711	Platea	001	515.000	41.564	70.000	1356.798	4	4
Platea n. 712	Platea	001	515.000	30.077	70.000	710.488	4	4
Platea n. 713	Platea	001	515.000	41.785	70.000	1371.298	4	4
Platea n. 714	Platea	001	515.000	46.363	70.000	1688.212	4	4
Platea n. 715	Platea	001	515.000	44.029	70.000	1522.503	4	4
Platea n. 716	Platea	001	515.000	43.324	70.000	1474.168	4	4
Platea n. 717	Platea	001	515.000	41.958	70.000	1382.679	4	4
Platea n. 718	Platea	001	515.000	35.558	70.000	993.016	4	4
Platea n. 741	Platea	001	515.000	25.105	70.000	495.011	4	4
Platea n. 742	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 743	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 744	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 745	Platea	001	515.000	33.091	70.000	860.018	4	4
Platea n. 746	Platea	001	515.000	39.413	70.000	1220.026	4	4
Platea n. 747	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 748	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 749	Platea	001	515.000	36.214	70.000	1030.022	4	4
Platea n. 750	Platea	001	515.000	36.564	70.000	1050.022	4	4
Platea n. 751	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 752	Platea	001	515.000	24.201	70.000	460.005	4	4
Platea n. 753	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 754	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 755	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 756	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 757	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 758	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 759	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 760	Platea	001	515.000	37.254	70.000	1090.023	4	4
Platea n. 761	Platea	001	515.000	36.390	70.000	1040.022	4	4
Platea n. 762	Platea	001	515.000	26.343	70.000	545.012	4	4
Platea n. 763	Platea	001	515.000	26.822	70.000	565.012	4	4
Platea n. 764	Platea	001	515.000	26.343	70.000	545.012	4	4
Platea n. 765	Platea	001	515.000	27.175	70.000	580.006	4	4
Platea n. 766	Platea	001	515.000	27.460	70.000	592.232	4	4
Platea n. 767	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 768	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 769	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 770	Platea	001	515.000	36.195	70.000	1028.929	4	4
Platea n. 771	Platea	001	515.000	43.110	70.000	1459.643	4	4
Platea n. 772	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 773	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 774	Platea	001	515.000	39.611	70.000	1232.322	4	4
Platea n. 775	Platea	001	515.000	39.994	70.000	1256.250	4	4
Platea n. 776	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 777	Platea	001	515.000	26.471	70.000	550.357	4	4
Platea n. 778	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 779	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 780	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 781	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 782	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 783	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 784	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 785	Platea	001	515.000	40.749	70.000	1304.107	4	4
Platea n. 786	Platea	001	515.000	39.803	70.000	1244.286	4	4
Platea n. 787	Platea	001	515.000	28.814	70.000	652.054	4	4
Platea n. 788	Platea	001	515.000	29.337	70.000	675.982	4	4
Platea n. 789	Platea	001	515.000	28.814	70.000	652.054	4	4
Platea n. 790	Platea	001	515.000	29.724	70.000	693.929	4	4
Platea n. 835	Platea	001	515.000	25.105	70.000	495.000	4	4
Platea n. 836	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4

