



COMUNE di FILETTO

(Provincia di Chieti)



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

PNRR:

Missione 2 - Componente 4 - Investimento 2.1b



PROGETTO ESECUTIVO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST
PNRR - MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - Investimento 2.1b
- C.U.P.: F88H22000610001 -

RELAZIONE GEOTECNICA

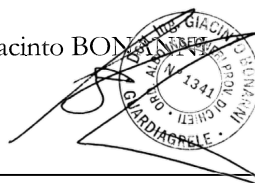
**STUDIO DI INGEGNERIA
BONANNI**

STRUTTURE
ACQUE
TERRE
INFRASTRUTTURE

Dott. Ing. Giacinto BONANNI
Loc. Fraia, n° 48 - 66016 GUARDIAGRELE (CH)
Tel.: 0871.396462 - Personal Phone 347.5187018
Tel./Fax: 0871.85167
Website: <http://www.studiobonanni.com>
E-mail: ing.bonanni@studiobonanni.com

Il Progettista e DD.LL.

Dott. Ing. Giacinto BONANNI



ALLEGATO

G

Responsabile Unico del Progetto:
Dott. Arch. Fausto GIAMPIETRO

Consulenza Geologica:
Dott. Geol. Ariana CAPPELLUCCI

Questo elaborato grafico è di proprietà dello Studio di INGEGNERIA BONANNI, pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Cod. LL.PP. 090.10.23

DATA Gennaio 2024

SPAZIO RISERVATO ALL'AMMINISTRAZIONE

DATA DI PRESENTAZIONE	N° DEL PROGETTO	REVISIONE	NOTE



COMUNE DI FILETTO

(PROVINCIA DI CHIETI)

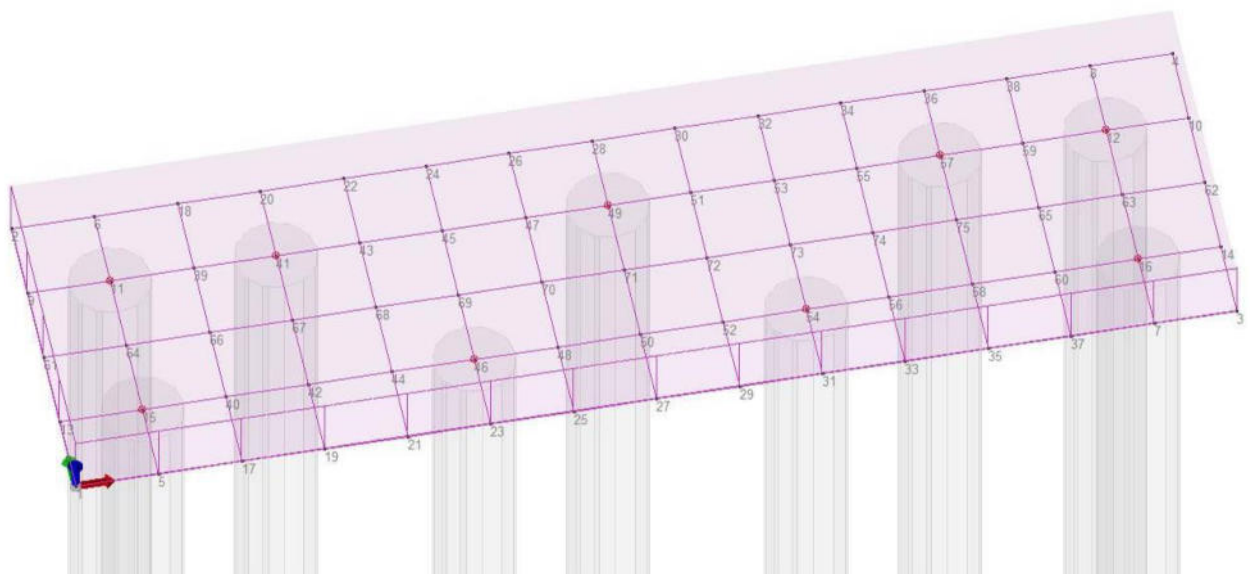
MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST

- PNRR - MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - INVESTIMENTO 2.1B
- C.U.P.: F88H22000610001 -

RELAZIONE GEOTECNICA

PREMESSA

Il presente elaborato si inserisce nel contesto della progettazione delle opere di consolidamento dei lavori di “Mitigazione del Rischio Idrogeologico all'Interno del Centro Storico - Versante Ovest” - PNRR - Missione 2 - Componente 4 - Investimento 2.1b d'importo pari ad € 1.000.000,00, da realizzare nel Comune di Filetto (CH). Nella fattispecie il consolidamento dell'area prevede la realizzazione di una paratia di pali disposta a quinconce a doppia fila del diametro di $\Phi 1000\text{mm}$, lunghezza pari ad $L=16,00\text{m}$, con interasse longitudinale pari ad $L=4,00\text{m}$ e trasversale $L=2,00\text{m}$ e con soletta di larghezza $L=4,00\text{m}$ e spessore $H=0,80\text{m}$ per l'intervento di realizzazione come meglio riportato nelle tavole in allegato. Lo scopo della relazione è quello di illustrare i risultati delle modellazioni geotecnico-strutturali eseguite per il progetto e la verifica di tali opere. Per ciascuna opera di consolidamento è stata eseguita una simulazione numerica per determinare le azioni interne degli elementi strutturali e definire il quadro deformativo d'insieme.



