

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.**

CUP: J14D20000010001

U.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA**

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

FA - FABBRICATI TECNOLOGICI

FA03 – PPACC BIVIO FENILONE
Relazione di calcolo fondazioni e Vasca

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N 1 A 2 0 D 2 6 C L F A 0 3 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Reale	Gen. 2022	M. Rigo	Gen. 2022	C. Mazzocchi	Gen. 2021	A. Perego Gen. 2022

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA.....	5
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.1	TABELLA MATERIALI	8
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5.1	RILEVATO FERROVIARIO.....	10
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE.....	10
6	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI.....	11
7	CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA	16
8	VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI	18
9	DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO.....	19
10	CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE	20
11	SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO	21
11.1	DATI DI CARICO DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	22
11.2	VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI	23
11.3	VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI	23
12	PARAMETRI DI CALCOLO	24
12.1	APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3).....	24
12.2	DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI	26
12.3	VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI	36
1	VASCA DI ACCUMULO - RELAZIONE DI CALCOLO	38
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	38
1.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	40

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	3 di 49

1.3	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	40
1.3.1	<i>Carichi agenti</i>	40
1.3.2	<i>Verifica soletta di copertura</i>	40
1.3.3	<i>Verifica pareti</i>	44
1.4	VERIFICA GEOTECNICA	47

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Est al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'uscita dell'Autostrada Verona Nord e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Vescovo, per una estensione di circa 9.7 km dall'inizio dello Scalo Cason alla fine della linea AV/AC. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Brescia Est – Verona.

- MODIFICA DI TRACCIATO DELLE LINEE MI-VE STORICA E VR-BRENNERO
- LINEA AV/AC MILANO-VENEZIA
- NUOVO SCALO IN LOCALITA' CASON
- RACCORDO BIVIO S.MASSIMO – VERONA P.N.
- RACCORDO Q.E. – VERONA P.N.
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA NUOVA
- INTERVENTI NELL'AMBITO DI VERONA PORTA VESCOVO

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e Verona Porta Vescovo. Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).



La seguente relazione tratta del calcolo delle fondazioni dell'edificio FA02 ed è suddivisa in due parti la prima tratta le fondazioni della parte A (edificio h = 6.32 m) la seconda la parte B (edificio h = 3.32 m)

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVA

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**

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per l'edificio si prevede una struttura intelaiata in cemento armato che si sviluppa su un solo piano fuori terra. Esso ha dimensione rettangolare in pianta di circa 33,90x6,30 m ed è caratterizzato da una copertura a due falde la cui altezza massima in corrispondenza del colmo è circa pari a 4,60 m.

Nel complesso la struttura è costituita da 8 telai in cemento armato di larghezza pari a 6 m e interasse di 4,80 m. Gli elementi strutturali verticali di ciascun telaio sono due pilastri di sezione 30x60 cm, mentre in sommità è presente una capriata triangolare in cemento armato, costituita da due correnti superiori di 30x25 cm ricalati rispetto allo spessore del solaio di copertura e un tirante inferiore di 30x30 cm. Le travi di bordo che collegano i vari telai hanno sezione estradossata di 30x58 cm mentre la trave di colmo ha una sezione di forma convessa inglobata nel getto dei solai.

Questi ultimi, orditi parallelamente alla pendenza della falda di copertura, sono realizzati con lastre parzialmente prefabbricate di tipo predalle, con blocchi di alleggerimento in polistirolo e getto di completamento realizzato in opera.

Pilastri	sez. rett. 30x60 cm
Correnti superiori	sez. rett. 30x25 cm
Tirante inferiore	sez. rett. 30x30 cm
Travi di bordo	sez. rett. 30x58 cm

La fondazione è realizzata con una platea di 30 cm di spessore, caratterizzata da nervature laterali alte 95 cm rispetto all'estradosso della fondazione.

Le tamponature esterne sono realizzate con blocchi forati di spessore pari a 30 cm posti in asse ai pilastri del fabbricato, intonacati internamente e rivestiti esternamente con uno strato coibentante in EPS di 10 cm di spessore, protetto da un ulteriore strato di forati da 8 cm a loro volta intonacati sull'esterno.

La pavimentazione interna è realizzata con un pavimento flottante con plenum di 60 cm, poggiato su una soletta di ripartizione di 5 cm posta al di sopra di uno strato di XPS ad alta densità di 8 cm; questo a sua volta è posto su un vespaio aerato costituito da igloo di 27 cm e soletta in c.a. di 5 cm armata con rete elettrosaldata.