Platea n. 837	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 838	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 839	Platea	001	515.000	33.091	70.000	860.000	4	4
Platea n. 840	Platea	001	515.000	39.413	70.000	1220.000	4	4
Platea n. 841	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 842	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 843	Platea	001	515.000	36.214	70.000	1030.000	4	4
Platea n. 844	Platea	001	515.000	36.564	70.000	1050.000	4	4
Platea n. 845	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 846	Platea	001	515.000	24.201	70.000	460.000	4	4
Platea n. 847	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 848	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 849	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 850	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 851	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 852	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 853	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 854	Platea	001	515.000	37.254	70.000	1090.000	4	4
Platea n. 855	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1040.000	4	4
Platea n. 856	Platea	001	515.000	26.342	70.000	545.000	4	4
Platea n. 857	Platea	001	515.000	26.821	70.000	565.000	4	4
Platea n. 858	Platea	001	515.000	26.342	70.000	545.000	4	4
Platea n. 859	Platea	001	515.000	27.175	70.000	580.000	4	4
Platea n. 860	Platea	001	515.000	25.105	70.000	494.989	4	4
Platea n. 861	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 862	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 863	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 864	Platea	001	515.000	33.090	70.000	859.982	4	4
Platea n. 865	Platea	001	515.000	39.412	70.000	1219.974	4	4
Platea n. 866	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 867	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 868	Platea	001	515.000	36.213	70.000	1029.978	4	4
Platea n. 869	Platea	001	515.000	36.563	70.000	1049.978	4	4
Platea n. 870	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 871	Platea	001	515.000	24.201	70.000	459.990	4	4
Platea n. 872	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 873	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 874	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 875	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 876	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 877	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 878	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 879	Platea	001	515.000	37.253	70.000	1089.977	4	4
Platea n. 880	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 881	Platea	001	515.000	26.342	70.000	544.988	4	4
Platea n. 882	Platea	001	515.000	26.821	70.000	564.988	4	4
Platea n. 883	Platea	001	515.000	26.342	70.000	544.988	4	4
Platea n. 884	Platea	001	515.000	27.175	70.000	579.988	4	4
Platea n. 1015	Platea	001	515.000	40.675	70.000	1299.379	4	4
Platea n. 1016	Platea	001	515.000	40.950	70.000	1317.050	4	4
Platea n. 1017	Platea	001	515.000	40.813	70.000	1308.214	4	4
Platea n. 1018	Platea	001	515.000	25.105	70.000	494.989	4	4
Platea n. 1019	Platea	001	515.000	36.287	70.000	1034.196	4	4
Platea n. 1020	Platea	001	515.000	40.031	70.000	1258.615	4	4
Platea n. 1021	Platea	001	515.000	41.579	70.000	1357.813	4	4
Platea n. 1022	Platea	001	515.000	40.813	70.000	1308.214	4	4
Platea n. 1023	Platea	001	515.000	40.813	70.000	1308.214	4	4
Platea n. 1024	Platea	001	515.000	38.397	70.000	1157.957	4	4
Platea n. 1025	Platea	001	515.000	27.786	70.000	606.364	4	4
Platea n. 1026	Platea	001	515.000	38.602	70.000	1170.332	4	4
Platea n. 1027	Platea	001	515.000	42.831	70.000	1440.801	4	4
Platea n. 1028	Platea	001	515.000	40.675	70.000	1299.378	4	4
Platea n. 1029	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1030	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1031	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1032	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1033	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1034	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1035	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1036	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1037	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1038	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4

Platea n. 1039	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1040	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1041	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1042	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1043	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1044	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1045	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1046	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1047	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1048	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1049	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1050	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1051	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1052	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1053	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1054	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1055	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1056	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1057	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1058	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1059	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1060	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1061	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1062	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1063	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1064	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1065	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1066	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1067	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1068	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1069	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1070	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1071	Platea	001	515.000	53.613	70.000	2257.506	4	4
Platea n. 1072	Platea	001	515.000	53.976	70.000	2288.208	4	4
Platea n. 1073	Platea	001	515.000	53.795	70.000	2272.857	4	4
Platea n. 1074	Platea	001	515.000	33.090	70.000	859.982	4	4
Platea n. 1075	Platea	001	515.000	47.830	70.000	1796.785	4	4
Platea n. 1076	Platea	001	515.000	52.765	70.000	2186.686	4	4
Platea n. 1077	Platea	001	515.000	54.805	70.000	2359.029	4	4
Platea n. 1078	Platea	001	515.000	53.795	70.000	2272.857	4	4
Platea n. 1079	Platea	001	515.000	53.795	70.000	2272.857	4	4
Platea n. 1080	Platea	001	515.000	50.611	70.000	2011.804	4	4
Platea n. 1081	Platea	001	515.000	36.624	70.000	1053.482	4	4
Platea n. 1082	Platea	001	515.000	50.881	70.000	2033.304	4	4
Platea n. 1083	Platea	001	515.000	56.455	70.000	2503.209	4	4
Platea n. 1084	Platea	001	515.000	53.613	70.000	2257.505	4	4
Platea n. 1085	Platea	001	515.000	63.856	70.000	3202.509	4	4
Platea n. 1086	Platea	001	515.000	64.289	70.000	3246.063	4	4
Platea n. 1087	Platea	001	515.000	64.073	70.000	3224.285	4	4
Platea n. 1088	Platea	001	515.000	39.412	70.000	1219.974	4	4
Platea n. 1089	Platea	001	515.000	56.968	70.000	2548.928	4	4
Platea n. 1090	Platea	001	515.000	62.846	70.000	3102.042	4	4
Platea n. 1091	Platea	001	515.000	65.276	70.000	3346.530	4	4
Platea n. 1092	Platea	001	515.000	64.073	70.000	3224.286	4	4
Platea n. 1093	Platea	001	515.000	64.073	70.000	3224.286	4	4
Platea n. 1094	Platea	001	515.000	60.281	70.000	2853.954	4	4
Platea n. 1095	Platea	001	515.000	43.621	70.000	1494.474	4	4
Platea n. 1096	Platea	001	515.000	60.602	70.000	2884.454	4	4
Platea n. 1097	Platea	001	515.000	67.241	70.000	3551.064	4	4
Platea n. 1098	Platea	001	515.000	63.856	70.000	3202.507	4	4
Platea n. 1099	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1100	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1101	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1102	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1103	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1104	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1105	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1106	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1107	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1108	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1109	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1110	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4

