



COMUNE DI META

CITTA' METROPOLITANA DI NAPOLI



Aggiornamento n°	Data	Descrizione dell'aggiornamento	disegnato	verificato	visto
01	Ottobre 2020				

PROGETTO ESECUTIVO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

A.9	RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI	
	A - Elaborati tecnici generali	

Data OTTOBRE 2020	
Committente Comune di Meta	Progettista Ufficio Tecnico Comunale

BANDO SPORT E PERIFERIE 2020

(D.P.C.M. 12/05/202 – Ufficio Sport)

PROGETTO PER L'UTILIZZAZIONE OTTIMALE DELLE AREE ESTERNE DEL COMPLESSO SPORTIVO POLIVALENTE "LE QUERCE" COMUNE DI META (NA)

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
5	MODELLAZIONE GEOTECNICA E PRICOLOSITA' SISMICA DEL SITO	8
5.1	MODELLAZIONE GEOTECNICA	8
5.2	PERICOLOSITA' SISMICA	9
6	SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZION.....	11
7	VERIFICHE DI SICUREZZA.....	12
7.1	CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE	13
7.2	FATTORI CORRETTIVI AL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA	17

1 PREMESSA

Il presente elaborato, è stato redatto ai sensi del Codice dei contratti pubblici D.Lgs 50/2016 art. 23 comma 3 "Livelli di progettazione per gli appalti e per le concessioni di lavori nonché per i servizi", del d.P.R. 207/2010 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs 163/2006, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» art. 33 "Documenti componenti il progetto esecutivo" e art. 35 "Relazioni specialistiche" nel cui corpo si legge testualmente: "Il progetto esecutivo prevede almeno le medesime relazioni specialistiche contenute nel progetto definitivo, che illustrino puntualmente le eventuali indagini integrative, le soluzioni adottate e le modifiche rispetto al progetto definitivo. La relazione geotecnica:

- a) definisce, alla luce di specifiche indagini, scelte in funzione del tipo di opera e delle modalità costruttive, il modello geotecnico del volume del terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento manufatto stesso;
- b) illustra inoltre i procedimenti impiegati per le verifiche geotecniche, per tutti gli stati limite previsti dalla normativa tecnica vigente, che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno, e i relativi della risposta sismica locale;
- c) la relazione geotecnica deve comprendere l'illustrazione delle indagini effettuate a tal fine, dei procedimenti adottati e dei risultati ottenuti.

L'elaborato ha lo scopo di illustrare le fasi relative alla redazione del progetto esecutivo per il ***"Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"***, nel Comune di Meta, Città Metropolitana di Napoli.

La parametrizzazione degli elementi litostratigrafici e geotecnici fa seguito all'indagine geognostica eseguita dalla Tecnogeo S.r.l. - Servizi, indagini e studi di geologia ed ambiente - Via Vittorio Emanuele, 43 - 82010 Paolisi (BN), in data 8 e 9 Settembre 2003.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e di laboratorio.

Le fondazioni scelte sono di tipo dirette a trave rovescia, queste formano in entrambe le direzioni un graticcio di travi atto a trasferire le azioni della sovrastruttura al terreno di fondazione.

