

REGIONE SICILIANA

COMUNE DI ROSOLINI

LAVORI DI: RIFACIMENTO E COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA ACQUEDOTTISTICO DI ROSOLINI GIÀ "1° LOTTO" RIELABORATO QUALE PROGETTO DI COMPLETAMENTO.

PERIZIA DI COMPLETAMENTO DELLE OPERE ACQUEDOTTISTICHE CON MIGLIORAMENTO IGIENICO SANITARIO

AGG.:	RELAZIONE DI CALCOLO	DATA: GIUGNO 2020
ALLEGATO 4.1		SCALA



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

STUDIO FC & RR v. Palermo, 332 MESSINA 090/361967

RELAZIONE DI CALCOLO

Oggetto: **Lavori di rifacimento e completamento dello schema acquedottistico di Rosolini (SR) già I Lotto rielaborato quale progetto di completamento.**

- DESCRIZIONE GENERALE OPERA

Premesse

Il progetto, in generale, riguarda il completamento di opere acquedottistiche di Rosolini con miglioramento igienico sanitario; di fatto, è prevista la realizzazione di una serie di opere quali condotte, scarico di fondo, pozzetti di testata ed impiantistica varia. Tra le opere vi sono anche alcuni manufatti strutturali che verranno trattati nella presente relazione.

Opere strutturali

Le opere strutturali previste in progetto sono le seguenti:

- Pozzetti di intercettazione;
- Pozzetto di sfiato "1";
- Pozzetto di ispezione "2";
- Muro di contenimento.

Pozzetto di intercettazione

Detto pozzetto presenta struttura in c.a. totalmente interrata formata da piastra di fondazione di dimensioni pari a 3,90x3,90 ml in pianta e spessore pari a 40 cm; una porzione di tale piastra, di dimensioni in pianta pari a 1,10x1,10 ml e spessore pari a 30 cm, è posta a quota -0,50 ml, in modo da creare una vasca di dimensioni in pianta pari a 0,50x0,50 ml e di profondità pari a 0,50 ml.

I setti in elevazione presentano spessore pari a 40 cm; la piastra di copertura a quota 2,50 ml ha dimensioni pari a 3,30x3,30 ml in pianta e spessore pari a 20 cm, ed è dotata di un foro circolare di diametro pari a 70 cm.

Tutti i suddetti elementi strutturali verranno armati con barre $\phi 14$ poste in opera sia sulla faccia interna che su quella esterna, in direzione X ed Y, con interasse pari a 20 cm; i setti in elevazione, per un'altezza di 80 cm a partire dall'estradosso della piastra di fondazione, avranno armatura in direzione X con passo ogni 10 cm.

Considerato che l'opera in questione sarà posizionata in zona carrabile, sulla piastra di copertura è stato considerato un sovraccarico permanente pari a 300 kg/mq, dovuto alla pavimentazione stradale (bitumatura di ancoraggio, binder e tappetino di usura); inoltre, è stato considerato un sovraccarico accidentale pari a 2000 kg/mq. Il medesimo sovraccarico di 200 kg/mq, è stato

applicato al terreno circostante il manufatto. Per la piastra di fondazione è stato infine considerato un sovraccarico permanente di 50 kg/mq ed un sovraccarico accidentale di 100 kg/mq, trattandosi di locale accessibile per sola manutenzione.

Pozzetto di sfiato "1"

Detto pozzetto presenta struttura in c.a. totalmente interrata formata da piastra di fondazione di dimensioni pari a 3,90x3,90 ml in pianta e spessore pari a 40 cm; setti in elevazione di spessore pari a 40 cm; piastra di copertura a quota 2,75 ml di dimensioni pari a 3,30x3,30 ml in pianta e spessore pari a 20 cm, dotata di un foro circolare di diametro pari a 70 cm.

Tutti i suddetti elementi strutturali verranno armati con barre $\phi 14$ poste in opera sia sulla faccia interna che su quella esterna, in direzione X ed Y, con interasse pari a 20 cm; i setti in elevazione, per un'altezza di 70 cm a partire dall'estradosso della piastra di fondazione, avranno armatura in direzione X con passo ogni 10 cm.

Anche in questo caso, considerato che l'opera in questione sarà posizionata in zona carrabile, sulla piastra di copertura è stato considerato un sovraccarico permanente pari a 300 kg/mq, dovuto alla eventuale pavimentazione stradale (bitumatura di ancoraggio, binder e tappetino di usura); inoltre, è stato considerato un sovraccarico accidentale pari a 2000 kg/mq. Il medesimo sovraccarico di 200 kg/mq, è stato applicato al terreno circostante il manufatto. Per la piastra di fondazione è stato infine considerato un sovraccarico permanente di 50 kg/mq ed un sovraccarico accidentale di 100 kg/mq, trattandosi di locale accessibile per sola manutenzione.

Pozzetto di ispezione "2"

Detto pozzetto presenta struttura in c.a. totalmente interrata formata da piastra di fondazione di dimensioni pari a 3,90x3,90 ml in pianta e spessore pari a 40 cm; setti in elevazione di spessore pari a 40 cm; piastra di copertura a quota 4,15 ml di dimensioni pari a 3,30x3,30 ml in pianta e spessore pari a 20 cm, dotata di un foro circolare di diametro pari a 70 cm.

Tutti i suddetti elementi strutturali verranno armati con barre $\phi 14$ poste in opera sia sulla faccia interna che su quella esterna, in direzione X ed Y, con interasse pari a 20 cm; i setti in elevazione, per un'altezza di 70 cm a partire dall'estradosso della piastra di fondazione, avranno armatura in direzione X con passo ogni 10 cm.

Anche in questo caso, considerato che l'opera in questione sarà posizionata in zona carrabile, sulla piastra di copertura è stato considerato un sovraccarico permanente pari a 300 kg/mq, dovuto alla eventuale pavimentazione stradale (bitumatura di ancoraggio, binder e tappetino di usura); inoltre, è stato considerato un sovraccarico accidentale pari a 2000 kg/mq. Il medesimo sovraccarico di 200 kg/mq, è stato applicato al terreno circostante il manufatto. Per la piastra di fondazione è stato infine

considerato un sovraccarico permanente di 50 kg/mq ed un sovraccarico accidentale di 100 kg/mq, trattandosi di locale accessibile per sola manutenzione.

Muro di contenimento

Trattasi di un muro a mensola in c.a., con mensola di fondazione di spessore pari a 28 cm, lunghezza lato valle pari a 132 cm, lunghezza lato monte di lunghezza pari a 60 cm (lunghezza totale mensola di fondazione pari a 220 cm), con mensola in elevazione di spessore pari a 28 cm, altezza pari a 372 cm, di cui 332 cm fuori terra lato valle e 220 cm fuori terra lato monte.

Il muro in parola verrà armato con barre $\phi 14$ poste in opera sia sulla faccia interna che su quella esterna ad interasse di 25 cm, oltre a ripartitori $\phi 8$.

A monte del muro vi è una strada, per cui è stato considerato un sovraccarico accidentale sul terreno pari a 2000 kg/mq, mentre sul terreno a valle è stato applicato un sovraccarico accidentale sul terreno pari a 1000 kg/mq.

Verifiche sismiche

Trattandosi di opere d'arte interrato che fanno parte di un sistema fognario e di un muro a mensola in c.a., in fase di calcolo è stata utilizzata la classe II (punto 2.4.2 del D.M. 17/01/2018), con una vita nominale maggiore o uguale a 50 anni (punto 2.4.1 del D.M. 17/01/2018).

Per i pozzetti, ai sensi del punto 7.3.1 del D.M. 17/01/2018, il fattore di comportamento relativo allo SLV, è pari a:

$$q = K_R * q_0 * k_w$$

con $K_R = 1,00$ nel caso specifico di strutture regolari in altezza (punto 7.3.1 del D.M. 17/01/2018)

q_0 rappresenta il valore di base del fattore di comportamento e, nel caso specifico di struttura a pareti accoppiate, è pari a:

$$q_0 = 3,00 * \alpha_u / \alpha_1 \text{ (tabella 7.3.II del D.M. 17/01/2018)}$$

con $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$ ai sensi del punto 7.4.3.2 D.M. 17/01/2018 trattandosi di strutture a pareti accoppiate

$$k_w = 0,5 \leq (1 + \alpha_0) / 3 \leq 1,00$$

con α_0 pari al rapporto tra l'altezza e la larghezza delle pareti.