Platea n. 1111	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1112	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1113	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1114	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1115	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1116	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1117	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1118	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1119	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1120	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1121	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1122	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1123	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1124	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1125	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1126	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1127	Platea	001	515.000	58.673	70.000	2703.757	4	4
Platea n. 1128	Platea	001	515.000	59.071	70.000	2740.529	4	4
Platea n. 1129	Platea	001	515.000	58.872	70.000	2722.143	4	4
Platea n. 1130	Platea	001	515.000	36.213	70.000	1029.978	4	4
Platea n. 1131	Platea	001	515.000	52.345	70.000	2151.964	4	4
Platea n. 1132	Platea	001	515.000	57.745	70.000	2618.937	4	4
Platea n. 1133	Platea	001	515.000	59.978	70.000	2825.349	4	4
Platea n. 1134	Platea	001	515.000	58.872	70.000	2722.143	4	4
Platea n. 1135	Platea	001	515.000	58.872	70.000	2722.143	4	4
Platea n. 1136	Platea	001	515.000	55.388	70.000	2409.486	4	4
Platea n. 1137	Platea	001	515.000	40.081	70.000	1261.728	4	4
Platea n. 1138	Platea	001	515.000	55.683	70.000	2435.236	4	4
Platea n. 1139	Platea	001	515.000	61.784	70.000	2998.030	4	4
Platea n. 1140	Platea	001	515.000	58.673	70.000	2703.756	4	4
Platea n. 1141	Platea	001	515.000	59.240	70.000	2756.257	4	4
Platea n. 1142	Platea	001	515.000	59.641	70.000	2793.743	4	4
Platea n. 1143	Platea	001	515.000	59.441	70.000	2775.000	4	4
Platea n. 1144	Platea	001	515.000	36.563	70.000	1049.978	4	4
Platea n. 1145	Platea	001	515.000	52.850	70.000	2193.750	4	4
Platea n. 1146	Platea	001	515.000	58.303	70.000	2669.790	4	4
Platea n. 1147	Platea	001	515.000	60.557	70.000	2880.210	4	4
Platea n. 1148	Platea	001	515.000	59.441	70.000	2775.000	4	4
Platea n. 1149	Platea	001	515.000	59.441	70.000	2775.000	4	4
Platea n. 1150	Platea	001	515.000	55.923	70.000	2456.272	4	4
Platea n. 1151	Platea	001	515.000	40.468	70.000	1286.228	4	4
Platea n. 1152	Platea	001	515.000	56.221	70.000	2482.522	4	4
Platea n. 1153	Platea	001	515.000	62.381	70.000	3056.244	4	4
Platea n. 1154	Platea	001	515.000	59.240	70.000	2756.256	4	4
Platea n. 1155	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.007	4	4
Platea n. 1156	Platea	001	515.000	59.357	70.000	2767.135	4	4
Platea n. 1157	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1158	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1159	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1160	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1161	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1162	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1163	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1164	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1165	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1166	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1167	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1168	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1169	Platea	001	515.000	43.647	70.000	1496.251	4	4
Platea n. 1170	Platea	001	515.000	43.943	70.000	1516.606	4	4
Platea n. 1171	Platea	001	515.000	39.343	70.000	1215.714	4	4
Platea n. 1172	Platea	001	515.000	24.201	70.000	459.995	4	4
Platea n. 1173	Platea	001	515.000	34.981	70.000	961.071	4	4
Platea n. 1174	Platea	001	515.000	38.590	70.000	1169.622	4	4
Platea n. 1177	Platea	001	515.000	39.343	70.000	1215.714	4	4
Platea n. 1178	Platea	001	515.000	37.015	70.000	1076.081	4	4
Platea n. 1179	Platea	001	515.000	26.785	70.000	563.490	4	4
Platea n. 1180	Platea	001	515.000	37.212	70.000	1087.581	4	4
Platea n. 1181	Platea	001	515.000	45.961	70.000	1659.106	4	4
Platea n. 1182	Platea	001	515.000	43.647	70.000	1496.251	4	4
Platea n. 1183	Platea	001	515.000	55.752	70.000	2441.253	4	4
Platea n. 1184	Platea	001	515.000	56.130	70.000	2474.461	4	4