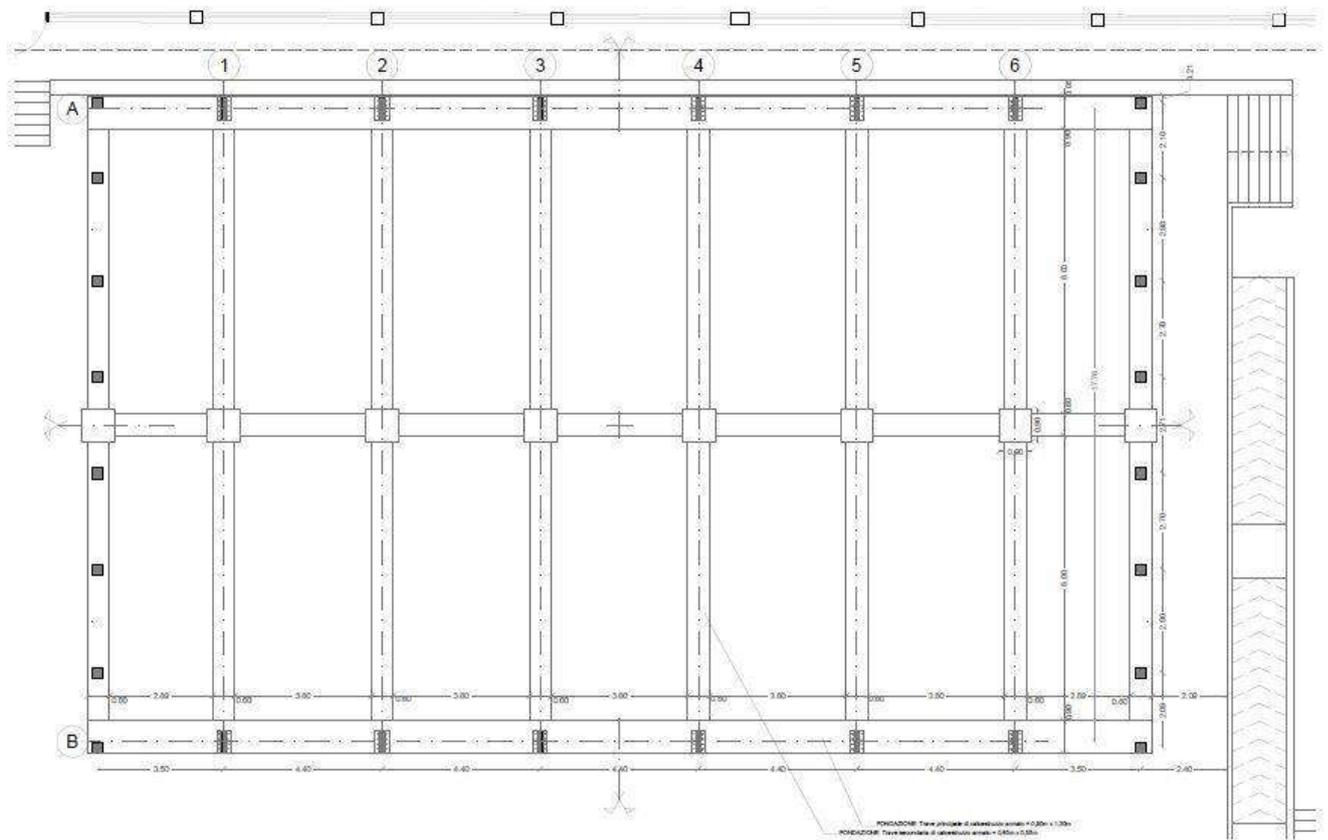


Figura 1- Schema pianta di fondazione

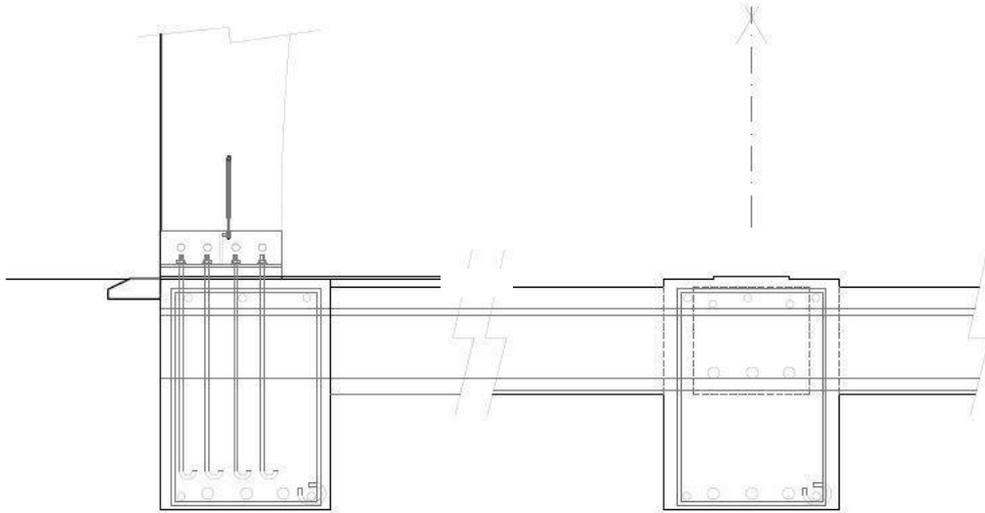


Figura 2- Particolare nodo pilastro- fondazione

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo dalla presente relazione:

- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086**
“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64**
“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del ministero per la ricerca scientifica - Roma 1981.
- **D.M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018**
“Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.
Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- **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.