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito sono elencati i principali e più importanti riferimenti normativi presi in considerazione nella redazione dell'elaborato:

- D.M. LL. PP. del 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- Circolare LL. PP. n°30483 del 24 settembre 1988: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- D.M. del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (G.U. n.29 del 4 febbraio 2008 Supplemento Ordinario n.30).
- Circolare 2 Febbraio 2009, n.617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui D.M. 14 Gennaio 2008";
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17 gennaio 2018 (suppl. org. 20.02.2018, n.8 della G.U.) Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui D.M. 14 Gennaio 2008»".

LOCALIZZAZIONE

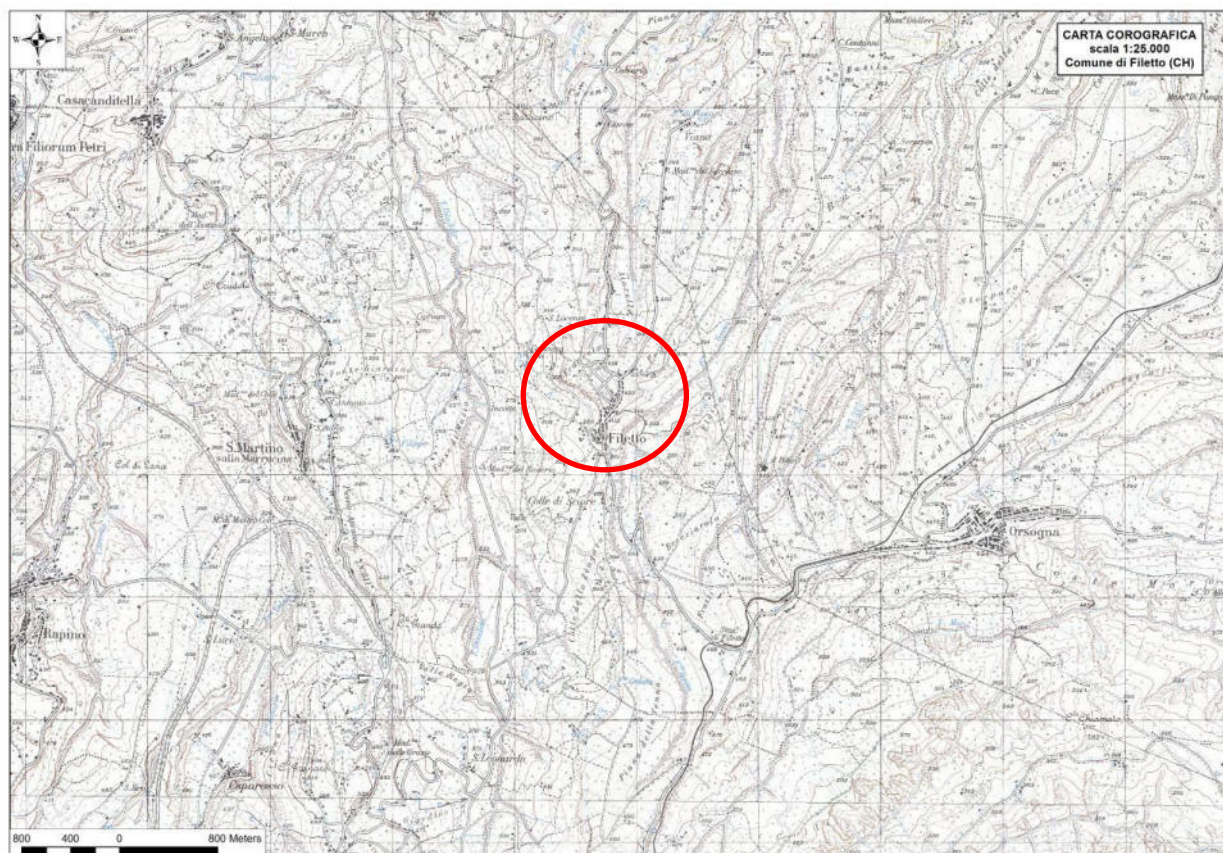
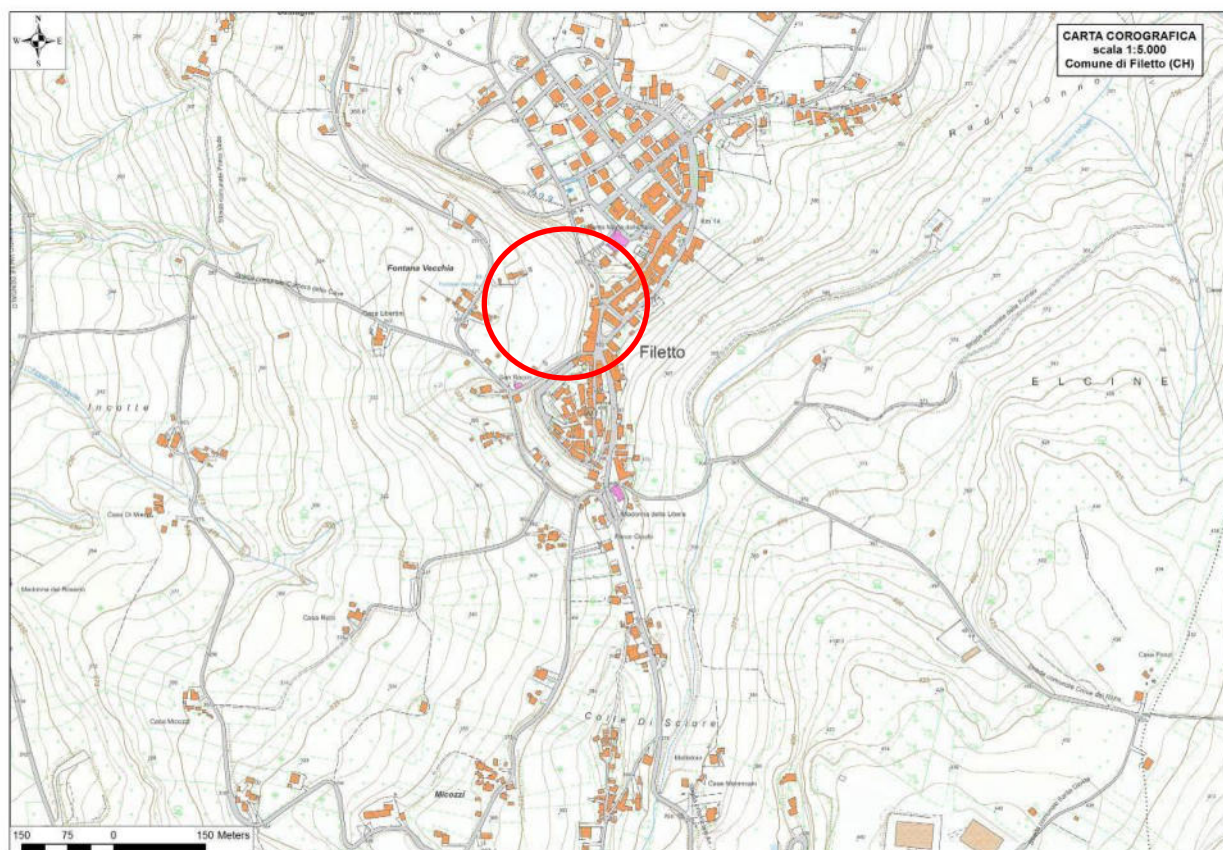