70.000	1273.978	4	4
70.000	2458.879	4	4
70.000	3027.137	4	4
70.000	2730.006	4	4
70.000	2730.007	4	4
70.000	2767.135	4	4
70.000	2748.571	4	4
70.000	1039.978	4	4
70.000	2172.857	4	4
70.000	2644.364	4	4
70.000	2852.780	4	4
70.000	2748.572	4	4
70.000	2748.572	4	4
70.000	2432.879	4	4
70.000	1273.978	4	4
70.000	2458.879	4	4
70.000	3027.137	4	4
70.000	2730.006	4	4
70.000	2730.007	4	4
70.000	2767.135	4	4
70.000	2748.571	4	4
70.000	1039.978	4	4
70.000	2172.857	4	4
70.000	2644.364	4	4

Platea n. 1259	Platea	001	515.000	60.268	70.000	2852.780	4	4
Platea n. 1260	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1261	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1262	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1263	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1264	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1265	Platea	001	515.000	62.083	70.000	3027.137	4	4
Platea n. 1266	Platea	001	515.000	58.957	70.000	2730.006	4	4
Platea n. 1267	Platea	001	515.000	59.521	70.000	2782.504	4	4
Platea n. 1268	Platea	001	515.000	59.925	70.000	2820.353	4	4
Platea n. 1269	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.571	4	4
Platea n. 1270	Platea	001	515.000	36.389	70.000	1039.978	4	4
Platea n. 1271	Platea	001	515.000	52.598	70.000	2172.857	4	4
Platea n. 1272	Platea	001	515.000	58.025	70.000	2644.364	4	4
Platea n. 1275	Platea	001	515.000	59.157	70.000	2748.572	4	4
Platea n. 1276	Platea	001	515.000	55.656	70.000	2432.879	4	4
Platea n. 1277	Platea	001	515.000	40.275	70.000	1273.978	4	4
Platea n. 1278	Platea	001	515.000	55.953	70.000	2458.879	4	4
Platea n. 1279	Platea	001	515.000	62.677	70.000	3085.354	4	4
Platea n. 1280	Platea	001	515.000	59.521	70.000	2782.503	4	4
Platea n. 1281	Platea	001	515.000	59.801	70.000	2808.754	4	4
Platea n. 1282	Platea	001	515.000	60.207	70.000	2846.961	4	4
Platea n. 1283	Platea	001	515.000	60.563	70.000	2880.714	4	4
Platea n. 1284	Platea	001	515.000	37.253	70.000	1089.977	4	4
Platea n. 1285	Platea	001	515.000	53.848	70.000	2277.321	4	4
Platea n. 1286	Platea	001	515.000	59.404	70.000	2771.497	4	4
Platea n. 1289	Platea	001	515.000	60.563	70.000	2880.715	4	4
Platea n. 1290	Platea	001	515.000	56.979	70.000	2549.844	4	4
Platea n. 1291	Platea	001	515.000	41.232	70.000	1335.227	4	4
Platea n. 1292	Platea	001	515.000	57.282	70.000	2577.094	4	4
Platea n. 1293	Platea	001	515.000	62.972	70.000	3114.461	4	4
Platea n. 1294	Platea	001	515.000	59.801	70.000	2808.753	4	4
Platea n. 1490	Platea	001	515.000	41.018	70.000	1321.427	4	4
Platea n. 1491	Platea	001	515.000	41.018	70.000	1321.427	4	4
Platea n. 1492	Platea	001	515.000	41.789	70.000	1371.527	4	4
Platea n. 1493	Platea	001	515.000	40.233	70.000	1271.327	4	4
Platea n. 1494	Platea	001	515.000	36.470	70.000	1044.646	4	4
Platea n. 1495	Platea	001	515.000	25.231	70.000	500.005	4	4
Platea n. 1496	Platea	001	515.000	25.231	70.000	499.995	4	4
Platea n. 1497	Platea	001	515.000	27.599	70.000	598.220	4	4
Platea n. 1498	Platea	001	515.000	41.018	70.000	1321.427	4	4
Platea n. 1499	Platea	001	515.000	41.156	70.000	1330.352	4	4
Platea n. 1500	Platea	001	515.000	40.879	70.000	1312.502	4	4
Platea n. 1501	Platea	001	515.000	40.879	70.000	1312.501	4	4
Platea n. 1502	Platea	001	515.000	43.047	70.000	1455.352	4	4
Platea n. 1503	Platea	001	515.000	38.796	70.000	1182.152	4	4
Platea n. 1504	Platea	001	515.000	27.926	70.000	612.495	4	4
Platea n. 1505	Platea	001	515.000	25.231	70.000	500.000	4	4
Platea n. 1506	Platea	001	515.000	25.231	70.000	499.995	4	4
Platea n. 1507	Platea	001	515.000	38.591	70.000	1169.652	4	4
Platea n. 1508	Platea	001	7.500	42.944	35.000	1448.438	4	8
Platea n. 1509	Platea	001	7.500	42.944	35.000	1448.438	4	8
Platea n. 1510	Platea	001	7.500	42.944	35.000	1448.438	4	8
Platea n. 1511	Platea	001	7.500	42.944	35.000	1448.438	4	8
Platea n. 1512	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1513	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1514	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1515	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1516	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1517	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1518	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1519	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1520	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1521	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1522	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1523	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1524	Platea	001	7.500	42.102	35.000	1392.188	4	8
Platea n. 1525	Platea	001	7.500	42.102	35.000	1392.188	4	8
Platea n. 1526	Platea	001	7.500	42.102	35.000	1392.188	4	8
Platea n. 1527	Platea	001	7.500	42.102	35.000	1392.188	4	8
Platea n. 1528	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1529	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8