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	7 di 49

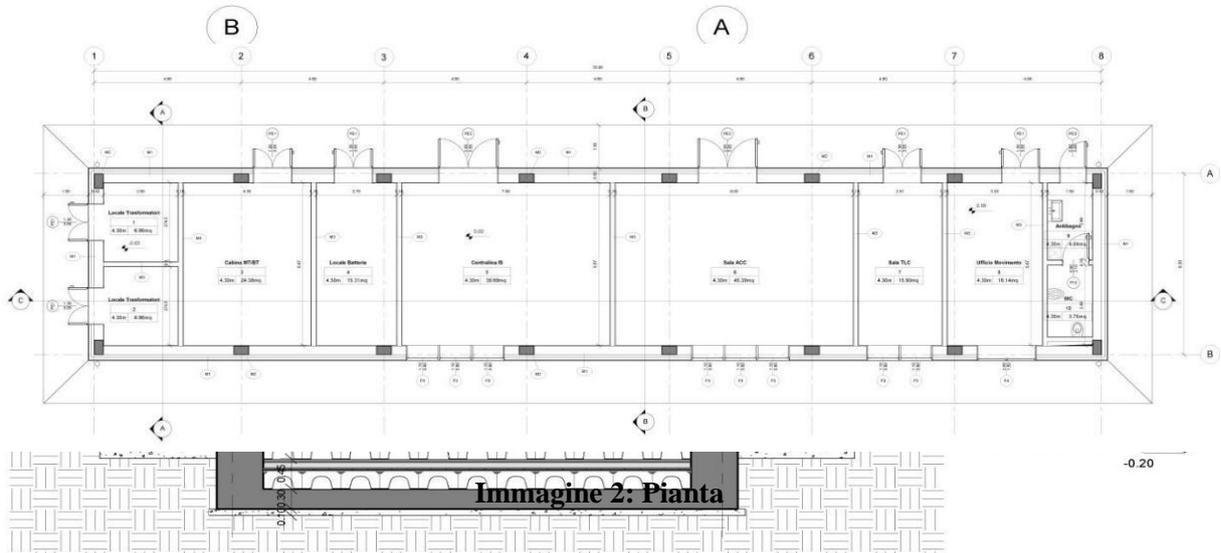


Immagine 1: Sezione longitudinale

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 TABELLA MATERIALI

Calcestruzzo

Tipo di struttura	Classe di resistenza $f_{ck}/R_{ck}[N/mm^2]$	Classe di consistenza	Classe di esposizione	Dimensione massima aggregato [mm]	Copriferro minimo [mm]
Magrone	C12/15	S3	XC2	25	-
Fondazioni	C25/30	S4	XC2	20	30
Pilastrini	C28/35	S4	XC1	15	30
Travi	C28/35	S4	XC1	15	30
Solai	C28/35	S4	XC1	15	30

Acciaio

Tipo di armatura	Tipo acciaio	F _{yk} [N/mm ²]	F _{yt} [N/mm ²]
Barre	B450c	430	540
Rete elettrosaldata	B450c	430	540

Acciaio per carpenteria metallica

Materiale	f _d [N/mm ²] t ≤ 40 mm	f _d [N/mm ²] t > 40 mm
S275	275	250

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	9 di 49

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

Rck	E _c	σ _c	τ _{c,0}	τ _{c,1}	f _{ctm}	f _{cfm}	0.7·f _{ctm}	f _{cd}
[daN/cm ²]								
300.0	312201.9	97.5	6.0	18.3	26.1	32.3	21.9	155.6
350.0	337216.5	110.0	6.7	19.7	28.9	34.7	24.3	181.6

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In riferimento al modello geotecnico del sottosuolo che caratterizza l'area di sedime dell'opera si definiscono i principali parametri fisico-meccanici dei terreni interagenti con l'opera.

In relazione alla sezione trasversale dell'opera si evince una stratigrafia con caratteristiche che entrano in gioco nel calcolo strutturale dei muri dal punto di vista dei carichi e dell'interazione terreno-struttura. Procedendo dal basso verso l'alto si hanno, nell'ordine:

- il terreno di fondazione;
- il rilevato ferroviario.

5.1 Rilevato ferroviario

Il terreno che costituisce il rilevato ferroviario ha le seguenti caratteristiche:

Peso di volume $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Coesione efficace $c' = 0$

Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 38^\circ$

5.2 Terreno di fondazione

I principali parametri geotecnici sono riportati di seguito:

		Profondità m da p.c.	
PK		151+200 ÷ 153+100 ZONA Cason 1	153+100 ÷ 154+046 ZONA Cason 2
WBS			
Formazione geologica			
Unità Geotecnica		UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa	UNITA' 1: Ghiaia sabbiosa
Peso di volume g [kN/m ³]		19	19
Coesione C' [kPa]		0	0
Angolo di attrito di picco φ' [°]	<5	39	42
	5-15	39	40
	>15	38	38
Densità relativa D_R [%]	<5	45+76	71+97
	5-15	51+66	50+77
	>15	32+57	32+57
Modulo di taglio G_s [MPa]	<5	74	101
	5-15	127	152
	>15	180	173
Modulo di deformazione elastica iniziale E_0 [Mpa]	<5	171	233
	5-15	292	350
	>15	413	398
Modulo di deformazione operativo per i rilevati E_{RIL} [Mpa]	<5	17	23
	5-15	29	35
	>15	41	40
Modulo di deformazione operativo per le opere civili E_{OC} [Mpa]	<5	34	47
	5-15	58	70
	>15	83	80
Modulo di deformazione operativo E'_{25} [Mpa]	<5	1.41E-04	1.82E-04
	5-15	3.66E-05	2.80E-05
	>15	-	5.53E-05
Classe sottosuolo		B	B

L'opera in esame è situata nella Zona Cason 1.

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	12 di 49

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

$$\text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_{\gamma} = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

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

- 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_f) 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:

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

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

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

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

- 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:

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

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

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	14 di 49

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

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

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

 - 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

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

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

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

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

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

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

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

 - 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 Eurocodice 7

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

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

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

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

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

- 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:

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	16 di 49

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

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 determinano 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:

$$q'_{ult} = \left[q''_{ult} + q_{resT} \right]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{P}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

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

7 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 fratturata 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:

$$s_c = 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastroforme} \quad s_c = 1.3 \text{ per fondazioni di tipo quadrato;}$$

$$s_\gamma = 1.0 \text{ per fondazioni di tipo nastroforme} \quad s_\gamma = 0.8 \text{ per fondazioni di tipo quadrato.}$$

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

Formulazione di Terzaghi (1943)

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

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	141.0	298.0	800.0

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968)

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

8 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% della coesione)
- 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.

9 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 "Δσ_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

Relazione di calcolo fondazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	20 di 49

pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

10 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'espressioni 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'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{Imp.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita
- $w_{Lib.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera

Relazione di calcolo fondazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	21 di 49

- $\Delta\sigma_{v,i}$ 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 $w_{Lib.}$).

11 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.