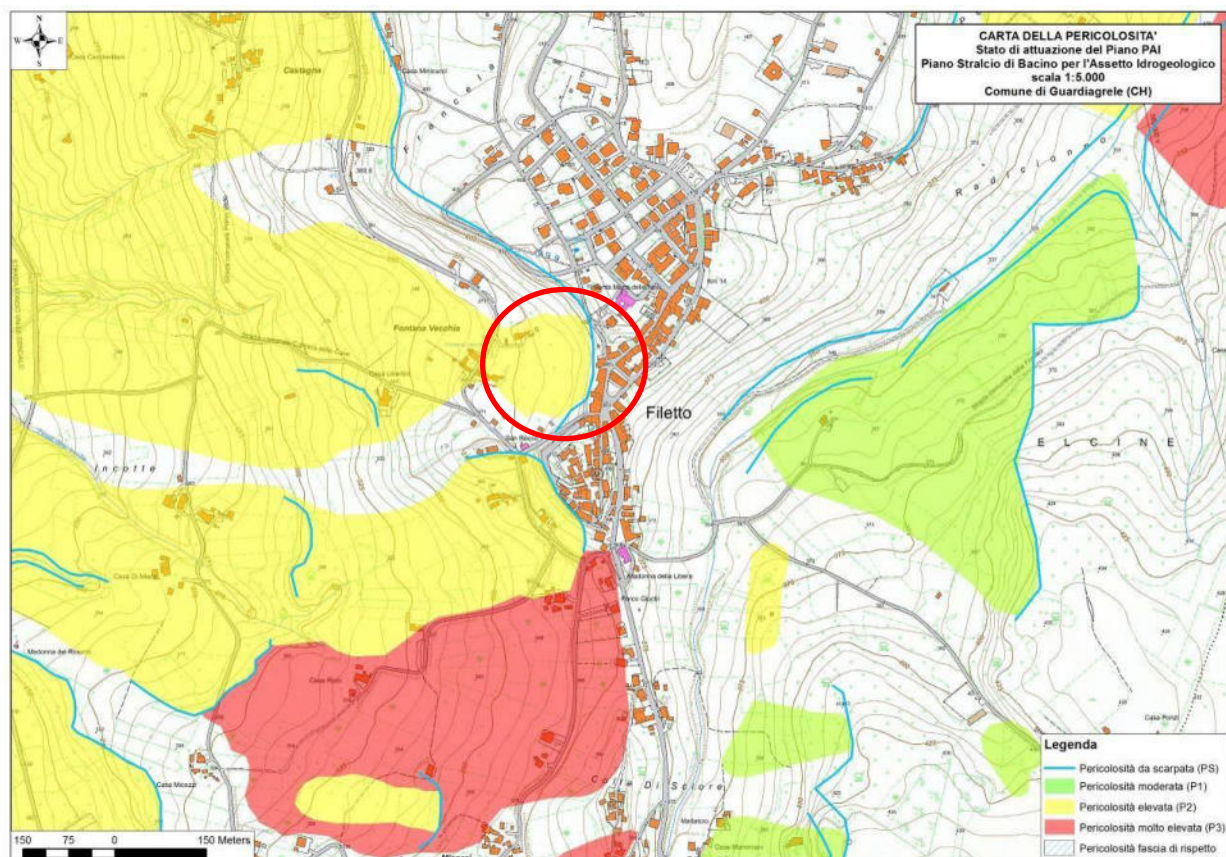
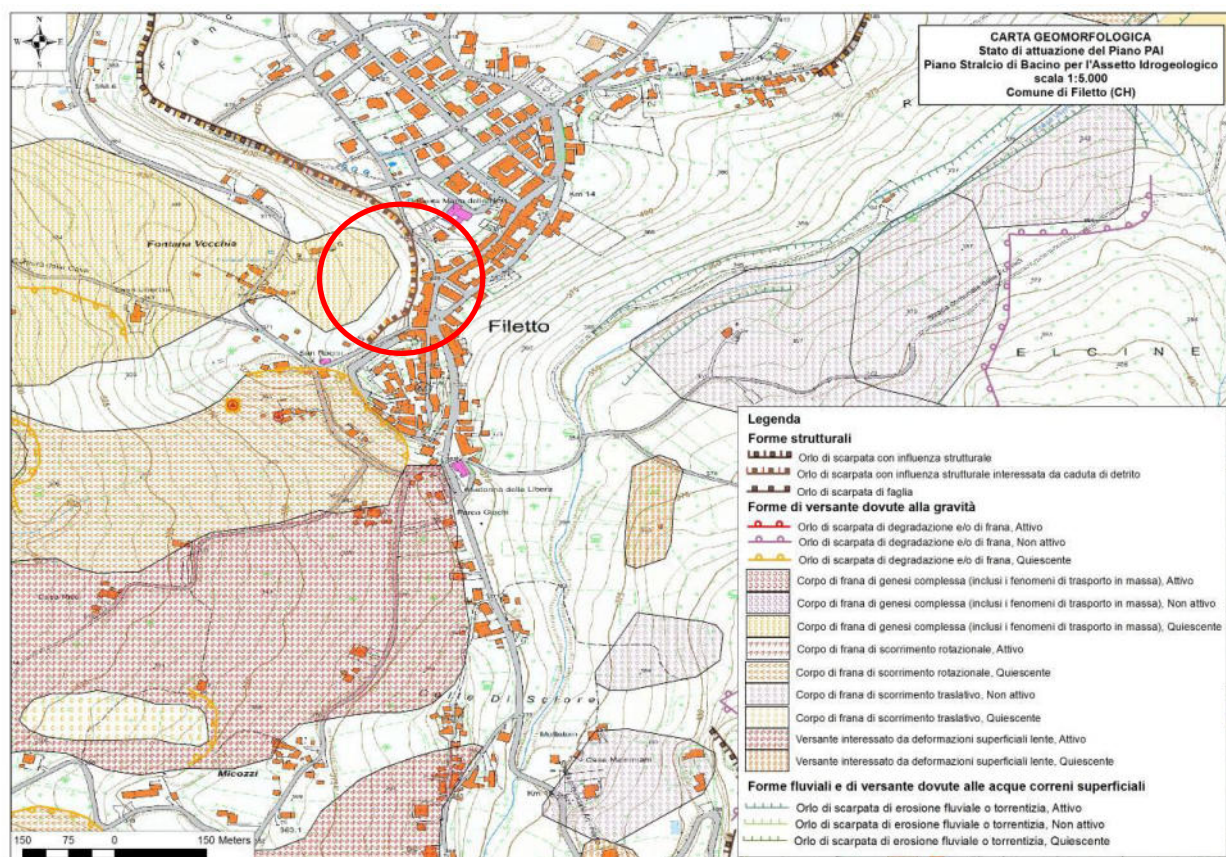
Vista aerea dell'area d'intervento – Ortofoto