[illegible]

Platea n. 1602	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1603	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1604	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1605	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1606	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1607	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1608	Platea	001	7.500	42.944	35.000	1448.438	4	8
Platea n. 1609	Platea	001	7.500	49.173	35.000	1899.063	4	8
Platea n. 1610	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1611	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.128	4	8
Platea n. 1612	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1613	Platea	001	7.500	50.585	35.000	2009.688	4	8
Platea n. 1614	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1615	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1616	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1617	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1618	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1619	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1620	Platea	001	7.500	44.177	35.000	1532.813	4	8
Platea n. 1621	Platea	001	7.500	50.585	35.000	2009.688	4	8
Platea n. 1622	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1623	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1624	Platea	001	7.500	42.102	35.000	1392.188	4	8
Platea n. 1625	Platea	001	7.500	48.209	35.000	1825.313	4	8
Platea n. 1626	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1627	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1628	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1629	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1630	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1631	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1632	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1633	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1634	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1635	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1636	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1637	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1638	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1639	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1640	Platea	001	7.500	55.495	35.000	2418.750	4	8
Platea n. 1641	Platea	001	7.500	63.543	35.000	3171.250	4	8
Platea n. 1642	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1643	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1644	Platea	001	7.500	66.097	35.000	3431.250	4	8
Platea n. 1645	Platea	001	7.500	75.683	35.000	4498.750	4	8
Platea n. 1646	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1647	Platea	001	7.500	72.677	35.000	4148.438	4	8
Platea n. 1648	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1649	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1650	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1651	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1652	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1653	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1654	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1655	Platea	001	7.500	72.677	35.000	4148.438	4	8
Platea n. 1656	Platea	001	7.500	60.732	35.000	2896.875	4	8
Platea n. 1657	Platea	001	7.500	69.541	35.000	3798.125	4	8
Platea n. 1658	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1659	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1660	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1661	Platea	001	7.500	70.213	35.000	3871.875	4	8
Platea n. 1662	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1663	Platea	001	7.500	72.677	35.000	4148.438	4	8
Platea n. 1664	Platea	001	7.500	61.026	35.000	2925.000	4	8
Platea n. 1665	Platea	001	7.500	69.878	35.000	3835.000	4	8
Platea n. 1666	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1667	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1668	Platea	001	7.500	45.574	35.000	1631.250	4	8
Platea n. 1669	Platea	001	7.500	52.184	35.000	2138.750	4	8
Platea n. 1670	Platea	001	7.500	63.471	35.000	3164.063	4	8
Platea n. 1671	Platea	001	7.500	72.677	35.000	4148.438	4	8
Platea n. 1672	Platea	001	7.500	40.586	35.000	1293.750	4	8
Platea n. 1673	Platea	001	7.500	46.473	35.000	1696.250	4	8