- **Eurocodice 7** "Progettazione geotecnica" EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In questa sezione si vuole dare una caratterizzazione dei terreni interessati dal piano di posa delle fondazioni, per meglio far valutare, al progettista, il tipo di interventi, eventualmente da adottare, per la messa in sicurezza e l'adeguamento alle norme tecniche, scaturite dagli ultimi dettami legislativi.

A tal fine, così come consolidato da anni nella letteratura tecnico - scientifica, si è ritenuto di poter applicare la ben nota relazione del Terzaghi, onde verificare la capacità portante di una fondazione diretta:

$$Q_{lim} = c N_c + \gamma_{sat} D N_q + 0.5 \gamma_{sat} B N_\gamma$$

dove:

- coesione $c = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$;
- $N_c N_q N_\gamma$ fattori di capacità portante adimensionali dipendenti da $\varphi = 34.00^\circ$;
- peso unità di volume $\gamma_{sat} = 1.16 \text{ gr/cm}^3$;
- profondità della fondazione $D = 4.00 \text{ m}$;
- larghezza della fondazione $B = 0.50 \text{ m}$.

Nel caso di materiali poco addensati, le pressioni indotte dalle strutture sui terreni di fondazione, determinerebbero un regime di sollecitazioni tali da essere poco definibili, con possibili spostamenti delle opere edilizie; per questi motivi la teoria di Terzaghi introduce valori ridotti di $2/3$ per l'angolo di attrito φ e la coesione c .

Alla luce di tali considerazioni, è stato calcolato un carico limite di:

$$Q_{lim} = 4.25 \text{ Kg/cm}^2$$

Pertanto, applicando il fattore di sicurezza $F = 3$, così come previsto dalla

normativa vigente, si ricava un carico ammissibile:

$$Q_{amm} = 1.42 \text{ Kg/cm}^2.$$

Il carico limite determinato, risulta essere sufficiente per la stabilità dell'intera struttura.

Altro parametro di interesse ingegneristico da prendere in considerazione è il "coefficiente di fondazione" ε dipendente dalla rigidità R dello strato di posa della fondazione, definito come il prodotto tra la velocità delle onde trasversali V_s ed il peso di volume γ .

Il coefficiente di fondazione, quindi, varia da un minimo di $\varepsilon = 1.0$ per strati rigidi su roccia, fino ad un massimo di $\varepsilon = 1.3$ per terreni molto sciolti.

I calcoli effettuati hanno evidenziato un coefficiente di fondazione $\varepsilon = 1.1$ per lo strato di nostro interesse ed individuato in virtù delle tipologie edilizie rilevate.

5 MODELLAZIONE GEOTECNICA E PRICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

C [C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{s30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$).

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

5.1 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

5.2 PERICOLOSITA' SISMICA

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISIS SISMICA

Dati generali analisi sismica											
Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir _{tmp}	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	15	B	ca	X	[T +C]	S	N	C	NO	NO	5
				Y	[T +C]						

LEGENDA:

Ang Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.

NV Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.

CD Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.

MP Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.

Dir Direzione del sisma.

TS Tipologia della struttura:

Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti- [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiate monopiano;

Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;

Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.

EcA Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.

Ir_{tmp} Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.

C.S.T. Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Deposit di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Deposit di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.

RP Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.

Dati generali analisi sismica

Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir _{tmp}	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]

RH Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.

ξ Coefficiente viscoso equivalente.

NOTE [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO

Fattori di comportamento

Dir	q'	q	q ₀	K _R	α _u /α ₁	k _w
X	2,688	2,760	3,45	0,80	1,15	-
Y	2,688	2,760	3,45	0,80	1,15	-
Z	-	1,500	-	-	-	-

LEGENDA:

q' Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)

q Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).

q₀ Valore di base (comprensivo di k_w).

K_R Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..

α_u/α₁ Rapporto di sovrarresistenza.

k_w Fattore di riduzione di q₀.