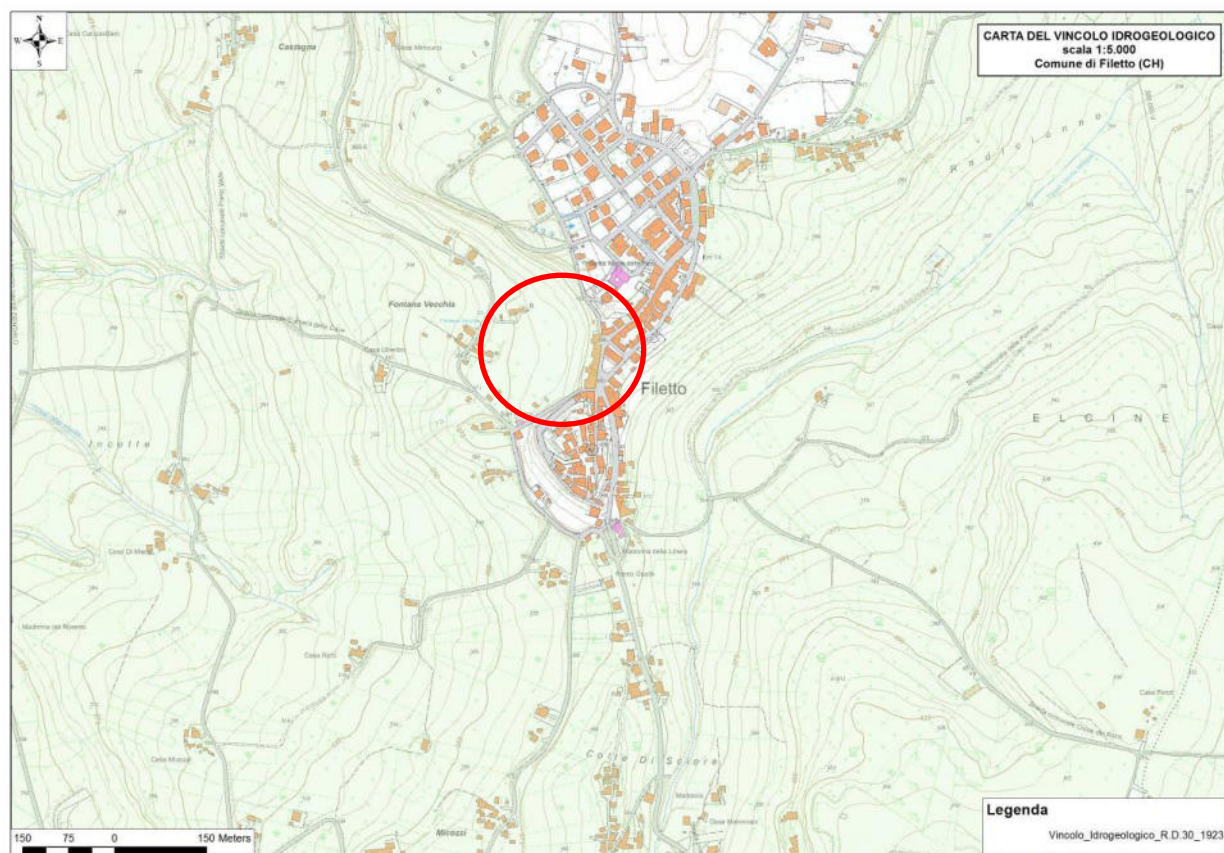
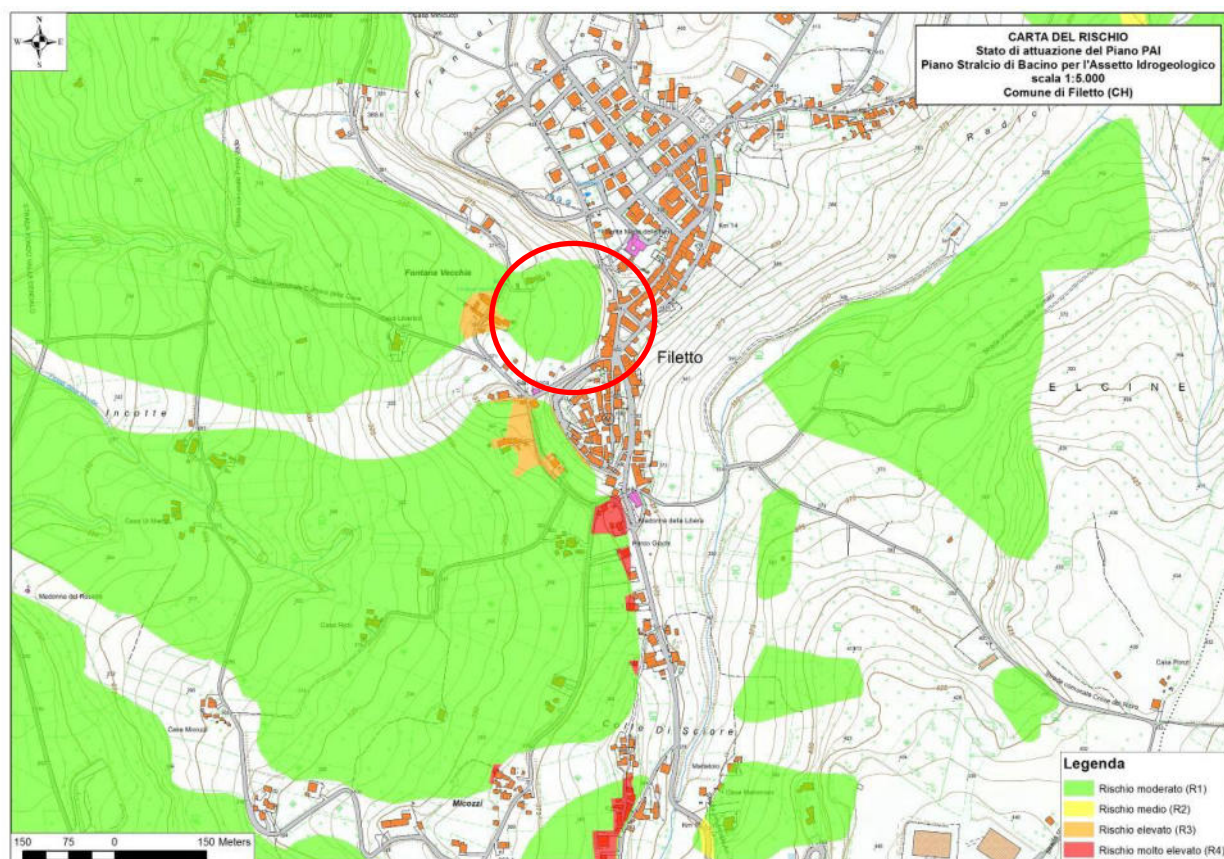
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO

la forma e la struttura del rilievo, unitamente alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, hanno, in sintesi, permesso di definire i principali elementi fisiografici dell'area di studio in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi. L'orografia del territorio è quella tipica che caratterizza la fascia pedemontana periadriatica per ampi tratti. Essa è caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche; presenta rilievi collinari irregolari allungati generalmente in direzione SO-NE e rilievi tabulari tipo mesa e plateau, e localmente tipo cuesta, di estensione variabile. L'idrografia è contraddistinta da un reticolo particolarmente sviluppato organizzato in un bacino idrografico principale allungato in direzione SO-NE, a recapito adriatico: F. Foro. L'area teatina, in particolare, come gran parte della regione abruzzese, è soggetta a dissesti geomorfologici di varia natura, a causa della diffusa presenza di litotipi argillosi e sabbiosoconglomeratici, delle forti acclività e delle condizioni climatiche, caratterizzate da notevoli escursioni termiche e da precipitazioni che si concentrano disomogeneamente nello spazio e nel tempo. Le forme strutturali sono legate sia alla natura litologica che alla tettonica. A causa della presenza di litotipi a comportamento rigido (arenarie e conglomerati) sopra altri a comportamento plastico (argille e limi), molto diffuse sono le forme tipo cuesta, tipo mesa e tipo plateau, orlate da scarpate di degradazione e/o di frana ad influenza strutturale. I rilievi collinari sono caratterizzati da sommità subpianeggianti o a debole inclinazione verso NE e le valli fluviali presentano ampie aree di interfluvio subpianeggianti. Tuttavia, nel settore più prevalentemente collinare, le caratteristiche litologiche sono in generale tali da non consentire un'efficace preservazione delle forme strutturali, le quali sono quindi