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
	Relazione di calcolo fondazioni	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA 03 00 001	REV. A

11.1 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.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST					
	Relazione di calcolo fondazioni	COMMESSA IN1A	LOTTO 20	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FA 03 00 001	REV. A

11.2 Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

- Cmb numero della combinazione di carico
- Qlim capacità portante totale data dalla somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres P (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile)
- Qlim 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)
- Qlim 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)
- Qlim 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)
- Qres 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)
- Qmax / Qlim 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).
- TBlim valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento
- TB / TBlim 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)
- TLLim valore limite della resistenza a scorrimento in direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento
- TL / TLLim 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)
- Sgm. 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.

11.3 Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

- Cmb numero della combinazione di carico e tipologia
- Nodo 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 $w_{lib.}$)

12 PARAMETRI DI CALCOLO

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali:

- Per terreni sciolti: Vesic
- 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:

12.1 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

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	25 di 49

- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu 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 fSp: 30,00 %
- 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 edometrici

ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 1

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -1000,0 cm	1000,0 cm	001 / Ghiaia e sabbia compatta	Assente

ARCHIVIO TERRENI

 Indice / Descrizione terreno: **001 / Ghiaia e sabbia compatta**

Compartamento 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	%	%	
1,900 E-3	1,900 E-3	39,000	0,000	168,058	210,000	76,0	0,270	1,00