Per i pozzetti d'intercettazione tale rapporto è pari a $250/40=6,250$, per k_w è pari a $(1+6,250)/3 = 2,417$ per cui verrà considerato il massimo valore pari a 1,00.

Per il pozzetto di sfiato "1" tale rapporto è pari a $275/40=6,875$, per k_w è pari a $(1+6,875)/3 = 2,625$ per cui verrà considerato il massimo valore pari a 1,00.

Per il pozzetto d'ispezione "2" tale rapporto è pari a $415/40=10,375$, per k_w è pari a $(1+10,375)/3 = 3,792$ per cui verrà considerato il massimo valore pari a 1,00.

In definitiva, per tutti i pozzetti, il fattore di comportamento relativo allo SLV sarà pari a:

$$q = K_R * q_0 * k_w = 1,00 * 3,00 * 1,2 * 1,00 = 3,60$$

Per lo stato limite ultimo SLV, il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_C , è stato determinato ai sensi del punto 3.2.3.2.1 del D.M. 17/01/2018, secondo cui, per categoria di sottosuolo “B”, utilizzata nei calcoli, si può applicare la formula riportata nella tabella 3.2.IV del medesimo decreto:

$$S_C = 1,40 - 0,40 * F_0 * a_g / g = 1,20$$

con F_0 fattore che quantifica l’amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale, nel caso in esame pari a 2,35 (valore minimo 2,2); accelerazione a_g/g pari a 0,17.

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T , può essere determinato dalla tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018; nel progetto in esame, viste le caratteristiche del sito ove sono ubicate le opere d'arte, tale coefficiente ha valore pari a 1,00.

Pertanto, il fattore di stratigrafia S è pari a:

$$S = S_C * S_T = 1,20 * 1,00 = 1,20$$

• INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

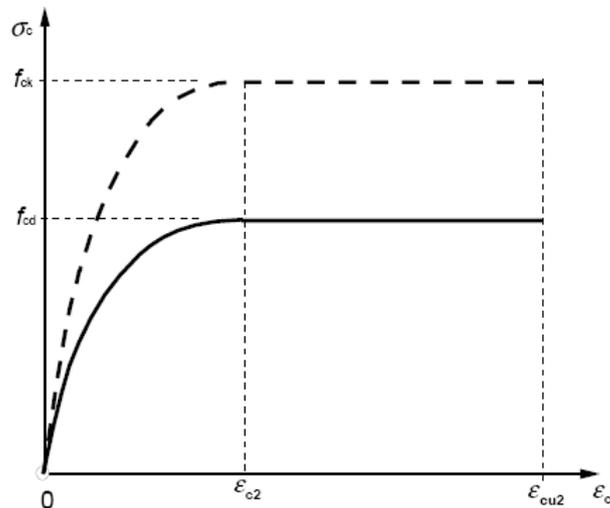
MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

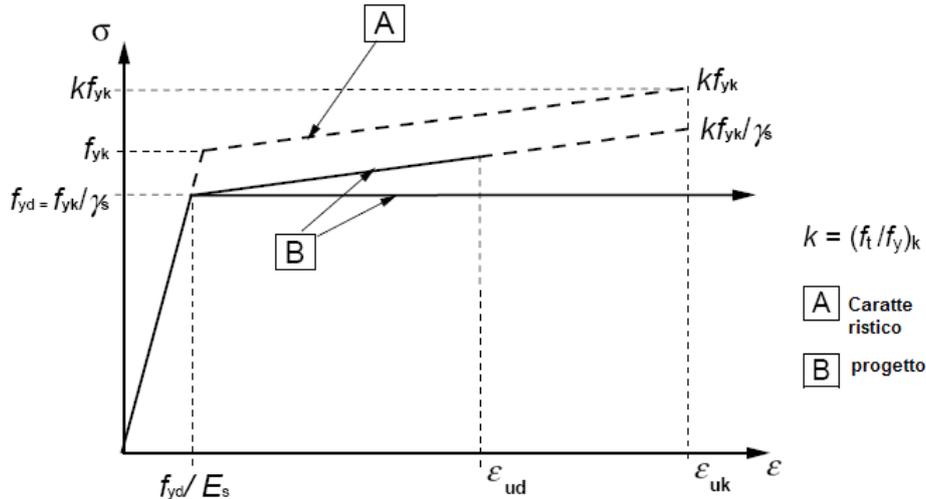
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

• **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;

- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso. I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali Scale comuni, balconi, ballatoi	2,00 4,00	2,00 4,00	1,00 2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00 5,00	5,00 5,00	3,00 3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi		Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni	
			≥4,00	≥2,00
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00

	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini Scale comuni, balconi, ballatoi	5,00	5,00	2,00
		Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	≥ 6,00	7,00	1,00*
		da valutarsi caso per caso		
F – G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti) Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN) Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	2,50	2 x 10,00	1,00**
		da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	0,50	1,20	1,00
		secondo categoria di appartenenza da valutarsi caso per caso		
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati. ** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non

strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

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

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

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

I valori dei coefficienti $\psi_2 j$ sono riportati nella Tabella 2.5.I.

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adottino la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

• TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm

Per dimensioni ≤ 400 mm ± 15 mm

Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

• DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al

progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

- **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle le azioni pari a quelle di esercizio.

SOFTWARE UTILIZZATI –TIPO DI ELABORATORE

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17.01.2018 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica è stata effettuata una analisi dinamica.

SOFTWARE UTILIZZATO: CDSWin versione Full Rel. 2019 e relativi applicativi con licenza chiave n° 21178, prodotto dalla:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI

L'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>).

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari abbiano dato valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

RELAZIONE GEOTECNICA

Redatta in conformità al punto 7.11.2 D.M. 17/01/2018 ed al punto C6.2.2.5 della Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n° 7

Oggetto: **Lavori di rifacimento e completamento dello schema acquedottistico di Rosolini (SR) già I Lotto rielaborato quale progetto di completamento.**

Descrizione delle opere e degli interventi

Il progetto prevede la realizzazione di pozzetti in c.a. totalmente interrati, formati da piastra di fondazione di spessore pari a 40 cm, setti in elevazione di spessore pari a 40 cm e piastra di copertura orizzontale di spessore pari a 20 cm. È prevista, inoltre, la realizzazione di un muro a mensola in c.a., con mensola di fondazione di spessore pari a 28 cm, lunghezza lato valle pari a 132 cm, lunghezza lato monte di lunghezza pari a 60 cm (lunghezza totale mensola di fondazione pari a 220 cm), con mensola in elevazione di spessore pari a 28 cm, altezza pari a 372 cm, di cui 332 cm fuori terra lato valle e 220 cm fuori terra lato monte

Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

Dalla relazione geologica redatta dal Dott. Geologo Paolo Campanella, è stato possibile dedurre le seguenti considerazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni di sedime: i terreni direttamente interessati dal piano di posa delle fondazioni sono formati da formazioni carbonatiche che presentano ottime caratteristiche fisico-meccaniche.

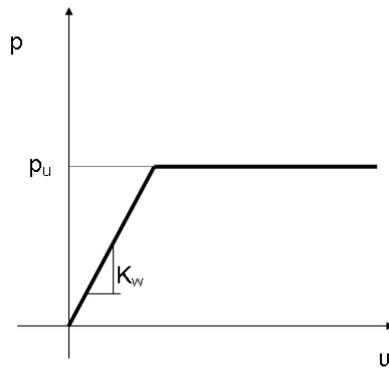
Dalla suddetta relazione, è risultato che la tipologia del suolo è assimilabile alla categoria B, la categoria topografica è la T1 ed il coefficiente topografico S_T è pari a 1,00.

Il suddetto terreno di sedime presenta le seguenti caratteristiche:

- peso specifico $\gamma = 2,00 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito interno $\phi = 31^\circ$
- coesione $c = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$

Analisi eseguite e loro commento

Nel caso in esame le fondazioni sono state modellate in campo elastico lineare, mentre il terreno è stato modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

Pertanto, è stata condotta un'analisi non lineare a controllo di forza, incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

I risultati ottenuti sono stati più che soddisfacenti, visto che la verifica della portanza globale ha dato esito positivo.