soggette a rapida evoluzione morfogenetica. È da rilevare, inoltre, che la struttura esercita un forte controllo anche sulla geometria e distribuzione di forme legate ad altri tipi di processi (frane, calanchi) e in particolare sull'andamento generale del reticolo idrografico. Assai diffuse sono le forme dovute alle acque correnti superficiali, d'accumulo e d'erosione. Diffuse sono le forme legate a erosione accelerata, fra cui in particolare i calanchi, che interessano i versanti argillosi e argilloso-sabbiosi, impostati nella formazione di Mutignano. La loro distribuzione appare condizionata oltre che da fattori litologici, anche da fattori strutturali, morfologici, micro-climatici e antropici. Sono infatti favoriti da giaciture a reggipoggio, dalla presenza di litotipi resistenti nella parte alta del versante o, ancora, dall'esposizione verso i quadranti meridionali. L'evoluzione di tali forme procede per erosione delle acque incanalate, di frequente in combinazione con processi legati alla gravità; si verificano infatti, movimenti di scorrimento nella coltre di alterazione sulle testate dei calanchi e colate lungo gli impluvi principali, specie a seguito di intense e prolungate precipitazioni piovose. Le forme dovute alla gravità sono rappresentate principalmente da frane di dimensioni e tipologie molto variabili, che presentano un diverso stato di attività, da attive, quiescenti e a inattive, da movimenti lenti di versante e in misura minore da falde di detrito. Un imponente corteo di dissesti di diverse tipologie e di dimensioni molto variabili si verifica puntualmente in occasione di eventi meteorici molto intensi. Si rileva a tal proposito, che i movimenti franosi si sono accentuati particolarmente negli ultimi decenni a causa dell'intensa attività antropica, dei disboscamenti e della degradazione delle aree a pascolo. Il settore argilloso è caratterizzato dall'alternanza di materiali con caratteristiche litotecniche ed idrogeologiche diversificate che si riflettono sulla tipologia ed abbondanza dei dissesti osservabili (in prevalenza scorrimenti e colate). I processi di rapida morfogenesi talvolta appaiono condizionati dall'assetto delle discontinuità e dalla facilità con la quale avviene il decadimento della resistenza meccanica dei livelli limoso-argillosi rispetto a quelli più competenti. Nel settore argilloso-sabbioso-conglomeratico (formazione di Mutignano), lo sviluppo dei dissesti varia in funzione delle condizioni litologico-morfologiche dei versanti. Frane di crolloribaltamento interessano le alternanze sabbioso-conglomeratiche laddove esse appaiono esposte in forma di scarpate verticali. Movimenti franosi di tipo complesso con una forte componente rotazionale si osservano lungo i versanti argillo-marnosi dei rilievi costituiti alla sommità da placche sabbioso- conglomeratiche. L'orografia del territorio comunale di Filetto è caratterizzata da altitudini tipicamente collinari. Le fasce altimetriche che caratterizzano il territorio comunale sono prevalentemente tre, la prima è disposta nel settore meridionale e comprende altitudini comprese tra circa 448 e 597 m s.l.m.; la seconda sottintende la maggior parte del territorio comunale compreso il entro abitato e racchiude quote comprese tra circa 448 e 299 m s.l.m.; la terza presenta quote comprese tra circa 299 e 151 m s.l.m. (fondovalle T. Dentolo, F.sso Venna). Al fine di ricostruire il modello geologico - tecnico, idrogeologico e definire le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche.