12.2 DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Elemento	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Dia. Eq.	Spessore	Superficie	Vertici	Macro
n.			cm	cm	cm	cm ²	n. per elem.	n.
Platea n. 1	Platea	001	20.000	71.400	40.000	4003.966	4	1
Platea n. 2	Platea	001	20.000	91.689	40.000	6602.711	4	1
Platea n. 3	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 4	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 5	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 6	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 7	Platea	001	20.000	89.017	40.000	6223.512	4	1
Platea n. 8	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1
Platea n. 9	Platea	001	20.000	84.058	40.000	5549.460	4	1
Platea n. 10	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 11	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 12	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 13	Platea	001	20.000	101.339	40.000	8065.695	4	1
Platea n. 14	Platea	001	20.000	92.313	40.000	6692.928	4	1
Platea n. 15	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1
Platea n. 16	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 17	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 18	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 19	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 20	Platea	001	20.000	90.982	40.000	6501.309	4	1
Platea n. 21	Platea	001	20.000	99.246	40.000	7736.064	4	1
Platea n. 22	Platea	001	20.000	94.931	40.000	7077.999	4	1
Platea n. 23	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 24	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1
Platea n. 25	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 26	Platea	001	20.000	104.790	40.000	8624.353	4	1
Platea n. 27	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 28	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 29	Platea	001	20.000	89.226	40.000	6252.759	4	1
Platea n. 30	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1
Platea n. 31	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 32	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1
Platea n. 33	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 34	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1
Platea n. 35	Platea	001	20.000	90.456	40.000	6426.375	4	1
Platea n. 36	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	27 di 49
Platea n. 37	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 38	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 39	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 40	Platea	001	20.000	85.068	40.000	5683.581	4	1	
Platea n. 41	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 42	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 43	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 44	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 45	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 46	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 47	Platea	001	20.000	95.059	40.000	7097.088	4	1	
Platea n. 48	Platea	001	20.000	88.105	40.000	6096.653	4	1	
Platea n. 49	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 50	Platea	001	20.000	90.519	40.000	6435.330	4	1	
Platea n. 51	Platea	001	20.000	91.150	40.000	6525.293	4	1	
Platea n. 52	Platea	001	20.000	91.267	40.000	6542.144	4	1	
Platea n. 53	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 54	Platea	001	20.000	90.602	40.000	6447.141	4	1	
Platea n. 55	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 56	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 57	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 58	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 59	Platea	001	20.000	86.173	40.000	5832.134	4	1	
Platea n. 60	Platea	001	20.000	85.551	40.000	5748.250	4	1	
Platea n. 61	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 62	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 63	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1	
Platea n. 64	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 65	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 66	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 67	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 68	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 69	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 70	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 71	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 72	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 73	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 74	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 75	Platea	001	20.000	84.135	40.000	5559.648	4	1	
Platea n. 76	Platea	001	20.000	90.331	40.000	6408.535	4	1	
Platea n. 77	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	28 di 49
Platea n. 78	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 79	Platea	001	20.000	91.281	40.000	6544.053	4	1	
Platea n. 80	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 81	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 82	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 83	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 84	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 85	Platea	001	20.000	99.588	40.000	7789.371	4	1	
Platea n. 86	Platea	001	20.000	86.822	40.000	5920.333	4	1	
Platea n. 87	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 88	Platea	001	20.000	81.918	40.000	5270.441	4	1	
Platea n. 89	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 90	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 91	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 92	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 93	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 94	Platea	001	20.000	88.755	40.000	6187.000	4	1	
Platea n. 95	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 96	Platea	001	20.000	87.615	40.000	6029.080	4	1	
Platea n. 97	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 98	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 99	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 100	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 101	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 102	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1	
Platea n. 103	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 104	Platea	001	20.000	87.496	40.000	6012.594	4	1	
Platea n. 105	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 106	Platea	001	20.000	85.512	40.000	5743.102	4	1	
Platea n. 107	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 108	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 109	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 110	Platea	001	20.000	90.299	40.000	6404.005	4	1	
Platea n. 111	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 112	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 113	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 114	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 115	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 116	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 117	Platea	001	20.000	93.540	40.000	6871.960	4	1	
Platea n. 118	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	29 di 49
Platea n. 119	Platea	001	20.000	94.037	40.000	6945.266	4	1	
Platea n. 120	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 121	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 122	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 123	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 124	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 125	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 126	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1	
Platea n. 127	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 128	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 129	Platea	001	20.000	88.060	40.000	6090.405	4	1	
Platea n. 130	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 131	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 132	Platea	001	20.000	93.879	40.000	6921.916	4	1	
Platea n. 133	Platea	001	20.000	91.336	40.000	6551.971	4	1	
Platea n. 134	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 135	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 136	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 137	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 138	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 139	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 140	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 141	Platea	001	20.000	92.434	40.000	6710.443	4	1	
Platea n. 142	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 143	Platea	001	20.000	91.685	40.000	6602.140	4	1	
Platea n. 144	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 145	Platea	001	20.000	88.929	40.000	6211.269	4	1	
Platea n. 146	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 147	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 148	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 149	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 150	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 151	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 152	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 153	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 154	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 155	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 156	Platea	001	20.000	92.329	40.000	6695.211	4	1	
Platea n. 157	Platea	001	20.000	90.119	40.000	6378.601	4	1	
Platea n. 158	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 159	Platea	001	20.000	91.090	40.000	6516.755	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	30 di 49
Platea n. 160	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 161	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 162	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 163	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 164	Platea	001	20.000	92.848	40.000	6770.697	4	1	
Platea n. 165	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 166	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 167	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 168	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 169	Platea	001	20.000	95.246	40.000	7124.946	4	1	
Platea n. 170	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 171	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 172	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 173	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 174	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 175	Platea	001	20.000	87.525	40.000	6016.705	4	1	
Platea n. 176	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 177	Platea	001	20.000	88.055	40.000	6089.714	4	1	
Platea n. 178	Platea	001	20.000	93.620	40.000	6883.763	4	1	
Platea n. 179	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 180	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 181	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 182	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 183	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 184	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1	
Platea n. 185	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 186	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 187	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 188	Platea	001	20.000	71.400	40.000	4003.966	4	1	
Platea n. 189	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 190	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 191	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 192	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 193	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 194	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 195	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 196	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 197	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 198	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 199	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 200	Platea	001	20.000	86.659	40.000	5898.111	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	31 di 49
Platea n. 201	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 202	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 203	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 204	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 205	Platea	001	20.000	87.652	40.000	6034.122	4	1	
Platea n. 206	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 207	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 208	Platea	001	20.000	88.267	40.000	6119.051	4	1	
Platea n. 209	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 210	Platea	001	20.000	90.658	40.000	6455.049	4	1	
Platea n. 211	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 212	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 213	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 214	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 215	Platea	001	20.000	71.400	40.000	4003.968	4	1	
Platea n. 216	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1	
Platea n. 217	Platea	001	20.000	86.747	40.000	5910.199	4	1	
Platea n. 218	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 219	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 220	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 221	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 222	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 223	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1	
Platea n. 224	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 225	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 226	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 227	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 228	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 229	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 230	Platea	001	20.000	92.590	40.000	6733.125	4	1	
Platea n. 231	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 232	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 233	Platea	001	20.000	91.479	40.000	6572.557	4	1	
Platea n. 234	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 235	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 236	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 237	Platea	001	20.000	91.162	40.000	6527.028	4	1	
Platea n. 238	Platea	001	20.000	91.362	40.000	6555.792	4	1	
Platea n. 239	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 240	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 241	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	32 di 49
Platea n. 242	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 243	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 244	Platea	001	20.000	95.103	40.000	7103.563	4	1	
Platea n. 245	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 246	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 247	Platea	001	20.000	85.469	40.000	5737.268	4	1	
Platea n. 248	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 249	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 250	Platea	001	20.000	93.962	40.000	6934.126	4	1	
Platea n. 251	Platea	001	20.000	100.752	40.000	7972.559	4	1	
Platea n. 252	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 253	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 254	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 255	Platea	001	20.000	91.875	40.000	6629.541	4	1	
Platea n. 256	Platea	001	20.000	103.524	40.000	8417.213	4	1	
Platea n. 257	Platea	001	20.000	93.600	40.000	6880.812	4	1	
Platea n. 258	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 259	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 260	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 261	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.523	4	1	
Platea n. 262	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 263	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 264	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 265	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 266	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 267	Platea	001	20.000	71.400	40.000	4003.968	4	1	
Platea n. 268	Platea	001	20.000	82.239	40.000	5311.821	4	1	
Platea n. 269	Platea	001	20.000	91.134	40.000	6523.032	4	1	
Platea n. 270	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 271	Platea	001	20.000	95.293	40.000	7131.977	4	1	
Platea n. 272	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 273	Platea	001	20.000	93.060	40.000	6801.745	4	1	
Platea n. 274	Platea	001	20.000	101.150	40.000	8035.725	4	1	
Platea n. 275	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 276	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 277	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 278	Platea	001	20.000	48.860	40.000	1875.000	3	1	
Platea n. 279	Platea	001	20.000	48.860	40.000	1875.000	3	1	
Platea n. 280	Platea	001	20.000	57.347	40.000	2582.917	3	1	
Platea n. 281	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1	
Platea n. 282	Platea	001	20.000	57.339	40.000	2582.164	3	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	33 di 49
Platea n. 283	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1	
Platea n. 284	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1	
Platea n. 285	Platea	001	20.000	50.463	40.000	2000.000	3	1	
Platea n. 286	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 287	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 288	Platea	001	20.000	100.147	40.000	7877.044	4	1	
Platea n. 289	Platea	001	20.000	92.926	40.000	6782.036	4	1	
Platea n. 290	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 291	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 292	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 293	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 294	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 295	Platea	001	20.000	90.875	40.000	6485.990	4	1	
Platea n. 296	Platea	001	20.000	93.408	40.000	6852.684	4	1	
Platea n. 297	Platea	001	20.000	87.698	40.000	6040.485	4	1	
Platea n. 298	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 299	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 300	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 301	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1	
Platea n. 302	Platea	001	20.000	106.757	40.000	8951.199	4	1	
Platea n. 303	Platea	001	20.000	95.034	40.000	7093.279	4	1	
Platea n. 304	Platea	001	20.000	84.631	40.000	5625.291	4	1	
Platea n. 305	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 306	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 307	Platea	001	20.000	90.359	40.000	6412.556	4	1	
Platea n. 308	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 309	Platea	001	20.000	91.393	40.000	6560.168	4	1	
Platea n. 310	Platea	001	20.000	85.319	40.000	5717.106	4	1	
Platea n. 311	Platea	001	20.000	101.161	40.000	8037.454	4	1	
Platea n. 312	Platea	001	20.000	91.592	40.000	6588.788	4	1	
Platea n. 313	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 314	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 315	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 316	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 317	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 318	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 319	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 320	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 321	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 322	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 323	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
				IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	34 di 49
Platea n. 324	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 325	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 326	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 327	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 328	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 329	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 330	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 331	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 332	Platea	001	20.000	85.592	40.000	5753.786	4	1	
Platea n. 333	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1	
Platea n. 334	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 335	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 336	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 337	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 338	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.444	4	1	
Platea n. 339	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1	
Platea n. 340	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	
Platea n. 341	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 342	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 343	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 344	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 345	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 346	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 347	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 348	Platea	001	20.000	90.817	40.000	6477.746	4	1	
Platea n. 349	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1	
Platea n. 350	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 351	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 352	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 353	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 354	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 355	Platea	001	20.000	84.546	40.000	5614.017	4	1	
Platea n. 356	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 357	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 358	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 359	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 360	Platea	001	20.000	86.401	40.000	5863.102	4	1	
Platea n. 361	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1	
Platea n. 362	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 363	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1	
Platea n. 364	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1	