35.000	1346.006	4	8
35.000	1345.994	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1124.988	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1125.000	4	8
35.000	1125.012	4	8
35.000	2350.463	4	8
35.000	2350.463	4	8
35.000	2350.463	4	8
35.000	2350.455	4	8
35.000	2860.481	4	8
35.000	2860.481	4	8
35.000	2860.481	4	8
35.000	2860.485	4	8
35.000	3085.931	4	8
35.000	3085.931	4	8
35.000	3085.931	4	8
35.000	3085.935	4	8
35.000	2973.206	4	8
35.000	2973.206	4	8

Platea n. 1746	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1747	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1748	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1749	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1750	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1751	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1752	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.713	4	8
Platea n. 1753	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.713	4	8
Platea n. 1754	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.713	4	8
Platea n. 1755	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.717	4	8
Platea n. 1756	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1757	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1758	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1759	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1124.988	4	8
Platea n. 1760	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1761	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1762	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1763	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1764	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.125	4	8
Platea n. 1765	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.125	4	8
Platea n. 1766	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.125	4	8
Platea n. 1767	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.113	4	8
Platea n. 1768	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.838	4	8
Platea n. 1769	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.838	4	8
Platea n. 1770	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.838	4	8
Platea n. 1771	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.842	4	8
Platea n. 1772	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.537	4	8
Platea n. 1773	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.537	4	8
Platea n. 1774	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.537	4	8
Platea n. 1775	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.542	4	8
Platea n. 1776	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1777	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1778	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1779	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.128	4	8
Platea n. 1780	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.129	4	8
Platea n. 1781	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1782	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8
Platea n. 1783	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.129	4	8
Platea n. 1784	Platea	001	7.500	61.735	35.000	2993.292	4	8
Platea n. 1785	Platea	001	7.500	61.735	35.000	2993.287	4	8
Platea n. 1786	Platea	001	7.500	61.735	35.000	2993.287	4	8
Platea n. 1787	Platea	001	7.500	61.735	35.000	2993.292	4	8
Platea n. 1788	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1789	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1790	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1791	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1792	Platea	001	7.500	41.398	35.000	1345.994	4	8
Platea n. 1793	Platea	001	7.500	41.398	35.000	1346.006	4	8
Platea n. 1794	Platea	001	7.500	41.398	35.000	1346.006	4	8
Platea n. 1795	Platea	001	7.500	41.398	35.000	1345.994	4	8
Platea n. 1796	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1124.988	4	8
Platea n. 1797	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1798	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1799	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1124.988	4	8
Platea n. 1800	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.012	4	8
Platea n. 1801	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1802	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1803	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.012	4	8
Platea n. 1804	Platea	001	7.500	54.706	35.000	2350.455	4	8
Platea n. 1805	Platea	001	7.500	54.706	35.000	2350.463	4	8
Platea n. 1806	Platea	001	7.500	54.706	35.000	2350.463	4	8
Platea n. 1807	Platea	001	7.500	54.706	35.000	2350.455	4	8
Platea n. 1808	Platea	001	7.500	60.350	35.000	2860.485	4	8
Platea n. 1809	Platea	001	7.500	60.350	35.000	2860.481	4	8
Platea n. 1810	Platea	001	7.500	60.350	35.000	2860.481	4	8
Platea n. 1811	Platea	001	7.500	60.350	35.000	2860.485	4	8
Platea n. 1812	Platea	001	7.500	62.683	35.000	3085.935	4	8
Platea n. 1813	Platea	001	7.500	62.683	35.000	3085.931	4	8
Platea n. 1814	Platea	001	7.500	62.683	35.000	3085.931	4	8
Platea n. 1815	Platea	001	7.500	62.683	35.000	3085.935	4	8
Platea n. 1816	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1817	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8