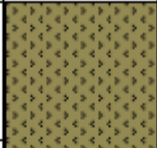
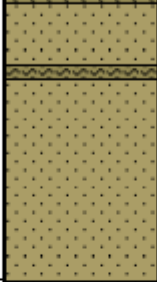
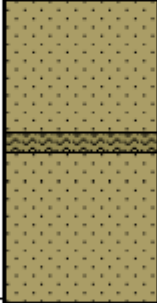
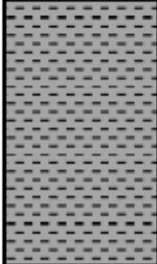






CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO E MODELLO GEOTECNICO

In corrispondenza della Perforazione Meccanica (Sondaggio) a Rotazione e a Carotaggio Continuo, denominata S1 si descrive il seguente Modello geologico-geotecnico.

PROFONDITÀ (DAL P.C.)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	PARAMETRI FISICO - MECCANICI
0,00 metri ~ - 2,10 metri		<u>Terreno agrario</u>	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 22^\circ$ $C_u = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$
~ - 2,10 metri ~ - 7,00 metri		<u>Sabbia limosa debolmente argillosa da sciolta a moderatamente addensata</u>	$\gamma_s = 19,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 18,43 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 25^\circ - 26^\circ$ $C_u = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,00 \text{ kPa}$ $E_d = 6.300,00 - 11.179,58 \text{ kPa}$
~ - 7,00 metri ~ - 17,60 metri		<u>Sabbia limosa debolmente argillosa da moderatamente addensata ad addensata</u>	$\gamma_s = 19,51 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 19,12 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 26^\circ - 29^\circ$ $C_u = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,42 \text{ kPa}$ $E_d = 11.179,58 - 14.611,00 \text{ kPa}$
~ - 17,60 metri > 30,00 metri (profondità di indagine)		<u>Limo argilloso grigio (formazione di base)</u>	$\gamma = 19,53 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 27,49^\circ$ $C_u = 123,00 \text{ kPa}$ $c' = 8,87 \text{ kPa}$ $E_d = 17651,97 \text{ kPa}$

Dove: γ = peso di volume; γ_s = peso di volume saturo; ϕ' = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace; C_u = coesione non drenata; E_d = modulo edometrico.

Di seguito si riporta la descrizione della successione dei terreni caratterizzanti il sito di progetto:

✓ ORIZZONTE 1 - TERRENO AGRARIO

Costituito da limo argilloso sabbioso e sabbie limose avana marrone con minuti clasti. Lo spessore intercettato lungo la verticale di indagine S_01 è pari a circa 2,10 metri.

✓ ORIZZONTE 2 - SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DA SCIOLTA A MODERATAMENTE ADDENSATA, DI COLORE OCRA (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE SABBIOSO - PELITICA)

Costituito da sabbia medio - fine di colore ocra da sciolta a moderatamente addensata. La frazione sciolta è rappresentata dal materiale franato ed accumulatosi lungo il versante; mentre la formazione affiorante, intercettata e caratterizzata mediante il sondaggio geognostico e la prova penetrometrica, ha grado di addensamento da poco addensato ad addensato. Il grado di addensamento aumenta con la profondità, ove la formazione risulta meno alterata. Lungo la verticale di indagine S_01 il litotipo si intercetta fino alla profondità di -7,00 metri dal p.c.; mentre, in affioramento è visibile su tutto il fronte del versante.

✓ ORIZZONTE 3 - SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DA MODERATAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA, DI COLORE OCRA (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE SABBIOSO - PELITICA)

Costituito da sabbia medio - fine di colore ocre da moderatamente addensata ad addensata. Sono presenti clasti arenacei di dimensioni centimetriche, inferiori al decimetro. Talora si intercettano orizzonti centimetrici di limi argillosi di colore grigiastro (es. a quota -12,00 metri dal p.c. e -17,00 metri dal p.c.). Il grado di addensamento aumenta con la profondità, ove la formazione risulta meno alterata. Lungo la verticale di indagine S_01 il litotipo si intercetta fino alla profondità di -17,60 metri dal p.c.; mentre, in affioramento è visibile su tutto il fronte del versante.

✓ ORIZZONTE 4 - LIMO ARGILLOSO GRIGIO (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE PELITICO - SABBIOSA, FORMAZIONE DI BASE)

Costituito da limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio, da consistente a molto consistente (Pocket Penetrometer 2,00 ÷ 3,00 kg/cmq). A diverse altezze sono presenti livelli da centimetrici a decimetrici di sabbia fine limosa di colore grigio. Il grado di consistenza aumenta con la profondità.

Il top dell'unità si intercetta alla profondità di - 17,60 (S_01) metri dal p.c.