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	35 di 49

Platea n. 365	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 366	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1
Platea n. 367	Platea	001	20.000	90.905	40.000	6490.356	4	1
Platea n. 368	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 369	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 370	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1
Platea n. 371	Platea	001	20.000	86.678	40.000	5900.714	4	1
Platea n. 372	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 373	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 374	Platea	001	20.000	110.558	40.000	9600.000	4	1
Platea n. 375	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 376	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 377	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 378	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 379	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 380	Platea	001	20.000	87.865	40.000	6063.533	4	1
Platea n. 381	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 382	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 383	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1
Platea n. 384	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 385	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 386	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 387	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 388	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 389	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.528	4	1
Platea n. 390	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 391	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 392	Platea	001	20.000	92.723	40.000	6752.471	4	1
Platea n. 393	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 394	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 395	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 396	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 397	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.524	4	1
Platea n. 398	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 399	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 400	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 401	Platea	001	20.000	71.894	40.000	4059.521	4	1
Platea n. 402	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1
Platea n. 403	Platea	001	20.000	69.736	40.000	3819.445	4	1
Platea n. 404	Platea	001	20.000	90.270	40.000	6400.000	4	1

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	36 di 49

Elemento	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon.	Base Eq.	Spessore	Lung. Eq.	Lung. Travata Eq.
n.			cm	cm	cm	cm	cm
Macro n. 1	Macro-Platea	001	20.000	560.000	40.000	2768.000	2768.000

12.3 VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. $\Gamma_{RD} = 1.10$

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 γ_R 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: 1

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

$$S_{gm, Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -1.1534 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.0000 + 0.6112 + 9.8159 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 1.0506 / 10.4271 = 0,101 \text{ Ok (Cmb. n. 018)}$$

$$TB / TB_{lim} = 0.0 / 537712.9 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 003)}$$

$$TL / TL_{lim} = 0.0 / 542652.7 = 0,000 \text{ Ok (Cmb. n. 017)}$$

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	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
003	SLU STR	No	0.000	0.001	0.0	0.0	-1143292.0	-0.4187	-0.5942
017	SLU STR	No	0.000	0.001	0.0	0.0	-1155964.0	-0.4231	-0.6006
018	SLU STR	No	0.000	0.001	0.0	0.0	-2245866.0	-0.8731	-1.0506

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

$$S_{gm, Lt} \text{ (tens. litostatica)} = -1.1534 \text{ daN/cm}^2$$

$$Q_{lim} = Q_{lim c} + Q_{lim q} + Q_{lim g} + Q_{res P} = 0.0000 + 0.5609 + 7.8285 + 0.0000$$

$$Q_{max} / Q_{lim} = 0.8685 / 8.3894 = 0,104 \text{ Ok (Cmb. n. 048)}$$

$$TB / TB_{lim} = 65418.5 / 671152.0 = 0,097 \text{ Ok (Cmb. n. 037)}$$

$$TL / TL_{lim} = 63097.9 / 670375.1 = 0,094 \text{ Ok (Cmb. n. 061)}$$

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	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
037	SLV A1	Si	22.714	5.951	59471.4	17208.5	-1428299.0	-0.5447	-0.7668

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	37 di 49

048	SLV A1	Si	-22.715	-5.950	-59470.8	-17208.6	-1428304.0	-0.5437	-0.7896
061	SLV A1	Si	6.819	19.836	17841.4	57361.8	-1428293.0	-0.4804	-0.8252

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -1.1534 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 0.5530 + 7.5398 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.8855 / 8.0929 = 0,109 Ok (Cmb. n. 080)

TB / TBlim = 75861.3 / 671151.6 = 0,113 Ok (Cmb. n. 069)

TL / TLim = 71146.7 / 670375.3 = 0,106 Ok (Cmb. n. 093)