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adatteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = q Nq Yq iq dq bq gq sq + c Nc Yc ic dc bc gc sc + \frac{1}{2} G B' Ng Yg ig bg sg$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 eB$
 L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 eL$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 eB = eccentricità del carico verticale lungo B
 eL = eccentricità del carico verticale lungo L
 FhB = forza orizzontale lungo B
 FhL = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = cu$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan\phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$

$$Ng = 2(Nq + 1) \tan\phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan\phi} \quad \text{in condizioni } D \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni } U$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan\phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$E = \text{modulo elastico normale}$

$\mu = \text{coefficiente di Poisson}$

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan\phi' + \frac{3,07 \sin\phi' \log(2Ir)}{1 + \sin\phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan\phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan\phi'} \quad \text{in condizioni } D$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni } U$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan\phi (1 - \sin\phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan\phi} \quad \text{in condizioni } D$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni } U$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan\phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan\phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan\beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan\phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e I_{gk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore I_{gk} modifica invece il solo coefficiente N_g ; il fattore N_g viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

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

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

essendo

E = modulo elastico o edometrico

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

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

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

con:

$$\begin{aligned}M &= B / z \\N &= L / z \\V &= M^2 + N^2 + I \\VI &= (M \times N)^2\end{aligned}$$

• CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI

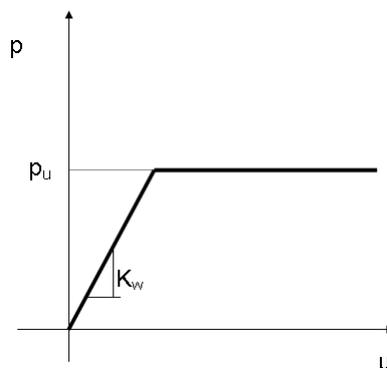
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo 'manuale' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di Brinch-Hansen e Vesic. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

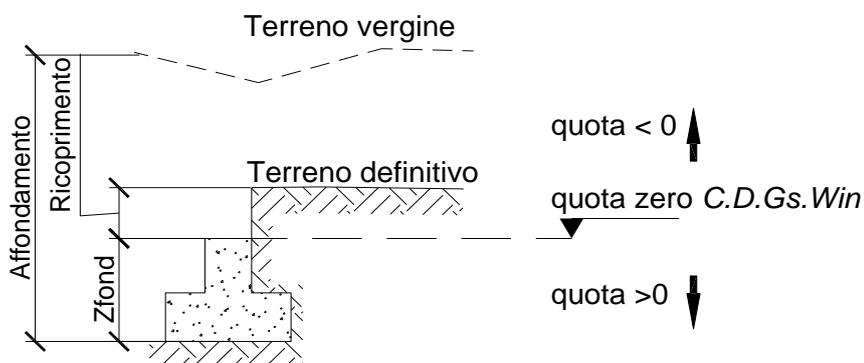
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice FEMA 356, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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



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

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

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\phi}{\gamma_\phi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_ϕ, γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

tg ϕ / γ_ϕ : Coefficiente attrito di progetto

**γ_r
C / γ_C / γ_r** : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

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

Tabella 2: Abbassamenti

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

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

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

Pozzetti di intercettazione

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

				TABELLA M1	TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio				1,00		
Peso Specifico				1,00		
Coesione Efficace (c'k)				1,00		
Resist. a taglio NON drenata (cuk)				1,00		
Tipo Approccio				Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione				Superficiale		
				COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante						2,30
Scorrimento						1,10

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT. POSIZIONE NODO															
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/m2	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 9	PIASTRA	1	0,82	0,244	0,00	0,279	0,20	0,08	OK	0,20	0,08	
	PIASTRA	2	1,53	0,244	0,00	0,269	0,37	0,16	OK	0,57	0,24	
	PIASTRA	5	1,01	0,244	0,00	0,269	0,25	0,10	OK	0,82	0,34	
	PIASTRA	6	1,68	0,244	0,00	0,259	0,41	0,17	OK	1,23	0,52	
	PIASTRA	9	0,35	0,244	0,00	0,135	0,08	0,04	OK	1,31	0,55	
	PIASTRA	10	0,79	0,244	0,00	0,135	0,19	0,08	OK	1,50	0,63	
	PIASTRA	11	0,92	0,244	0,00	0,135	0,22	0,09	OK	1,73	0,73	
	PIASTRA	12	0,48	0,244	0,00	0,135	0,12	0,05	OK	1,85	0,78	
	PIASTRA	13	1,58	0,244	0,00	0,439	0,39	0,16	OK	2,23	0,94	
	PIASTRA	14	1,95	0,244	0,00	0,454	0,47	0,20	OK	2,70	1,14	
	PIASTRA	15	2,14	0,244	0,00	0,429	0,52	0,22	OK	3,22	1,36	
	PIASTRA	16	1,80	0,244	0,00	0,406	0,44	0,19	OK	3,66	1,55	
	PIASTRA	17	2,09	0,244	0,00	0,409	0,51	0,21	OK	4,17	1,76	
	PIASTRA	18	2,30	0,244	0,00	0,396	0,56	0,24	OK	4,73	2,00	
	PIASTRA	19	1,37	0,244	0,00	0,439	0,33	0,14	OK	5,07	2,14	
	PIASTRA	20	1,51	0,244	0,00	0,454	0,37	0,16	OK	5,44	2,29	
	PIASTRA	21	1,52	0,244	0,00	0,429	0,37	0,16	OK	5,81	2,45	
	PIASTRA	22	2,38	0,244	0,00	0,406	0,58	0,24	OK	6,39	2,70	
	PIASTRA	23	2,48	0,244	0,00	0,409	0,60	0,25	OK	6,99	2,95	
	PIASTRA	24	2,49	0,244	0,00	0,396	0,61	0,26	OK	7,60	3,21	
	PIASTRA	25	3,65	0,244	0,00	0,819	0,89	0,37	OK	8,49	3,58	
	PIASTRA	26	2,61	0,244	0,00	0,714	0,64	0,27	OK	9,12	3,85	
	PIASTRA	27	3,18	0,244	0,00	0,819	0,77	0,33	OK	9,89	4,18	

Pozzetti di intercettazione

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	28	4,63	0,244	0,00	1,000	1,13	0,48	OK	11,02	4,65	
	PIASTRA	29	2,84	0,244	0,00	0,681	0,69	0,29	OK	11,71	4,94	
	PIASTRA	30	3,84	0,244	0,00	0,774	0,94	0,39	OK	12,65	5,34	
	PIASTRA	31	4,28	0,244	0,00	0,774	1,04	0,44	OK	13,69	5,78	
	PIASTRA	32	3,62	0,244	0,00	0,681	0,88	0,37	OK	14,57	6,15	
	PIASTRA	33	3,78	0,244	0,00	0,647	0,92	0,39	OK	15,49	6,54	
	PIASTRA	34	0,41	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	15,59	6,58	
	PIASTRA	35	0,38	0,244	0,00	0,135	0,09	0,04	OK	15,69	6,62	
	PIASTRA	36	0,57	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	15,83	6,68	
	PIASTRA	37	0,46	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	15,94	6,73	
	PIASTRA	38	0,68	0,244	0,00	0,135	0,16	0,07	OK	16,10	6,80	
	PIASTRA	39	0,45	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,21	6,84	
	PIASTRA	40	0,70	0,244	0,00	0,135	0,17	0,07	OK	16,38	6,91	
	PIASTRA	41	0,59	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	16,53	6,97	
	PIASTRA	42	0,85	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	16,73	7,06	
	PIASTRA	43	0,82	0,244	0,00	0,135	0,20	0,08	OK	16,93	7,15	
	PIASTRA	44	0,89	0,244	0,00	0,135	0,22	0,09	OK	17,15	7,24	
	PIASTRA	45	0,81	0,244	0,00	0,135	0,20	0,08	OK	17,35	7,32	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	111	116	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	111	116	1,050	0						OK
A1 / 3	100	105	1,050	0						OK
A1 / 4	111	116	1,050	0						OK
A1 / 5	100	105	1,050	0						OK
A1 / 6	71	75	1,050	0						OK
A1 / 7	71	75	1,050	0						OK
A1 / 8	71	75	1,050	0						OK
A1 / 9	71	75	1,050	0						OK
A1 / 10	71	75	1,050	0						OK
A1 / 11	71	75	1,050	0						OK
A1 / 12	71	75	1,050	0						OK
A1 / 13	71	75	1,050	0						OK
A1 / 14	71	75	1,050	0						OK
A1 / 15	71	75	1,050	0						OK
A1 / 16	71	75	1,050	0						OK
A1 / 17	71	75	1,050	0						OK
A1 / 18	71	75	1,050	0						OK
A1 / 19	71	75	1,050	0						OK
A1 / 20	71	75	1,050	0						OK
A1 / 21	71	75	1,050	0						OK
A1 / 22	71	75	1,050	0						OK
A1 / 23	71	75	1,050	0						OK
A1 / 24	71	75	1,050	0						OK
A1 / 25	71	75	1,050	0						OK
A1 / 26	71	75	1,050	0						OK
A1 / 27	71	75	1,050	0						OK
A1 / 28	71	75	1,050	0						OK
A1 / 29	71	75	1,050	0						OK
A1 / 30	71	75	1,050	0						OK
A1 / 31	71	75	1,050	0						OK
A1 / 32	71	75	1,050	0						OK
A1 / 33	71	75	1,050	0						OK
A1 / 34	71	75	1,050	0						OK
A1 / 35	71	75	1,050	0						OK
A1 / 36	71	75	1,050	0						OK
A1 / 37	71	75	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE			DRENATE			NON DRENATE					
Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/