Platea n. 1818	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1819	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1820	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1821	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1822	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.206	4	8
Platea n. 1823	Platea	001	7.500	61.527	35.000	2973.210	4	8
Platea n. 1824	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.717	4	8
Platea n. 1825	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.713	4	8
Platea n. 1826	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.713	4	8
Platea n. 1827	Platea	001	7.500	57.886	35.000	2631.717	4	8
Platea n. 1828	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1124.988	4	8
Platea n. 1829	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1830	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1831	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1124.988	4	8
Platea n. 1832	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1833	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1834	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1835	Platea	001	7.500	37.847	35.000	1125.000	4	8
Platea n. 1836	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.113	4	8
Platea n. 1837	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.125	4	8
Platea n. 1838	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.125	4	8
Platea n. 1839	Platea	001	7.500	41.889	35.000	1378.113	4	8
Platea n. 1840	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.842	4	8
Platea n. 1841	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.838	4	8
Platea n. 1842	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.838	4	8
Platea n. 1843	Platea	001	7.500	58.195	35.000	2659.842	4	8
Platea n. 1844	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.542	4	8
Platea n. 1845	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.537	4	8
Platea n. 1846	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.537	4	8
Platea n. 1847	Platea	001	7.500	64.570	35.000	3274.542	4	8
Platea n. 1848	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.128	4	8
Platea n. 1849	Platea	001	7.500	61.319	35.000	2953.125	4	8

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Base Eq. cm	Spessore cm	Lung. Eq. cm	Lung. Travata Eq. cm
Macro n. 4	Macro-Platea	001	515.000	596.000	70.000	940.000	940.000
Macro n. 8	Macro-Platea	001	7.500	632.122	35.000	912.710	912.710

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura. Le azioni trasmesse in fondazione, relative alle combinazioni di tipo sismico, non saranno amplificate in quanto determinate ipotizzando un comportamento non dissipativo.

La verifica nei confronti dello Stato Limite di Danno viene eseguita determinando il carico limite della fondazione per le corrispondenti azioni di SLD, impiegando i coefficienti parziali gammaR di cui alla tabella 7.11.II.

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportati solo i casi maggiormente gravosi per ogni tipo di combinazione e le relative verifiche.

Macro platea: 4

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00998000 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.08879350 + 0.03763900 + 0.00216839

Qmax / Qlim = 0.01033453 / 0.12860090 = 0,080 Ok (Cmb. n. 004)

TB / TBlim = 18.665 / 3903.744 = 0,005 Ok (Cmb. n. 011)

TL / TLim = 906.708 / 3528.833 = 0,257 Ok (Cmb. n. 010)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
004 SLU STR	No	-8.653	-12.873	9.778	902.590	-7011.411	-0.00560055	-
0.01033453								
010 SLU STR	No	-8.416	-12.676	13.173	906.708	-6950.158	-0.00557487	-
0.01019694								
011 SLU STR	No	-7.878	-13.073	18.665	902.676	-6950.368	-0.00557309	-
0.01018059								

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00998000 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.09489067 + 0.03935547 + 0.00216839

Qmax / Qlim = 0.01036936 / 0.13641450 = 0,076 Ok (Cmb. n. 074)

TB / TBlim = 393.291 / 2958.262 = 0,133 Ok (Cmb. n. 073)

TL / TLLim = 318.176 / 2674.359 = 0,119 Ok (Cmb. n. 055)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
055 SLV A1	Si	-1.529	-3.730	123.338	318.176	-5249.418	-0.00435187	-
0.00752212								
073 SLV A1	Si	15.880	-22.338	393.291	102.647	-5238.741	-0.00420784	-
0.00865777								
074 SLV A1	Si	-33.800	-38.262	-346.311	-84.804	-5215.889	-0.00402348	-
0.01036936								