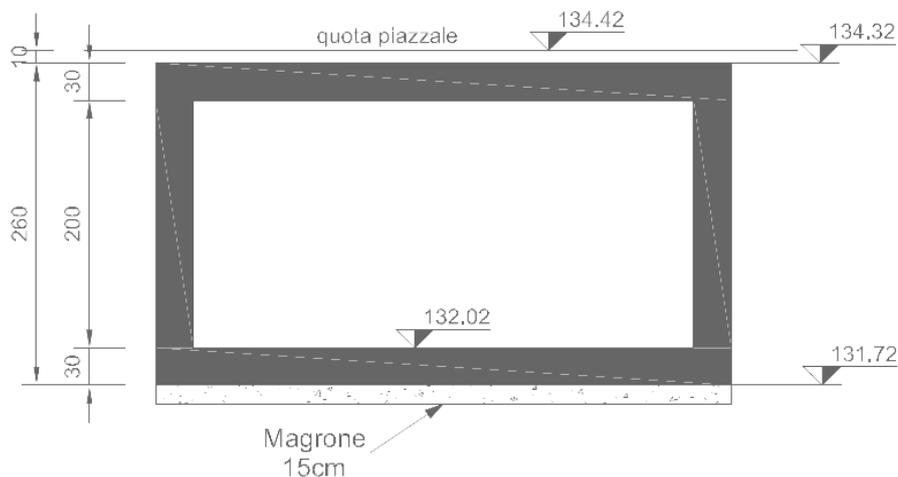
Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T. max
n.			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm ²	daN/cm ²
069	SLD	Si	26.347	6.701	68964.8	19403.6	-1428299.0	-0.5437	-0.7810
080	SLD	Si	-26.348	-6.699	-68964.3	-19403.7	-1428304.0	-0.5426	-0.8050
093	SLD	Si	7.910	22.335	20689.4	64678.8	-1428293.0	-0.4643	-0.8408

1 VASCA DI ACCUMULO - RELAZIONE DI CALCOLO

Il presente documento ha per oggetto il calcolo della vasca di accumulo di dimensioni interne 4x4x2 ubicata nel piazzale FSA, nell'ambito dei lavori relativi all'Ingresso Urbano dell'Interconnessione di Brescia Ovest; intervento inserito nell'ambito del Progetto esecutivo della Linea ferroviaria A.V./A.C. Torino-Venezia, tratta Milano-Verona.

Si tratta di una struttura in cemento armato con le dimensioni nette citate precedentemente, e con lo spessore di 30cm, sia per le solette sia per le pareti. Il ricoprimento di circa 20cm è costituito dalla pavimentazione del piazzale.



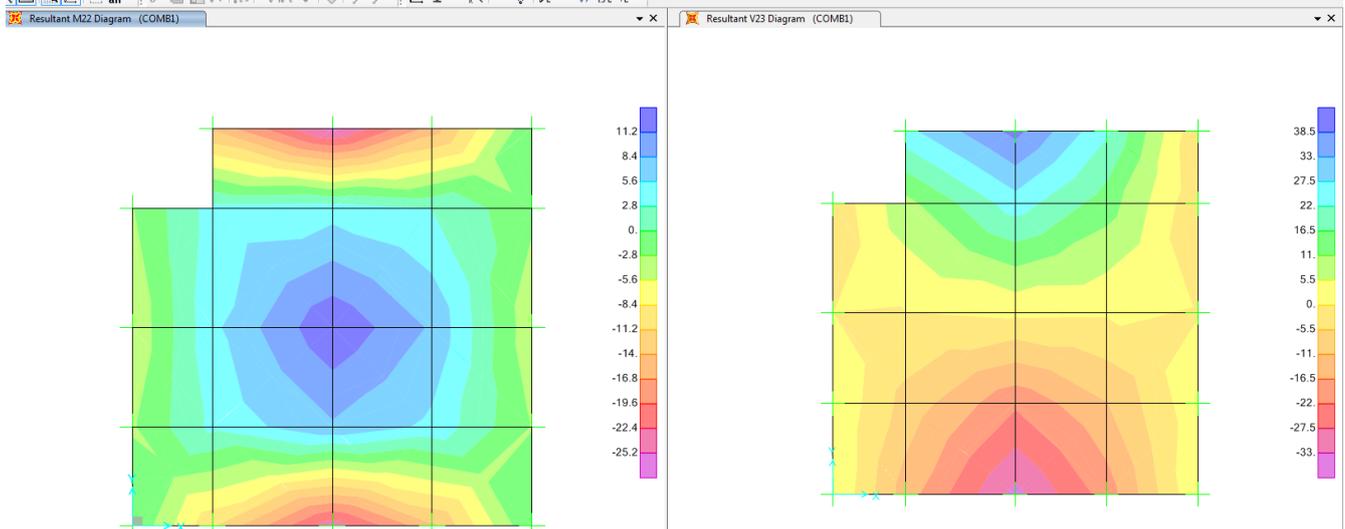
Sezione vasca di accumulo

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica della struttura sono stati condotti nel rispetto delle vigenti normative di seguito riportate:

1. L. 05/11/1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica";
2. D.M. 14/02/1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
3. Circ. Min. 24/06/1993 n. 37406: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
4. D.M. 09/01/1996: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
5. Circ. Min. 15/10/1996 n. 252: "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento

- armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
6. D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
 7. Circ. Min. 04/07/1996 n. 156 STC: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
 8. L. 02/02/1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
 9. D.M. 16/01/1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
 10. Circ. Min. 10/04/1997 n. 65: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui al D.M. 16/01/1996";
 11. D.M. 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";
 12. Circ. Min. 24/09/1988 n. 30483: "Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/03/1988";
 13. Asa Servizi di Ingegneria (Ferrovie dello Stato), Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/1995, Testo completo delle relative integrazioni: 13/01/1997: "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo";
 14. Ferrovie dello Stato - Istruzione F.S. 44/b (Testo aggiornato secondo il D.M. 16/01/1999): "Istruzioni tecniche per i manufatti sotto binario da costruire in zona sismica";
 15. Ente Ferrovie dello Stato - Divisione tecnologie e sviluppo del sistema servizio Alta Velocità: "Manuale di progettazione esecutiva".