Pozzetti di intercettazione

N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl
1	-0,153	ELAST.			2	-0,153	ELAST.			5	-0,154	ELAST.		
6	-0,153	ELAST.			9	-0,154	ELAST.			10	-0,153	ELAST.		
11	-0,153	ELAST.			12	-0,154	ELAST.			13	-0,153	ELAST.		
14	-0,153	ELAST.			15	-0,153	ELAST.			16	-0,153	ELAST.		
17	-0,153	ELAST.			18	-0,153	ELAST.			19	-0,153	ELAST.		
20	-0,153	ELAST.			21	-0,153	ELAST.			22	-0,152	ELAST.		
23	-0,152	ELAST.			24	-0,153	ELAST.			25	-0,153	ELAST.		
26	-0,153	ELAST.			27	-0,153	ELAST.			28	-0,153	ELAST.		
29	-0,153	ELAST.			30	-0,153	ELAST.			31	-0,153	ELAST.		
32	-0,153	ELAST.			33	-0,153	ELAST.			34	-0,154	ELAST.		
35	-0,154	ELAST.			36	-0,153	ELAST.			37	-0,153	ELAST.		
38	-0,153	ELAST.			39	-0,154	ELAST.			40	-0,153	ELAST.		
41	-0,153	ELAST.			42	-0,152	ELAST.			43	-0,152	ELAST.		
44	-0,153	ELAST.			45	-0,153	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	111	116	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	111	116	1,050	0						OK
A1 / 3	100	105	1,050	0						OK
A1 / 4	111	116	1,050	0						OK
A1 / 5	100	105	1,050	0						OK
A1 / 6	71	75	1,050	0						OK
A1 / 7	71	75	1,050	0						OK
A1 / 8	71	75	1,050	0						OK
A1 / 9	71	75	1,050	0						OK
A1 / 10	71	75	1,050	0						OK
A1 / 11	71	75	1,050	0						OK
A1 / 12	71	75	1,050	0						OK
A1 / 13	71	75	1,050	0						OK
A1 / 14	71	75	1,050	0						OK
A1 / 15	71	75	1,050	0						OK
A1 / 16	71	75	1,050	0						OK
A1 / 17	71	75	1,050	0						OK
A1 / 18	71	75	1,050	0						OK
A1 / 19	71	75	1,050	0						OK
A1 / 20	71	75	1,050	0						OK
A1 / 21	71	75	1,050	0						OK
A1 / 22	71	75	1,050	0						OK
A1 / 23	71	75	1,050	0						OK
A1 / 24	71	75	1,050	0						OK
A1 / 25	71	75	1,050	0						OK
A1 / 26	71	75	1,050	0						OK
A1 / 27	71	75	1,050	0						OK
A1 / 28	71	75	1,050	0						OK
A1 / 29	71	75	1,050	0						OK
A1 / 30	71	75	1,050	0						OK
A1 / 31	71	75	1,050	0						OK
A1 / 32	71	75	1,050	0						OK
A1 / 33	71	75	1,050	0						OK
A1 / 34	71	75	1,050	0						OK
A1 / 35	71	75	1,050	0						OK
A1 / 36	71	75	1,050	0						OK
A1 / 37	71	75	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,153	ELAST.			2	-0,153	ELAST.			5	-0,154	ELAST.		
6	-0,153	ELAST.			9	-0,154	ELAST.			10	-0,153	ELAST.		
11	-0,153	ELAST.			12	-0,154	ELAST.			13	-0,153	ELAST.		
14	-0,153	ELAST.			15	-0,153	ELAST.			16	-0,153	ELAST.		
17	-0,153	ELAST.			18	-0,153	ELAST.			19	-0,153	ELAST.		

Pozzetti di intercettazione

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
20	-0,153	ELAST.			21	-0,153	ELAST.			22	-0,152	ELAST.		
23	-0,152	ELAST.			24	-0,153	ELAST.			25	-0,153	ELAST.		
26	-0,153	ELAST.			27	-0,153	ELAST.			28	-0,153	ELAST.		
29	-0,153	ELAST.			30	-0,153	ELAST.			31	-0,153	ELAST.		
32	-0,153	ELAST.			33	-0,153	ELAST.			34	-0,154	ELAST.		
35	-0,154	ELAST.			36	-0,153	ELAST.			37	-0,153	ELAST.		
38	-0,153	ELAST.			39	-0,154	ELAST.			40	-0,153	ELAST.		
41	-0,153	ELAST.			42	-0,152	ELAST.			43	-0,152	ELAST.		
44	-0,153	ELAST.			45	-0,153	ELAST.							

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 $F_h B$ = forza orizzontale lungo B
 $F_h L$ = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$

$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{arc} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan \phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati Khi e Igk, il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico Khi e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore Igk modifica invece il solo coefficiente Ng; il fattore Ng viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

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

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

essendo

E = modulo elastico o edometrico

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

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

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

con:

$$M = B / z$$

$$N = L / z$$

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

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

- **CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI**

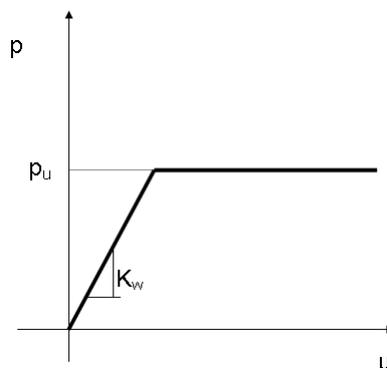
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo 'manuale' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

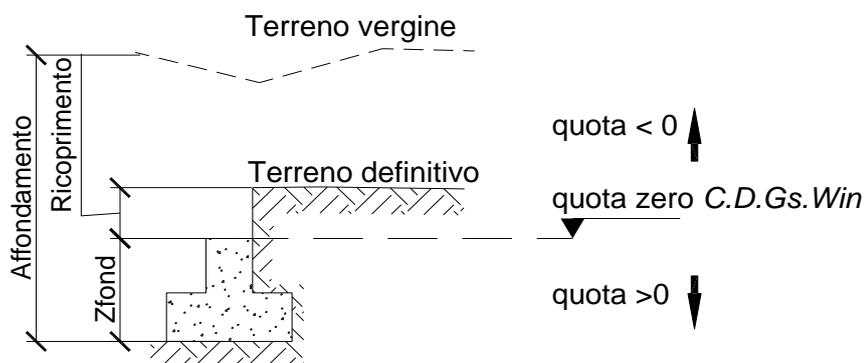
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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



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

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

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ , γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

tg φ / γ_φ / γ_r : Coefficiente attrito di progetto

C/ γ_C / γ_r : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

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

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

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

Tabella 2: Abbassamenti

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

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

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

Pozzetto di sfiato "1"

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

				TABELLA M1		TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio				1,00			
Peso Specifico				1,00			
Coesione Efficace (c'k)				1,00			
Resist. a taglio NON drenata (cuk)				1,00			
Tipo Approccio				Combinazione Unica: (A1+M1+R3)			
Tipo di fondazione				Superficiale			
				COEFFICIENTE R1		COEFFICIENTE R2	
Capacita' Portante						2,30	
Scorrimento						1,10	