Stato Limite	T _r	a _g /g	Amplif. Stratigrafica		F ₀	T [*] _c	T _B	T _C	T _D
			S _s	C _c					
	[t]					[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0568	1,500	1,598	2,346	0,280	0,149	0,447	1,827
SLD	50	0,0750	1,500	1,552	2,302	0,306	0,158	0,475	1,900
SLV	475	0,2103	1,402	1,464	2,363	0,366	0,178	0,535	2,441
SLC	975	0,2709	1,304	1,448	2,434	0,377	0,182	0,547	2,683

LEGENDA:

T_r Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.

a_g/g Coefficiente di accelerazione al suolo.

S_s Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.

C_c Coefficienti di Amplificazione di T_c allo SLO/SLD/SLV/SLC.

F₀ Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T^{*}_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_B Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.

T_C Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.

T_D Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

6 SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZION

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da fondazioni dirette.

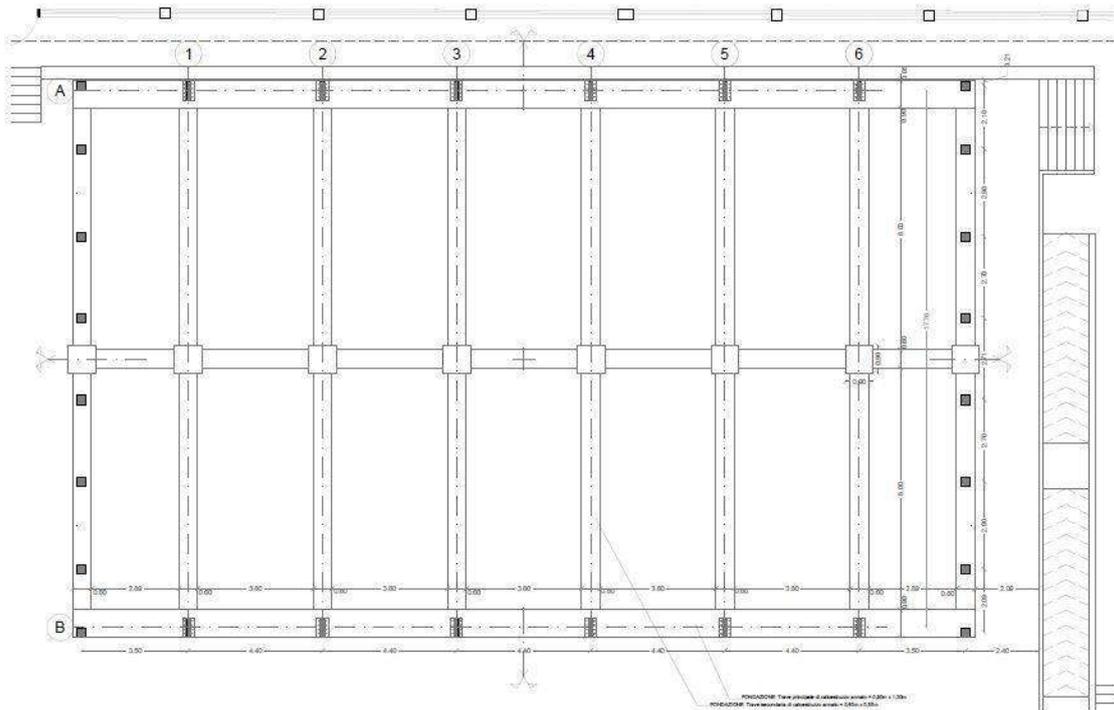


Figura 3- Schema pianta di fondazione

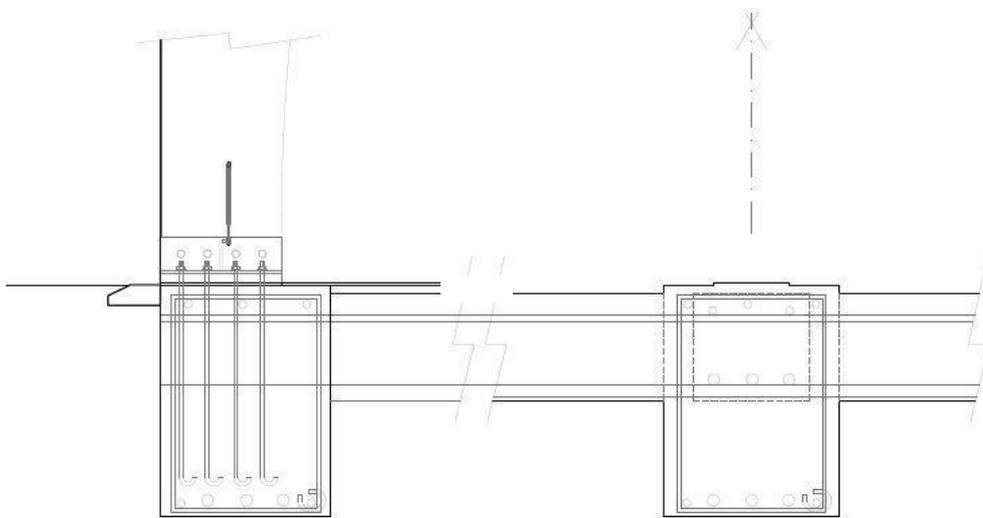


Figura 4- Particolare nodo pilastro-fondazione

7 VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

- E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ_t	γ_t	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

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

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

7.1 CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

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

in cui:

- c = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- $q = \gamma \cdot D$ = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;
- γ = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;
- D = profondità del piano di posa della fondazione;
- B' = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi NB);
- L = lunghezza della fondazione;
- γ_f = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;
- s, d, i, g, b, ψ, r = coefficienti correttivi.

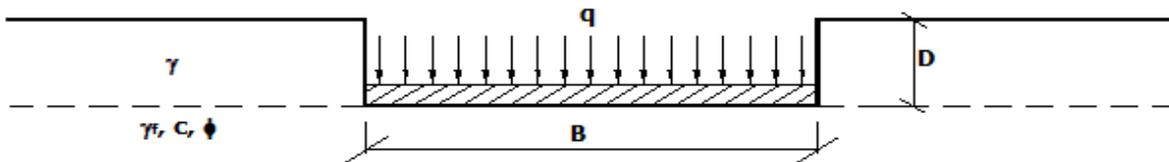
NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B \quad e_B = \text{eccentricità parallela al lato di dimensione B};$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L \quad e_L = \text{eccentricità parallela al lato di dimensione L};$$

$$\text{con } B' \leq L'$$

dove:



Calcolo dei fattori N_c, N_q, N_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$k_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

ϕ = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

ω = angolo di inclinazione del piano campagna.

Calcolo dei fattori di forma s_c, s_q, s_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa d_c, d_q, d_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg\left(\frac{D}{B'}\right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$d_c = 1 + 0,4K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

Calcolo dei fattori di inclinazione del carico i_c, i_q, i_γ

Si definisce il seguente parametro:

$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$ se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione

$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$ se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione

$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$ se la forza H forma un angolo θ con la direzione longitudinale della fondazione

Terreni coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni incoerenti ($c = 0, \phi \neq 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$

$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

- H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;
- V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

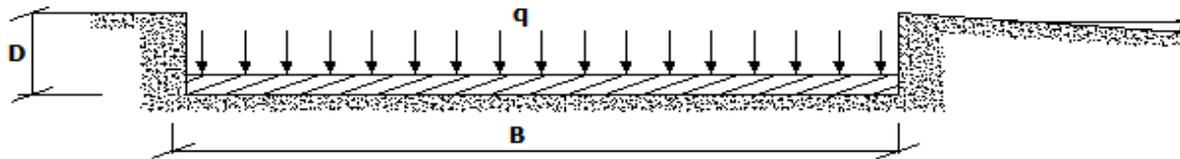
Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna b_c , b_q , b_γ

Indicando con ω la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$



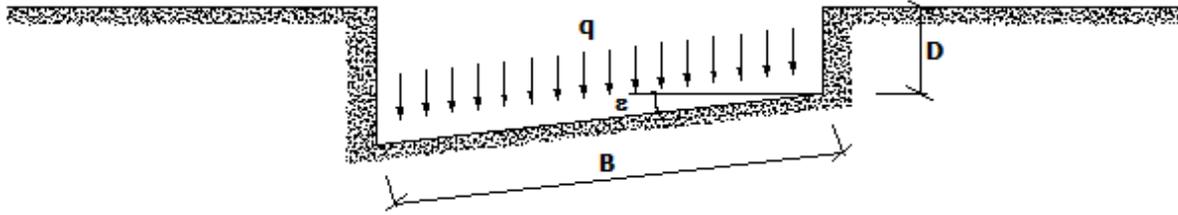
Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa g_c , g_q , g_γ

Indicando con ε la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\varepsilon < 45^\circ$$



Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\Psi_c, \Psi_q, \Psi_\gamma$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

ν = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

σ = tensione litostatica alla profondità $D+B/2$.