Il momento flettente presenta un valore massimo positivo in campata di 11.2kNm/m, e un valore minimo negativo sul appoggio perimetrale di 25.20kNm/m. Si fa presente che il foro 80x80 di accesso nella vasca ricade in una zona poco sollecitata, e incide solo in minima parte sulla distribuzione delle sollecitazioni. Verranno comunque disposte idonee armature sul bordo del foro.

Il taglio presenta un valore massimo di 35kN/m.

1.3.2.1.1 Verifica a momento flettente

La soletta è armata con 1+1 ϕ 12/20 in ambedue le direzioni. Facendo il calcolo per una sezione 100x30cm la verifica è soddisfatta:

Verifica C.A. S.L.U. - File: verifica soletta

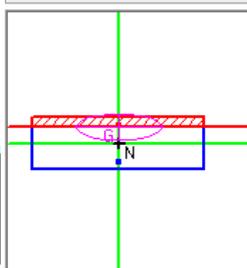
File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	5.65	4
			2	5.65	26

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



Solecitazioni
 S.L.U. Metodo n

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

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

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

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

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s %
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

1.3.2.1.2 Verifica a fessurazione

Considerando che si tratta di un ambiente molto aggressivo, e che le armature sono poco sensibili, il limite di normativa nella combinazione rara da rispettare è $w < w_2 = 0.2 \text{ mm}$. Trascurando a favore di sicurezza la compressione che nasce dalla spinta del terreno sulle pareti della vasca, la verifica è soddisfatta come riportato nel riquadro sottostante.

VERIFICHE A FESSURAZIONE		
Elemento strutturale: VASCA 4X4		combo: RARA
Stato limite di apertura delle fessure		
Sollecitazioni di verifica		
N_{Ed} = sforzo normale		0.0 [kN]
M_{Ed} = momento flettente		25.2 [kNm]
Calcolo della distanza media tra le fessure		
c = copriferro		46 [mm]
$s_{rm} = 2(c + s/10) + k_2 k_3 \phi / \rho_r =$		254 [mm]
s = interasse barre tese ($\leq 14 \phi$)		168 [mm]
ϕ = diametro della barra		12 [mm]
k_2 = coefficiente di aderenza del cls alla barra		0.4
k_3 = coefficiente di forma del diagramma delle tensioni		0.125
$\rho_r = A_s / A_{c \text{ eff}}$		0.0047
A_s = area della sezione di acciaio nell'area $A_{c \text{ eff}}$		565 [mm ²]
$A_{c \text{ eff}} = b_{\text{eff}} d_{\text{eff}}$		121147 [mm ²]
$b_{\text{eff}} =$		1000 [mm]
$d_{\text{eff}} =$		121 [mm]
Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura		
$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] \quad (>= 0.4 \sigma_s / E_s)$		0.00037
$0.4 \sigma_s / E_s =$		0.0004
E_s = modulo di elasticità normale		206000 [MPa]
σ_s = tensione nell'acciaio nella sezione fessurata		189.8 [MPa]
$\sigma_{sr} =$ tensione nell'acciaio nella sezione fessurata per ($\sigma_c = f_{ctm}$)		374.6 [MPa]
f_{ctm} = resistenza media a trazione per flessione		3.13 [MPa]
β_1 = coefficiente aderenza acciaio cls		1.0
β_2 = coefficiente di sollecitazione		1.0
Verifica dell'apertura delle fessure		
$w_m = \epsilon_{sm} s_{rm}$ = valore medio di apertura delle fessure		0.09 [mm]
$w_k = 1.7 w_m$ = valore caratteristico di apertura delle fessure		0.16 [mm]
w = valore limite di apertura delle fessure		0.20 [mm]
		verificato

1.3.2.1.3 Verifica a taglio

Le tensioni tangenziali sono inferiori a τ_{co} , e non serve armatura a taglio:

Cl _s R _{ck}	30	[MPa]
τ_{co}	0.60	[MPa]
τ_{c1}	1.83	[MPa]
$\sigma_{s,adm}$	255	[MPa]
Altezza sezione	30	[cm]
Base sezione	100	[cm]
Momento torcente	0	[KNm]
Taglio	35	[KN]
copriferro netto staffe	0.04	[cm]

Verifica delle tensioni tangenziali

$$\tau_{\max \text{ taglio}} = 0.13 < \tau_{co}$$

1.3.3 Verifica pareti

Avendo l'altezza delle pareti pari alla metà della loro lunghezza, è stato trascurato l'effetto piastra ed è stato effettuato il calcolo su una striscia verticale unitaria, lunga 2.30m, dal piano medio della soletta superiore, al piano medio della soletta inferiore, incastrata alle estremità.