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT. POSIZIONE NODO															
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/m2	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 0	PIASTRA	1	0,79	0,244	0,00	0,279	0,19	0,08	OK	0,19	0,08	
	PIASTRA	2	1,63	0,244	0,00	0,269	0,40	0,17	OK	0,59	0,25	
	PIASTRA	5	1,02	0,244	0,00	0,269	0,25	0,11	OK	0,84	0,36	
	PIASTRA	6	1,82	0,244	0,00	0,259	0,44	0,19	OK	1,28	0,55	
	PIASTRA	9	0,33	0,244	0,00	0,135	0,08	0,03	OK	1,36	0,58	
	PIASTRA	10	0,84	0,244	0,00	0,135	0,20	0,09	OK	1,57	0,67	
	PIASTRA	11	1,00	0,244	0,00	0,135	0,24	0,10	OK	1,81	0,78	
	PIASTRA	12	0,48	0,244	0,00	0,135	0,12	0,05	OK	1,93	0,83	
	PIASTRA	13	1,59	0,244	0,00	0,439	0,39	0,17	OK	2,31	0,99	
	PIASTRA	14	2,01	0,244	0,00	0,454	0,49	0,21	OK	2,80	1,20	
	PIASTRA	15	2,25	0,244	0,00	0,429	0,55	0,24	OK	3,35	1,44	
	PIASTRA	16	1,87	0,244	0,00	0,406	0,46	0,20	OK	3,81	1,63	
	PIASTRA	17	2,21	0,244	0,00	0,409	0,54	0,23	OK	4,34	1,87	
	PIASTRA	18	2,46	0,244	0,00	0,396	0,60	0,26	OK	4,94	2,12	
	PIASTRA	19	1,35	0,244	0,00	0,439	0,33	0,14	OK	5,27	2,26	
	PIASTRA	20	1,50	0,244	0,00	0,454	0,37	0,16	OK	5,64	2,42	
	PIASTRA	21	1,53	0,244	0,00	0,429	0,37	0,16	OK	6,01	2,58	
	PIASTRA	22	2,55	0,244	0,00	0,406	0,62	0,27	OK	6,63	2,85	
	PIASTRA	23	2,66	0,244	0,00	0,409	0,65	0,28	OK	7,28	3,13	
	PIASTRA	24	2,68	0,244	0,00	0,396	0,65	0,28	OK	7,93	3,41	
	PIASTRA	25	3,80	0,244	0,00	0,819	0,93	0,40	OK	8,86	3,80	
	PIASTRA	26	2,64	0,244	0,00	0,714	0,64	0,28	OK	9,50	4,08	
	PIASTRA	27	3,25	0,244	0,00	0,819	0,79	0,34	OK	10,29	4,42	

Pozzetto di sfiato "1"

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	28	4,86	0,244	0,00	1,000	1,18	0,51	OK	11,48	4,93	
	PIASTRA	29	2,93	0,244	0,00	0,681	0,71	0,31	OK	12,19	5,23	
	PIASTRA	30	4,05	0,244	0,00	0,774	0,99	0,42	OK	13,18	5,66	
	PIASTRA	31	4,57	0,244	0,00	0,774	1,11	0,48	OK	14,29	6,14	
	PIASTRA	32	3,85	0,244	0,00	0,681	0,94	0,40	OK	15,23	6,54	
	PIASTRA	33	4,05	0,244	0,00	0,647	0,99	0,42	OK	16,22	6,96	
	PIASTRA	34	0,40	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	16,31	7,00	
	PIASTRA	35	0,37	0,244	0,00	0,135	0,09	0,04	OK	16,40	7,04	
	PIASTRA	36	0,58	0,244	0,00	0,135	0,14	0,06	OK	16,55	7,10	
	PIASTRA	37	0,46	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,66	7,15	
	PIASTRA	38	0,71	0,244	0,00	0,135	0,17	0,07	OK	16,83	7,23	
	PIASTRA	39	0,44	0,244	0,00	0,135	0,11	0,05	OK	16,94	7,27	
	PIASTRA	40	0,74	0,244	0,00	0,135	0,18	0,08	OK	17,12	7,35	
	PIASTRA	41	0,61	0,244	0,00	0,135	0,15	0,06	OK	17,27	7,41	
	PIASTRA	42	0,92	0,244	0,00	0,135	0,22	0,10	OK	17,49	7,51	
	PIASTRA	43	0,88	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	17,70	7,60	
	PIASTRA	44	0,96	0,244	0,00	0,135	0,23	0,10	OK	17,94	7,70	
	PIASTRA	45	0,87	0,244	0,00	0,135	0,21	0,09	OK	18,15	7,79	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	115	121	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	115	121	1,050	0						OK
A1 / 3	105	110	1,050	0						OK
A1 / 4	115	121	1,050	0						OK
A1 / 5	105	110	1,050	0						OK
A1 / 6	75	78	1,050	0						OK
A1 / 7	75	78	1,050	0						OK
A1 / 8	75	78	1,050	0						OK
A1 / 9	75	78	1,050	0						OK
A1 / 10	75	78	1,050	0						OK
A1 / 11	75	78	1,050	0						OK
A1 / 12	75	78	1,050	0						OK
A1 / 13	75	78	1,050	0						OK
A1 / 14	75	78	1,050	0						OK
A1 / 15	75	78	1,050	0						OK
A1 / 16	75	78	1,050	0						OK
A1 / 17	75	78	1,050	0						OK
A1 / 18	75	78	1,050	0						OK
A1 / 19	75	78	1,050	0						OK
A1 / 20	75	78	1,050	0						OK
A1 / 21	75	78	1,050	0						OK
A1 / 22	75	78	1,050	0						OK
A1 / 23	75	78	1,050	0						OK
A1 / 24	75	78	1,050	0						OK
A1 / 25	75	78	1,050	0						OK
A1 / 26	75	78	1,050	0						OK
A1 / 27	75	78	1,050	0						OK
A1 / 28	75	78	1,050	0						OK
A1 / 29	75	78	1,050	0						OK
A1 / 30	75	78	1,050	0						OK
A1 / 31	75	78	1,050	0						OK
A1 / 32	75	78	1,050	0						OK
A1 / 33	75	78	1,050	0						OK
A1 / 34	75	78	1,050	0						OK
A1 / 35	75	78	1,050	0						OK
A1 / 36	75	78	1,050	0						OK
A1 / 37	75	78	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE		NON DRENATE		DRENATE		NON DRENATE		DRENATE		NON DRENATE				
Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/	Nodo3d	SpostZ	SpostZ/	SpostZ	SpostZ/

Pozzetto di sfiato "1"