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento $\Psi_c, \Psi_q, \Psi_\gamma$ sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità I_r si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[\left(3,3 - 0,45 \cdot \frac{B}{L} \right) \cdot \cot \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$\Psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\Psi_q = 1$	$\Psi_q = e^{\left\{ \left(0,6 \cdot \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\Psi_\gamma = 1$	$\Psi_\gamma = \Psi_q$

Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine "B·N γ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione r_γ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente r_γ al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
r_γ	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine "B·N_γ" è predominante.

Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

- c_u = coesione non drenata;
- γ_{sat} = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

N.B: Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito ϕ sia nullo ($\phi = 0$).

7.2 FATTORI CORRETTIVI AL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA

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**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} , 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.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

- z_c, z_q, z_γ = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;
- c_γ = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente N_γ in funzione del coefficiente sismico K_{hk} che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- g = accelerazione di gravità;
- S_S = coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- S_T = coefficiente di amplificazione topografica;
- a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella:

7.2.1.1.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO		
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0.45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$, altrimenti $c_\gamma = 0$

Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale z_c, z_q, z_γ

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di Paolucci - Pecker attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $Z_c > 0$ altrimenti $Z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$	se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$

dove:

K_{hi} è ricavato dallo spettro di progetto allo SLV attraverso la relazione:

$$K_{hi} = S_S \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

i cui termini sono stati precedentemente precisati.

Si fa notare che il coefficiente sismico K_{hi} coincide con l'ordinata dello spettro di progetto allo SLU per $T = 0$ ed è indipendente dalle combinazioni di carico.

Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna $Q_{d,Rd}$, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza R_d , ossia il rapporto fra il carico limite q_{lim} (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia Q_{Ed} e $Q_{d,Rd}$ è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "per N_q , per N_c e per N_γ ", relative ai "Coef. Cor. Terzaghi", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p,cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Trave 16-17	41,35	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,038	1,553	NO
Trave 17-18	44,06	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,035	1,560	NO
Trave 18-19	44,08	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,035	1,560	NO
Trave 19-20	41,34	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,038	1,553	NO
Trave 21-13c	35,49	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,84	0,00	0,70	64,20	75,31	109,41	0,048	1,689	NO
Trave 1-2	68,82	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,39	0,00	0,87	64,20	75,31	109,41	0,022	1,534	NO
Trave 3-4	45,78	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON	1,39	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,034	1,542	NO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p.comp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per	per	per	N _q	N _c	N _γ			
								N _q	N _c	N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 4-5	45,78	5,00	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,39	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,034	1,542	NO
Trave 5-6	45,69	4,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,43	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,034	1,566	NO
Trave 7-6	68,79	5,90	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,39	0,00	0,87	64,20	75,31	109,41	0,022	1,533	NO
Trave 14-11c	6,71	1,25	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,36	0,00	0,91	64,20	75,31	109,41	0,230	1,540	NO
Trave 2-3	45,71	4,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,43	0,00	0,88	64,20	75,31	109,41	0,034	1,566	NO
Trave 1-8	33,29	4,05	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,65	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,048	1,609	NO
Trave 2-9	19,85	3,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,69	0,00	0,78	64,20	75,31	109,41	0,083	1,655	NO
Trave 3-10	21,34	3,95	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,66	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,077	1,644	NO
Trave 4-11	21,17	3,95	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,67	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,078	1,646	NO
Trave 5-12	21,35	3,95	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,66	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,077	1,644	NO
Trave 6-13	19,85	3,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,69	0,00	0,78	64,20	75,31	109,41	0,083	1,655	NO
Trave 20-20c	8,95	1,25	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,41	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,174	1,559	NO
Trave 21-14c	8,09	1,01	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,32	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,185	1,498	NO
Trave 7-14	32,96	4,05	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,65	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,611	NO
Trave 19-19c	8,68	1,15	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,39	0,00	0,91	64,20	75,31	109,41	0,179	1,554	NO
Trave 11-18	21,32	3,75	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,67	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,077	1,648	NO
Trave 10-17	21,36	3,75	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,68	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,077	1,649	NO
Trave 9-16	22,35	3,65	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,61	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,073	1,626	NO
Trave 9-10	27,69	4,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,42	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,056	1,561	NO
Trave 10-11	27,87	5,00	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,40	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,056	1,553	NO
Trave 11-12	27,87	5,00	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,40	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,056	1,553	NO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p.cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per	per	per	N _q	N _c	N _γ			
								N _q	N _c	N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 12-13	27,69	4,85	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,42	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,056	1,561	NO
Trave 15-16	55,87	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,90	64,20	75,31	109,41	0,028	1,550	NO
Trave 15-15c	10,10	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,87	64,20	75,31	109,41	0,150	1,514	NO
Trave 8-9	32,91	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,047	1,560	NO
Trave 14-21	36,20	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,51	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,043	1,551	NO
Trave 20-21	55,82	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,90	64,20	75,31	109,41	0,028	1,547	NO
Trave 12c-15	36,13	1,30	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,86	0,00	0,70	64,20	75,31	109,41	0,047	1,701	NO
Trave 8-15	36,40	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,51	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,043	1,554	NO
Trave 10c-8	6,78	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,37	0,00	0,91	64,20	75,31	109,41	0,227	1,542	NO
Trave 13-14	32,91	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,047	1,559	NO
Trave 13-20	22,33	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,073	1,627	NO
Trave 12-19	21,34	3,75	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,68	0,00	0,78	64,20	75,31	109,41	0,077	1,649	NO
Trave 18-18c	8,21	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,38	0,00	0,91	64,20	75,31	109,41	0,189	1,552	NO
Trave 17-17c	8,71	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,39	0,00	0,90	64,20	75,31	109,41	0,179	1,554	NO
Trave 16-16c	9,03	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,89	64,20	75,31	109,41	0,173	1,559	NO
Trave 2c-2	27,73	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,68	0,00	0,78	64,20	75,31	109,41	0,059	1,648	NO
Trave 8c-1	42,04	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,039	1,621	NO
Trave 9c-7	42,84	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,61	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,038	1,621	NO
Trave 3c-3	12,80	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,48	0,00	0,87	64,20	75,31	109,41	0,124	1,584	NO
Trave 4c-4	13,10	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,48	0,00	0,86	64,20	75,31	109,41	0,121	1,587	NO
Trave 5c-5	12,74	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON	1,48	0,00	0,87	64,20	75,31	109,41	0,124	1,584	NO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _X	L _Y	Rtz	Z _{P.cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 7c-6	27,78	1,25	1,30	0,00	0,95	-	Coesivo NON Coesivo	1,68	0,00	0,78	64,20	75,31	109,41	0,059	1,648	NO
Trave 6c-7	57,02	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,73	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,029	1,655	NO
Trave 1c-1	56,16	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,73	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,029	1,654	NO

LEGENDA:

- Id_{Fnd}** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L_{X/Y}** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- Rtz** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
- Z_{P.cmp}** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z_{Fld}** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- Q_{Ed}** Carico di progetto sul terreno.
- Q_{Rd}** Resistenza di progetto del terreno.
- R_f** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _X	L _Y	Rtz	Z _{P.cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Trave 16-17	73,48	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,025	1,874	NO
Trave 17-18	77,94	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,84	64,20	75,31	109,41	0,024	1,881	NO
Trave 18-19	77,97	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,84	64,20	75,31	109,41	0,024	1,881	NO
Trave 19-20	73,45	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,026	1,873	NO
Trave 21-13c	81,41	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,93	0,00	0,58	64,20	75,31	109,41	0,026	2,123	NO
Trave 1-2	NS	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,016	1,858	NO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	Rt _z	Z _{p.cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per	per	per	N _q	N _c	N _γ			
								N _q	N _c	N _γ						
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Trave 3-4	78,06	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,33	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,024	1,869	NO
Trave 4-5	78,05	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,33	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,024	1,869	NO
Trave 5-6	77,60	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,024	1,889	NO
Trave 7-6	NS	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,82	64,20	75,31	109,41	0,016	1,857	NO
Trave 14-11c	19,36	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,099	1,913	NO
Trave 2-3	77,64	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,024	1,889	NO
Trave 1-8	62,90	4,05	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,52	0,00	0,73	64,20	75,31	109,41	0,031	1,926	NO
Trave 2-9	37,65	3,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,053	1,984	NO
Trave 3-10	40,43	3,95	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,974	NO
Trave 4-11	40,11	3,95	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,976	NO
Trave 5-12	40,44	3,95	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,974	NO
Trave 6-13	37,66	3,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,053	1,984	NO
Trave 20-20c	22,77	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,084	1,920	NO
Trave 21-14c	19,92	1,01	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,81	64,20	75,31	109,41	0,092	1,829	NO
Trave 7-14	62,44	4,05	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,53	0,00	0,72	64,20	75,31	109,41	0,031	1,927	NO
Trave 19-19c	21,69	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,39	0,00	0,82	64,20	75,31	109,41	0,088	1,908	NO
Trave 11-18	40,62	3,75	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,976	NO
Trave 10-17	40,73	3,75	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,976	NO
Trave 9-16	41,47	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,50	0,00	0,77	64,20	75,31	109,41	0,047	1,954	NO
Trave 9-10	50,74	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,037	1,886	NO
Trave 10-11	51,06	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,037	1,877	NO