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00998000 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.10183280 + 0.04615642 + 0.00216839

Qmax / Qlim = 0.00935228 / 0.15015760 = 0,062 Ok (Cmb. n. 106)

TB / TBlim = 184.758 / 2955.857 = 0,063 Ok (Cmb. n. 105)

TL / TLLim = 150.689 / 2669.698 = 0,056 Ok (Cmb. n. 087)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
087 SLD	Si	-5.308	-17.682	61.615	150.689	-5238.168	-0.00425293	-
0.00780200								
105 SLD	Si	2.805	-26.490	184.758	51.801	-5232.935	-0.00418800	-
0.00807723								
106 SLD	Si	-20.339	-34.000	-152.330	-34.188	-5221.969	-0.00411426	-
0.00935228								

Macro platea: 8

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00013500 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00059137 + 0.01893121 + 0.00000000

Qmax / Qlim = 0.00088000 / 0.01952258 = 0,045 Ok (Cmb. n. 012)

TB / TBlim = 14.315 / 90.488 = 0,158 Ok (Cmb. n. 012)

TL / TLLim = 36.432 / 90.275 = 0,404 Ok (Cmb. n. 010)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
010 SLU STR	No	-18.714	-15.876	-13.174	36.432	-300.784	-0.00022005	-
0.00087562								
012 SLU STR	No	-20.318	-16.712	-14.315	36.026	-300.943	-0.00021862	-
0.00088000								

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00013500 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00045144 + 0.01001770 + 0.00000000

Qmax / Qlim = 0.00075866 / 0.01046914 = 0,072 Ok (Cmb. n. 077)

TB / TBlim = 52.030 / 67.435 = 0,772 Ok (Cmb. n. 077)

TL / TLLim = 32.566 / 65.433 = 0,498 Ok (Cmb. n. 063)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
063 SLV A1	Si	-4.791	-84.847	2.531	-32.566	-217.959	-0.00013072	-
0.00068857								
077 SLV A1	Si	-81.069	-45.932	-52.030	-13.946	-224.229	-0.00011008	-
0.00075866								

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.00013500 kN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.00000000 + 0.00055865 + 0.01582844 + 0.00000000

$Q_{max} / Q_{lim} = 0.00071291 / 0.01638709 = 0,044$ Ok (Cmb. n. 108)

$TB / TBl_{lim} = 29.503 / 66.720 = 0,442$ Ok (Cmb. n. 109)

$TL / TL_{lim} = 19.818 / 65.705 = 0,302$ Ok (Cmb. n. 095)

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
095 SLD	Si	-14.722	-56.712	-4.193	-19.818	-218.868	-0.00014346	-
0.00067556								
108 SLD	Si	-51.197	-38.992	-28.851	-11.435	-221.853	-0.00013365	-
0.00071291								
109 SLD	Si	-50.524	-38.365	-29.503	-11.156	-221.837	-0.00013149	-
0.00070654								

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento: Platea n. 478

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
028 SLE rare	No	-8.906	-15.452	6.366	602.986	-5328.848	-0.00427292	-
0.00796358								
044 SLE freq	No	-8.534	-15.808	9.318	603.104	-5305.706	-0.00426114	-
0.00791466								

Cedimento massimo a espansione laterale impedita = -0.003 cm in Cmb n. 028

Cedimento minimo a espansione laterale impedita = 0.000 cm in Cmb n. 044

Cedimento massimo a espansione laterale libera = -0.004 cm in Cmb n. 028

Cedimento minimo a espansione laterale libera = 0.000 cm in Cmb n. 044

Elemento: Platea n. 1508

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T.
min T.T. max								
n.		cm	cm	kN	kN	kN	kN/cm ²	kN/cm ²
020 SLE rare	No	-19.650	-18.381	-10.524	22.866	-231.623	-0.00016767	-
0.00067746								
044 SLE freq	No	-19.722	-19.551	-10.216	22.694	-228.779	-0.00016493	-
0.00067216								

Cedimento massimo a espansione laterale impedita = -0.057 cm in Cmb n. 020

Cedimento minimo a espansione laterale impedita = -0.003 cm in Cmb n. 044

Cedimento massimo a espansione laterale libera = -0.066 cm in Cmb n. 020

Cedimento minimo a espansione laterale libera = -0.003 cm in Cmb n. 044