N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl	N.ro	(cm)	SpostEl	(cm)	SpostEl
1	-0,159	ELAST.			2	-0,158	ELAST.			5	-0,160	ELAST.		
6	-0,159	ELAST.			9	-0,159	ELAST.			10	-0,158	ELAST.		
11	-0,159	ELAST.			12	-0,160	ELAST.			13	-0,159	ELAST.		
14	-0,159	ELAST.			15	-0,159	ELAST.			16	-0,159	ELAST.		
17	-0,159	ELAST.			18	-0,159	ELAST.			19	-0,159	ELAST.		
20	-0,159	ELAST.			21	-0,159	ELAST.			22	-0,158	ELAST.		
23	-0,158	ELAST.			24	-0,158	ELAST.			25	-0,159	ELAST.		
26	-0,159	ELAST.			27	-0,159	ELAST.			28	-0,159	ELAST.		
29	-0,159	ELAST.			30	-0,159	ELAST.			31	-0,158	ELAST.		
32	-0,158	ELAST.			33	-0,159	ELAST.			34	-0,159	ELAST.		
35	-0,159	ELAST.			36	-0,159	ELAST.			37	-0,159	ELAST.		
38	-0,159	ELAST.			39	-0,160	ELAST.			40	-0,159	ELAST.		
41	-0,159	ELAST.			42	-0,158	ELAST.			43	-0,158	ELAST.		
44	-0,158	ELAST.			45	-0,159	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	115	121	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	115	121	1,050	0						OK
A1 / 3	105	110	1,050	0						OK
A1 / 4	115	121	1,050	0						OK
A1 / 5	105	110	1,050	0						OK
A1 / 6	75	78	1,050	0						OK
A1 / 7	75	78	1,050	0						OK
A1 / 8	75	78	1,050	0						OK
A1 / 9	75	78	1,050	0						OK
A1 / 10	75	78	1,050	0						OK
A1 / 11	75	78	1,050	0						OK
A1 / 12	75	78	1,050	0						OK
A1 / 13	75	78	1,050	0						OK
A1 / 14	75	78	1,050	0						OK
A1 / 15	75	78	1,050	0						OK
A1 / 16	75	78	1,050	0						OK
A1 / 17	75	78	1,050	0						OK
A1 / 18	75	78	1,050	0						OK
A1 / 19	75	78	1,050	0						OK
A1 / 20	75	78	1,050	0						OK
A1 / 21	75	78	1,050	0						OK
A1 / 22	75	78	1,050	0						OK
A1 / 23	75	78	1,050	0						OK
A1 / 24	75	78	1,050	0						OK
A1 / 25	75	78	1,050	0						OK
A1 / 26	75	78	1,050	0						OK
A1 / 27	75	78	1,050	0						OK
A1 / 28	75	78	1,050	0						OK
A1 / 29	75	78	1,050	0						OK
A1 / 30	75	78	1,050	0						OK
A1 / 31	75	78	1,050	0						OK
A1 / 32	75	78	1,050	0						OK
A1 / 33	75	78	1,050	0						OK
A1 / 34	75	78	1,050	0						OK
A1 / 35	75	78	1,050	0						OK
A1 / 36	75	78	1,050	0						OK
A1 / 37	75	78	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE		NON DRENATE		DRENATE		NON DRENATE		DRENATE		NON DRENATE				
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,159	ELAST.			2	-0,158	ELAST.			5	-0,160	ELAST.		
6	-0,159	ELAST.			9	-0,159	ELAST.			10	-0,158	ELAST.		
11	-0,159	ELAST.			12	-0,160	ELAST.			13	-0,159	ELAST.		
14	-0,159	ELAST.			15	-0,159	ELAST.			16	-0,159	ELAST.		
17	-0,159	ELAST.			18	-0,159	ELAST.			19	-0,159	ELAST.		

Pozzetto di sfiato "1"

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
20	-0,159	ELAST.			21	-0,159	ELAST.			22	-0,158	ELAST.		
23	-0,158	ELAST.			24	-0,158	ELAST.			25	-0,159	ELAST.		
26	-0,159	ELAST.			27	-0,159	ELAST.			28	-0,159	ELAST.		
29	-0,159	ELAST.			30	-0,159	ELAST.			31	-0,158	ELAST.		
32	-0,158	ELAST.			33	-0,159	ELAST.			34	-0,159	ELAST.		
35	-0,159	ELAST.			36	-0,159	ELAST.			37	-0,159	ELAST.		
38	-0,159	ELAST.			39	-0,160	ELAST.			40	-0,159	ELAST.		
41	-0,159	ELAST.			42	-0,158	ELAST.			43	-0,158	ELAST.		
44	-0,158	ELAST.			45	-0,159	ELAST.							

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 $F_h B$ = forza orizzontale lungo B
 $F_h L$ = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$

$$N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq-1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c'+q'\tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{arc} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan \phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati Khi e Igk, il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico Khi e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore Igk modifica invece il solo coefficiente Ng; il fattore Ng viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CALCOLO DEI CEDIMENTI

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

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

essendo

E = modulo elastico o edometrico

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

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

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

con:

$$\begin{aligned}M &= B / z \\N &= L / z \\V &= M^2 + N^2 + 1 \\V1 &= (M \times N)^2\end{aligned}$$

- **CALCOLO NON LINEARE DELLE FONDAZIONI**

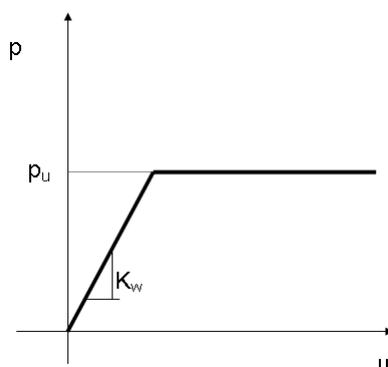
Con le nuove norme tecniche sulle costruzioni la verifica agli S.L.U. delle fondazioni risulta particolarmente onerosa, in particolare nel caso di azioni sismiche rilevanti.

Questo rende difficoltosa l'applicazione in forma automatica del classico modello rigido plastico in quanto non risulta spesso chiaro a quale porzione dell'intero sistema fondale ci si debba riferire nella scrittura dell'equilibrio limite. Tale metodo, inoltre, non è applicabile nel caso di platee di forma generica.

Tale impostazione risulta infatti chiaramente legata ad un approccio di calcolo 'manuale' che necessita di valutazioni di tipo ingegneristico che mal si adattano ad un approccio di tipo numerico.

Per potere ovviare a tale limite si è implementato un tipo di verifica in cui la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura di fondazione può essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee e quindi dal terreno.

In particolare gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare mentre il terreno viene modellato come un letto di molle non lineari e non reagenti a trazione il cui legame costitutivo, per una area di impronta unitaria, è rappresentato dal diagramma seguente:



Il legame di tipo elastoplastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidezza all'origine la costante di *Winkler* del terreno e come resistenza il valore della capacità portante ultima calcolata con le normali teorie di *Brinch-Hansen* e *Vesic*. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale.

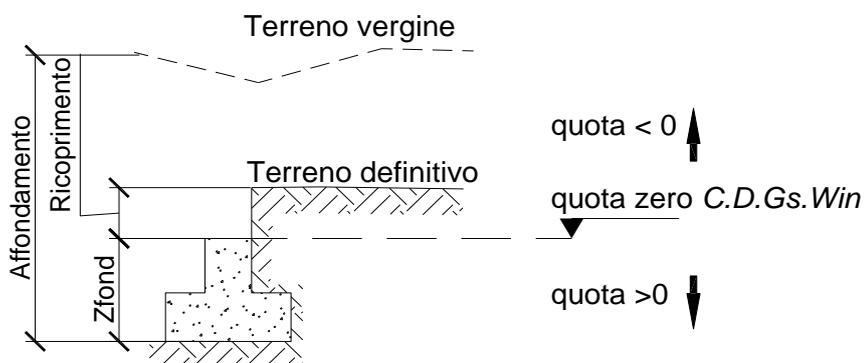
A questo punto viene condotta un'analisi non lineare a controllo di forza incrementando le azioni agenti fino ad ottenere il collasso della fondazione.

Al fine di verificare la compatibilità delle deformazioni del terreno, che in campo plastico possono diventare molto elevate, con la effettiva capacità di redistribuzione della fondazione, durante l'analisi viene limitata la rotazione tra i vari punti della stessa. Il raggiungimento di una prefissata rotazione ultima individua il criterio per la determinazione del moltiplicatore di collasso.

Tale modalità di analisi risulta descritta anche nel codice *FEMA 356*, codice di indubbio valore internazionale, a cui può farsi riferimento come previsto dal Cap. 12 delle NTC 2018.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

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



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

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

- **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ , γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

Comb. : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica

Tipo Elem. : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra

Elem. N.ro : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)

N : Scarico verticale

tg φ / γ_φ / γ_r : Coefficiente attrito di progetto

C/ γ_C / γ_r : Adesione di progetto

Area : Area ridotta

Vres : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale

Fh : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale

Verifica Locale : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione

S(Vres) : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali

S(Fh) : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali

Verifica Globale : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

• **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

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

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

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

Tabella 2: Abbassamenti

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

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

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

Pozzetto d'ispezione "2"

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

				TABELLA M1			TABELLA M2		
Tangente Resist. Taglio				1,00					
Peso Specifico				1,00					
Coesione Efficace (c'k)				1,00					
Resist. a taglio NON drenata (cuk)				1,00					
Tipo Approccio				Combinazione Unica: (A1+M1+R3)					
Tipo di fondazione				Superficiale					
				COEFFICIENTE R1		COEFFICIENTE R2		COEFFICIENTE R3	
Capacita' Portante								2,30	
Scorrimento								1,10	