Progetto per l'utilizzazione ottimale delle aree esterne del complesso sportivo polivalente "Le Querce"

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	Rt _z	Z _{p,cmp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per	per	per	N _q	N _c	N _γ			
								N _q	N _c	N _γ						
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Trave 11-12	51,06	5,00	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,037	1,877	NO
Trave 12-13	50,74	4,85	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,037	1,886	NO
Trave 15-16	99,42	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,84	64,20	75,31	109,41	0,019	1,866	NO
Trave 15-15c	24,14	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,79	64,20	75,31	109,41	0,077	1,852	NO
Trave 8-9	60,17	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,031	1,879	NO
Trave 14-21	65,66	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,029	1,873	NO
Trave 20-21	99,77	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,85	64,20	75,31	109,41	0,019	1,873	NO
Trave 12c-15	82,15	1,30	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,95	0,00	0,58	64,20	75,31	109,41	0,026	2,138	NO
Trave 8-15	65,98	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,028	1,876	NO
Trave 10c-8	19,53	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,098	1,915	NO
Trave 13-14	60,17	5,90	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,34	0,00	0,83	64,20	75,31	109,41	0,031	1,878	NO
Trave 13-20	41,45	3,65	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,50	0,00	0,77	64,20	75,31	109,41	0,047	1,954	NO
Trave 12-19	40,71	3,75	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,55	0,00	0,75	64,20	75,31	109,41	0,049	1,976	NO
Trave 18-18c	20,67	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,39	0,00	0,82	64,20	75,31	109,41	0,092	1,906	NO
Trave 17-17c	21,74	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,39	0,00	0,82	64,20	75,31	109,41	0,088	1,909	NO
Trave 16-16c	22,93	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,43	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,084	1,920	NO
Trave 2c-2	52,68	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,67	0,00	0,70	64,20	75,31	109,41	0,038	2,022	NO
Trave 8c-1	74,91	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,74	64,20	75,31	109,41	0,026	1,978	NO
Trave 9c-7	75,96	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,57	0,00	0,73	64,20	75,31	109,41	0,026	1,976	NO
Trave 3c-3	25,37	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,076	1,929	NO
Trave 4c-4	25,79	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,45	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,075	1,932	NO

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	Rtz	Z _{p.comp}	Z _{Fld}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Trave 5c-5	25,28	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,44	0,00	0,80	64,20	75,31	109,41	0,076	1,929	NO
Trave 7c-6	52,81	1,25	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,67	0,00	0,70	64,20	75,31	109,41	0,038	2,022	NO
Trave 6c-7	99,43	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,70	0,00	0,68	64,20	75,31	109,41	0,020	2,025	NO
Trave 1c-1	97,54	1,15	1,30	0,00	0,95	-	NON Coesivo	1,70	0,00	0,68	64,20	75,31	109,41	0,021	2,023	NO

LEGENDA:

- Id_{Fnd}** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se $CS \geq 100$; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L_{x/y}** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- Rtz** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
- Z_{p.comp}** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z_{Fld}** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- Q_{Ed}** Carico di progetto sul terreno.
- Q_{Rd}** Resistenza di progetto del terreno.
- R_f** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.