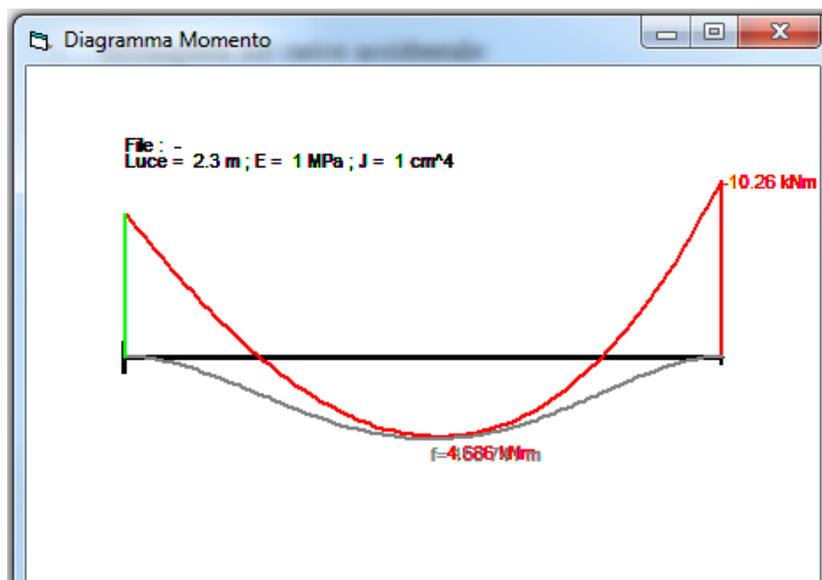
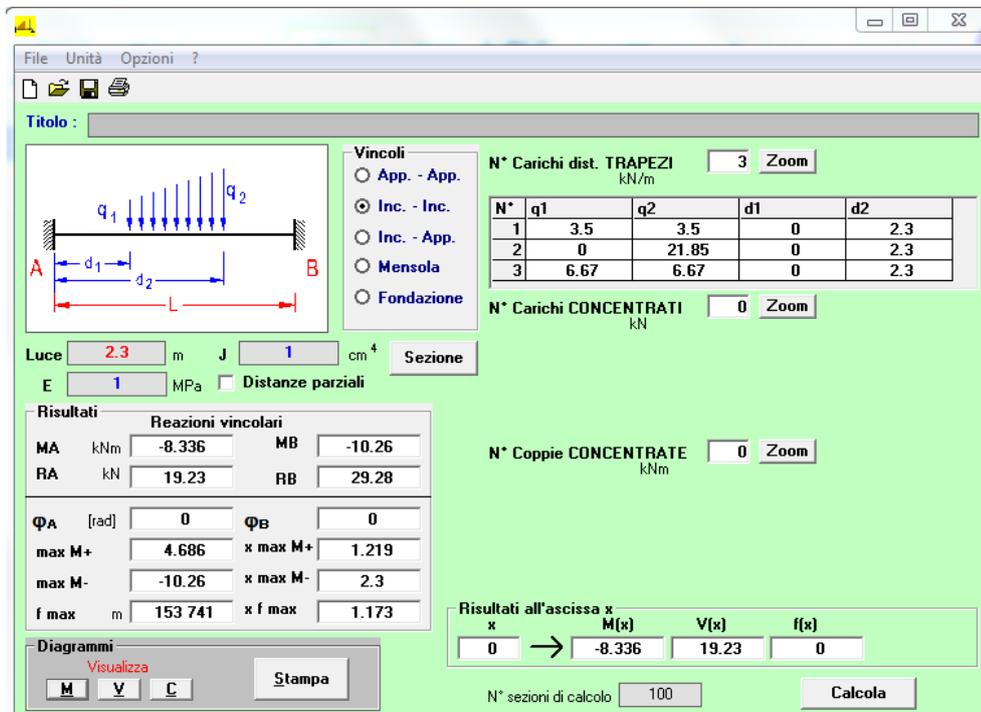
Le sollecitazioni agenti sulle pareti sono le seguenti:

- Spinta del terreno e del ricoprimento così costituita:
- $p_c = (0.15 + 0.2) \cdot 20 \cdot 0.5 = 3.5 \text{ kN/mq}$ spinta del ricoprimento calcolato fino all'asse medio della soletta superiore.
- $p_{\max} = \gamma \cdot h \cdot k_0 = 19 \cdot 2.3 \cdot 0.5 = 21.85 \text{ kN/mq}$ spinta del terreno alla base della parete
- Sovrappinta del carico accidentale:
- $p_{\text{acc}} = q \cdot k_a = 20 \cdot 0.333 = 6.67 \text{ kN/mq}$

Si trascura la spinta idrostatica all'interno della vasca, che essendo di segno opposto alla spinta delle terre su ogni faccia, è a favore di sicurezza.

Si trascura anche la sovrappinta sismica del terreno che vale $p_{\text{sism}} = 1.36 \text{ kN/mq}$ che è molto meno gravosa della sovrappinta dei carichi accidentali.

Le sollecitazioni di momento flettente e taglio sono le seguenti:



Essendo anche le pareti armate con 1+1 ϕ 12/20, e avendo sollecitazioni minori rispetto alla soletta superiore se ne trascurano le verifiche che sarebbero pertanto superflue.



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	46 di 49

Si trascurano le verifiche della soletta inferiore che come noto per questo tipo di struttura è meno sollecitata della soletta superiore, ma che è stata armata sempre con 1+1 ϕ 12/20 in entrambe le direzioni.

1.4 VERIFICA GEOTECNICA

Viene di seguito riportata la verifica a carico limite sotto la vasca, trascurando la verifica a scorrimento essendo le spinte sul terreno autoequilibrate.

I carichi agenti all'intradosso vasca sono le seguenti:

<i>elemento</i>	<i>carichi verticali</i>
	kN
solette vasca=2*4.6*4.6*0.3*25=	317.40
pareti vasca=4*4.3*2*0.3*25=	258.00
totale peso vasca=	575.40
peso ricoprimento vasca=0.2*20*4.6*4.6=	84.64
Totale permanenti =	660.04
Carico accidentale=20*4.6*4.6=	423.20
carico liquido nella vasca=10*4*4*2=	320.00
TOTALE=	1 403.24

Eseguendo la verifica con il metodo delle TA la verifica è ampiamente soddisfatta:

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_L/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	tan ϕ'	c'
Stato limite ultimo	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	<input type="radio"/>	1.10	1.10	1.10	1.10

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	48 di 49

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 4.60 (m)
L = 4.60 (m)
D = 2.80 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	660.04	743.20	1403.24
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
Ml [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 30.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 10.00$ (m)

$e_B = 0.00$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 4.60$ (m)
 $L^* = 4.60$ (m)

Carico limite unitario

$q_{lim} = 2402.85$ (kN/m²)

Pressione massima agente

$q = N / B^* L^*$

$q = 66.32$ (kN/m²)

Coefficiente di sicurezza

$F_s = q_{lim} / q = 36.23$



LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA
LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA
NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO EST

Relazione di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN1A	20	D26CL	FA 03 00 001	A	49 di 49