COORDINATE NODI3D PLATEA

IDENT. POSIZIONE NODO															
Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)
1	0,30	0,30	0,00	2	3,60	0,30	0,00	5	0,30	3,60	0,00	6	3,60	3,60	0,00
9	0,00	0,00	0,00	10	3,90	0,00	0,00	11	3,90	3,90	0,00	12	0,00	3,90	0,00
13	1,13	0,30	0,00	14	1,95	0,30	0,00	15	2,78	0,30	0,00	16	1,13	3,60	0,00
17	1,95	3,60	0,00	18	2,78	3,60	0,00	19	0,30	1,13	0,00	20	0,30	1,95	0,00
21	0,30	2,78	0,00	22	3,60	1,13	0,00	23	3,60	1,95	0,00	24	3,60	2,78	0,00
25	2,00	1,00	0,00	26	1,00	1,00	0,00	27	1,00	2,00	0,00	28	2,00	2,00	0,00
29	1,00	3,00	0,00	30	2,00	3,00	0,00	31	3,00	2,00	0,00	32	3,00	1,00	0,00
33	3,00	3,00	0,00	34	0,00	1,95	0,00	35	0,00	0,98	0,00	36	1,95	0,00	0,00
37	0,98	0,00	0,00	38	2,93	0,00	0,00	39	0,00	2,93	0,00	40	1,95	3,90	0,00
41	0,98	3,90	0,00	42	3,90	1,95	0,00	43	3,90	0,98	0,00	44	3,90	2,93	0,00
45	2,93	3,90	0,00												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez Nro
5	25	28	27	26	1	6	28	30	29	27	1	7	31	28	25	32	1	8	31	33	30	28	1
9	34	35	19	20	1	10	25	26	13	14	1	11	13	37	36	14	1	12	27	20	19	26	1
13	36	38	15	14	1	14	21	20	27	29	1	15	21	39	34	20	1	16	30	17	16	29	1
17	40	41	16	17	1	18	15	32	25	14	1	19	22	43	42	23	1	20	42	44	24	23	1
21	22	23	31	32	1	22	18	17	30	33	1	23	40	17	18	45	1	24	24	33	31	23	1
25	1	13	26	19	1	26	29	16	5	21	1	27	32	15	2	22	1	28	33	24	6	18	1
29	1	19	35	9	1	30	37	13	1	9	1	31	39	21	5	12	1	32	5	16	41	12	1
33	38	10	2	15	1	34	2	10	43	22	1	35	6	11	45	18	1	36	44	11	6	24	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	0,40	0,00		0	5,00	1		2000	30,00	0,00	0,00	50,00	0,25	1	50,00

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	1,50	1,50	1,05	1,50	1,05	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	1,50	1,50	1,05	1,50	1,05	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Carico termico	0,00	0,90	1,50	-0,90	-1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30
Corr. Tors. dir. 90	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37

Pozzetto d'ispezione "2"

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.U. - A1

DESCRIZIONI	31	32	33	34	35	36	37
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3	4	5
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	1,00	1,00	0,70	1,00	0,70
Var.Par.q<30Kn	1,00	1,00	0,70	1,00	0,70
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,60	1,00	-0,60	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1	2	3
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,50	0,30	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,70	0,60	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,50	-0,50
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Abitazioni	0,30
Var.Par.q<30Kn	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Carico termico	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 0	PIASTRA	1	0,82	0,244	0,00	0,279	0,20	0,07	OK	0,20	0,07	
	PIASTRA	2	2,12	0,244	0,00	0,269	0,52	0,18	OK	0,72	0,25	
	PIASTRA	5	1,19	0,244	0,00	0,269	0,29	0,10	OK	1,01	0,35	
	PIASTRA	6	2,42	0,244	0,00	0,259	0,59	0,21	OK	1,60	0,56	
	PIASTRA	9	0,31	0,244	0,00	0,135	0,08	0,03	OK	1,67	0,58	
	PIASTRA	10	1,10	0,244	0,00	0,135	0,27	0,09	OK	1,94	0,68	
	PIASTRA	11	1,34	0,244	0,00	0,135	0,33	0,11	OK	2,27	0,79	
	PIASTRA	12	0,55	0,244	0,00	0,135	0,13	0,05	OK	2,40	0,84	
	PIASTRA	13	1,83	0,244	0,00	0,439	0,45	0,16	OK	2,84	0,99	
	PIASTRA	14	2,45	0,244	0,00	0,454	0,60	0,21	OK	3,44	1,20	
	PIASTRA	15	2,84	0,244	0,00	0,429	0,69	0,24	OK	4,13	1,44	
	PIASTRA	16	2,29	0,244	0,00	0,406	0,56	0,19	OK	4,69	1,63	
	PIASTRA	17	2,81	0,244	0,00	0,409	0,68	0,24	OK	5,38	1,87	
	PIASTRA	18	3,21	0,244	0,00	0,396	0,78	0,27	OK	6,16	2,15	
	PIASTRA	19	1,45	0,244	0,00	0,439	0,35	0,12	OK	6,51	2,27	
	PIASTRA	20	1,67	0,244	0,00	0,454	0,41	0,14	OK	6,92	2,41	
	PIASTRA	21	1,74	0,244	0,00	0,429	0,42	0,15	OK	7,34	2,56	
	PIASTRA	22	3,34	0,244	0,00	0,406	0,81	0,28	OK	8,16	2,84	
	PIASTRA	23	3,51	0,244	0,00	0,409	0,85	0,30	OK	9,01	3,14	
	PIASTRA	24	3,55	0,244	0,00	0,396	0,87	0,30	OK	9,88	3,44	
	PIASTRA	25	4,70	0,244	0,00	0,819	1,14	0,40	OK	11,02	3,84	
	PIASTRA	26	3,06	0,244	0,00	0,714	0,75	0,26	OK	11,76	4,10	
	PIASTRA	27	3,85	0,244	0,00	0,819	0,94	0,33	OK	12,70	4,43	
	PIASTRA	28	6,09	0,244	0,00	1,000	1,48	0,52	OK	14,19	4,94	
	PIASTRA	29	3,53	0,244	0,00	0,681	0,86	0,30	OK	15,05	5,24	
	PIASTRA	30	5,14	0,244	0,00	0,774	1,25	0,44	OK	16,30	5,68	
	PIASTRA	31	5,94	0,244	0,00	0,774	1,45	0,50	OK	17,74	6,18	
	PIASTRA	32	4,95	0,244	0,00	0,681	1,21	0,42	OK	18,95	6,60	
	PIASTRA	33	5,30	0,244	0,00	0,647	1,29	0,45	OK	20,24	7,05	
	PIASTRA	34	0,43	0,244	0,00	0,135	0,10	0,04	OK	20,35	7,09	
	PIASTRA	35	0,37	0,244	0,00	0,135	0,09	0,03	OK	20,44	7,12	
	PIASTRA	36	0,70	0,244	0,00	0,135	0,17	0,06	OK	20,61	7,18	
	PIASTRA	37	0,51	0,244	0,00	0,135	0,12	0,04	OK	20,73	7,22	
	PIASTRA	38	0,90	0,244	0,00	0,135	0,22	0,08	OK	20,95	7,30	

Pozzetto d'ispezione "2"

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
	PIASTRA	39	0,49	0,244	0,00	0,135	0,12	0,04	OK	21,07	7,34	
	PIASTRA	40	0,94	0,244	0,00	0,135	0,23	0,08	OK	21,30	7,42	
	PIASTRA	41	0,75	0,244	0,00	0,135	0,18	0,06	OK	21,48	7,48	
	PIASTRA	42	1,21	0,244	0,00	0,135	0,30	0,10	OK	21,78	7,59	
	PIASTRA	43	1,16	0,244	0,00	0,135	0,28	0,10	OK	22,06	7,69	
	PIASTRA	44	1,28	0,244	0,00	0,135	0,31	0,11	OK	22,37	7,79	
	PIASTRA	45	1,14	0,244	0,00	0,135	0,28	0,10	OK	22,65	7,89	OK

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%Pl. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	139	146	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	139	146	1,050	0						OK
A1 / 3	129	135	1,050	0						OK
A1 / 4	139	146	1,050	0						OK
A1 / 5	129	135	1,050	0						OK
A1 / 6	93	98	1,050	0						OK
A1 / 7	93	98	1,050	0						OK
A1 / 8	93	98	1,050	0						OK
A1 / 9	93	98	1,050	0						OK
A1 / 10	93	98	1,050	0						OK
A1 / 11	93	98	1,050	0						OK
A1 / 12	93	98	1,050	0						OK
A1 / 13	93	98	1,050	0						OK
A1 / 14	93	98	1,050	0						OK
A1 / 15	93	98	1,050	0						OK
A1 / 16	93	98	1,050	0						OK
A1 / 17	93	98	1,050	0						OK
A1 / 18	93	98	1,050	0						OK
A1 / 19	93	98	1,050	0						OK
A1 / 20	93	98	1,050	0						OK
A1 / 21	93	98	1,050	0						OK
A1 / 22	93	98	1,050	0						OK
A1 / 23	93	98	1,050	0						OK
A1 / 24	93	98	1,050	0						OK
A1 / 25	93	98	1,050	0						OK
A1 / 26	93	98	1,050	0						OK
A1 / 27	93	98	1,050	0						OK
A1 / 28	93	98	1,050	0						OK
A1 / 29	93	98	1,050	0						OK
A1 / 30	93	98	1,050	0						OK
A1 / 31	93	98	1,050	0						OK
A1 / 32	93	98	1,050	0						OK
A1 / 33	93	98	1,050	0						OK
A1 / 34	93	98	1,050	0						OK
A1 / 35	93	98	1,050	0						OK
A1 / 36	93	98	1,050	0						OK
A1 / 37	93	98	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,192	ELAST.			2	-0,192	ELAST.			5	-0,193	ELAST.		
6	-0,192	ELAST.			9	-0,193	ELAST.			10	-0,192	ELAST.		
11	-0,192	ELAST.			12	-0,193	ELAST.			13	-0,192	ELAST.		
14	-0,192	ELAST.			15	-0,192	ELAST.			16	-0,192	ELAST.		
17	-0,192	ELAST.			18	-0,192	ELAST.			19	-0,192	ELAST.		
20	-0,192	ELAST.			21	-0,193	ELAST.			22	-0,192	ELAST.		
23	-0,192	ELAST.			24	-0,192	ELAST.			25	-0,192	ELAST.		
26	-0,192	ELAST.			27	-0,192	ELAST.			28	-0,192	ELAST.		
29	-0,192	ELAST.			30	-0,192	ELAST.			31	-0,192	ELAST.		
32	-0,192	ELAST.			33	-0,192	ELAST.			34	-0,193	ELAST.		

Pozzetto d'ispezione "2"

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
35	-0,193	ELAST.			36	-0,192	ELAST.			37	-0,192	ELAST.		
38	-0,192	ELAST.			39	-0,193	ELAST.			40	-0,192	ELAST.		
41	-0,192	ELAST.			42	-0,192	ELAST.			43	-0,192	ELAST.		
44	-0,192	ELAST.			45	-0,192	ELAST.							

PORTANZA GLOBALE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Moltipl. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	139	146	1,050	0					1,050	OK
A1 / 2	139	146	1,050	0						OK
A1 / 3	129	135	1,050	0						OK
A1 / 4	139	146	1,050	0						OK
A1 / 5	129	135	1,050	0						OK
A1 / 6	93	98	1,050	0						OK
A1 / 7	93	98	1,050	0						OK
A1 / 8	93	98	1,050	0						OK
A1 / 9	93	98	1,050	0						OK
A1 / 10	93	98	1,050	0						OK
A1 / 11	93	98	1,050	0						OK
A1 / 12	93	98	1,050	0						OK
A1 / 13	93	98	1,050	0						OK
A1 / 14	93	98	1,050	0						OK
A1 / 15	93	98	1,050	0						OK
A1 / 16	93	98	1,050	0						OK
A1 / 17	93	98	1,050	0						OK
A1 / 18	93	98	1,050	0						OK
A1 / 19	93	98	1,050	0						OK
A1 / 20	93	98	1,050	0						OK
A1 / 21	93	98	1,050	0						OK
A1 / 22	93	98	1,050	0						OK
A1 / 23	93	98	1,050	0						OK
A1 / 24	93	98	1,050	0						OK
A1 / 25	93	98	1,050	0						OK
A1 / 26	93	98	1,050	0						OK
A1 / 27	93	98	1,050	0						OK
A1 / 28	93	98	1,050	0						OK
A1 / 29	93	98	1,050	0						OK
A1 / 30	93	98	1,050	0						OK
A1 / 31	93	98	1,050	0						OK
A1 / 32	93	98	1,050	0						OK
A1 / 33	93	98	1,050	0						OK
A1 / 34	93	98	1,050	0						OK
A1 / 35	93	98	1,050	0						OK
A1 / 36	93	98	1,050	0						OK
A1 / 37	93	98	1,050	0						OK

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
1	-0,192	ELAST.			2	-0,192	ELAST.			5	-0,193	ELAST.		
6	-0,192	ELAST.			9	-0,193	ELAST.			10	-0,192	ELAST.		
11	-0,192	ELAST.			12	-0,193	ELAST.			13	-0,192	ELAST.		
14	-0,192	ELAST.			15	-0,192	ELAST.			16	-0,192	ELAST.		
17	-0,192	ELAST.			18	-0,192	ELAST.			19	-0,192	ELAST.		
20	-0,192	ELAST.			21	-0,193	ELAST.			22	-0,192	ELAST.		
23	-0,192	ELAST.			24	-0,192	ELAST.			25	-0,192	ELAST.		
26	-0,192	ELAST.			27	-0,192	ELAST.			28	-0,192	ELAST.		
29	-0,192	ELAST.			30	-0,192	ELAST.			31	-0,192	ELAST.		
32	-0,192	ELAST.			33	-0,192	ELAST.			34	-0,193	ELAST.		
35	-0,193	ELAST.			36	-0,192	ELAST.			37	-0,192	ELAST.		
38	-0,192	ELAST.			39	-0,193	ELAST.			40	-0,192	ELAST.		

Pozzetto d'ispezione '2'

PORTANZA GLOBALE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: SLD/1

DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE		DRENATE			NON DRENATE	
Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	Nodo3d N.ro	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl
41	-0,192	ELAST.			42	-0,192	ELAST.			43	-0,192	ELAST.		
44	-0,192	ELAST.			45	-0,192	ELAST.							

RELAZIONE SUI MATERIALI

Oggetto: **Lavori di rifacimento e completamento dello schema acquedottistico di Rosolini (SR) già I Lotto rielaborato quale progetto di completamento.**

Materiali in genere

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto, proveranno da quale località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista, perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

Acqua e leganti idraulici

- a) ACQUA. L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, da cloruri e da solfati.
- b) LEGANTI IDRAULICI. I cementi, le calce idrauliche e gli agglomerati cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno rispondere alle norme di accettazione vigenti. Essi dovranno essere conservati in modo da restare perfettamente riparati dall'umidità.

Sabbia, ghiaia e pietrisco

Sabbia, ghiaia e pietrisco da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovranno avere le qualità stabilite dal D.M. 26/03/1980 (G.U. n° 176 del 28/06/1980) e s.m.i..

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose ed organiche, e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea, proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione.

Dovrà avere forma angolosa ed essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un staccio con maglie circolari del diametro di mm 2.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche, verrà definita con criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 03/06/1968, sui requisiti di accettazione dei cementi.

Per quanto riguarda la dimensione delle ghiaie e dei pietrischi, gli elementi di essi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:

- cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, di muri di sostegno, di piedritti, di rivestimenti di scarpe e simili;
- cm 4 se si tratta di volti, di getti di un certo spessore;
- cm 1 o 2 o 3 se si tratta di cappe di volti, di lavori in calcestruzzo armato o di pareti sottili.

Nel progetto in esame, saranno utilizzate ghiaie con elementi di diametro massimo pari a cm 3.

L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Acciai

Gli acciai da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. L'acciaio comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace, di marcata struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature e senza altre soluzioni di continuità.

Nel progetto in esame, si userà acciaio in barre del tipo B450C (ad aderenza migliorata) avente una tensione caratteristica di snervamento minima garantita di 450 N/mm^2 ed una tensione caratteristica a rottura minima garantita pari a 540 N/mm^2 .

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne menomino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Conglomerato cementizio

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione del conglomerato cementizio, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

Per ogni metro cubo di conglomerato cementizio a 3.5 q.li di cemento (classe C25/30 con resistenza caratteristica f_{ck} pari a 250 kg/cm^2)

Tipo cemento	42.5
Cemento	300 kg
Inerti	0,80 mc
Sabbia	0,40 mc
Acqua	120 lt

L'impasto dei materiali dovrà essere eseguito a mezzo di macchine impastatrici. Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.