- Categoria sottosuolo B, come da NTC2018.
- Categoria topografica T2.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

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

DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE

Per la determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde si fa riferimento a due contributi: la "portanza di punta" e la "portanza per attrito laterale". Queste due componenti in genere sono calcolate in maniera autonoma dato che risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico è assorbita dall'attrito laterale e quanta dalla resistenza alla punta. Nel seguito, ai fini del calcolo della portanza verticale, si assumeranno le seguenti espressioni generali valide per il caso di palo soggetto a compressione e per il caso di palo soggetto a trazione (nel calcolo della portanza verticale è possibile tenere in conto tutti o solo uno dei contributi su definiti):

$$Q_C = \frac{Q_P}{\eta_P} + \frac{Q_L}{\eta_L} - W_{ATT.NEG.} - W_P \quad (\text{caso di palo in compressione}) \quad Q_T$$

$$= \frac{Q_L}{\eta_L} + W_P \quad (\text{caso di palo in trazione})$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- Q_C resistenza a compressione del palo
- Q_T resistenza a trazione del palo
- Q_P carico limite verticale alla punta del palo
- Q_L carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo
- $W_{ATT.NEG.}$ attrito negativo agente sul palo
- W_P peso totale del palo
- η_P coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- η_L coefficiente di sicurezza per carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

I valori del carico limite verticale alla punta del palo " Q_P " e del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo " Q_L " sono determinati con le note "formule statiche". Queste esprimono i valori di cui sopra in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche geotecniche del terreno in cui è immerso, della modalità esecutiva e dell'interfaccia palo-terreno.

Di seguito si illustrano le metodologie con le quali saranno determinati i valori prima citati; è necessario tenere presente che tali metodi sono riferiti al calcolo del "singolo palo" e per estendere tale modalità computazione al caso di "pali in gruppo" si farà ricorso ai "coefficienti d'efficienza", in questo modo si potrà tenere in debito conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.

CARICO LIMITE VERTICALE ALLA PUNTA DEL PALO

Il valore del carico limite verticale alla punta del palo, indipendentemente dal metodo utilizzato per la sua determinazione, è condizionato dalla modalità esecutiva. Esso varia notevolmente a seconda che il palo sia del tipo "infisso" o "trivellato" poiché le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno circostante il palo variano in seguito alle operazioni d'installazione. Di conseguenza, per tenere conto della modalità esecutiva nel calcolo dei coefficienti di portanza, si propone di modificare il valore dell'angolo di resistenza a taglio secondo quanto suggerito da Kishida (1967):

$$\phi_{cor} = \frac{\phi + 40}{2} \quad (\text{per pali infissi}) \quad \phi_{cor} = \phi - 3^\circ \quad (\text{per pali trivellati})$$

Con la correzione di cui sopra si determineranno i fattori adimensionali di portanza che sono presenti nella

relazione per la determinazione del carico limite verticale alla punta che assume la seguente espressione:

$$Q_p = A_p \cdot (q_p \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- A_p superficie portante efficace della punta del palo
- q_p pressione del terreno presente alla punta del palo
- c coesione del terreno alla punta del palo (nel caso di condizione non drenata $c = c_u$)
- N_q^*, N_c^* fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno ϕ_{top} del terreno già corretti

In letteratura esistono diverse formulazioni per il calcolo dei fattori adimensionali di portanza, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Meyerhof per base poggianti su terreni sciolti (1951)

- se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \\ s_q &= 1 + 0.1 \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) & s_c &= 1 + 0.2 \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) & \text{(fattori di forma)} \\ d_q &= 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} & \text{(fattori d'approfondimento)} \\ N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c \end{aligned}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= 1.00 & N_c &= \pi + 2 \\ s_q &= 1.00 & s_c &= 1.20 & \text{(fattori di forma)} \\ d_q &= 1.00 & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} & \text{(fattori d'approfondimento)} \\ N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c \end{aligned}$$

Formulazione di Hansen per base poggianti su terreni sciolti (1970)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \\ s_q &= 1 + \text{tg}(\phi) & s_c &= 1 + \frac{N_q}{N_c} & \text{(fattori di forma)} \\ d_q &= 1 + 2 \cdot \text{tg}(\phi) \cdot (1 - \sin(\phi))^2 \cdot \theta & d_c &= 1 + 0.4 \cdot \theta & \text{(fattori d'approfondimento)} \\ \text{dove: se } \frac{L}{D} \leq 1 &\Rightarrow \theta = \frac{L}{D}, \text{ se } \frac{L}{D} > 1 &\Rightarrow \theta = \arctg\left(\frac{L}{D}\right) \\ N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c \end{aligned}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$\begin{aligned} N_q &= 1.00 & N_c &= \pi + 2 \\ s_q &= 1.00 & s_c &= 1.20 & \text{(fattori di forma)} \\ d_q &= 1.00 & d_c &= 1 + 0.4 \cdot \theta & \text{(fattori d'approfondimento)} \\ N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c \end{aligned}$$

Formulazione di Zeevaert per base poggianti su terreni sciolti (1972)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{\cos^2(\phi)}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \cdot e^{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2} + \phi\right) \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 9.00$$

Formulazione di Berezantzev per base poggianti su terreni sciolti (1970)

Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano della punta del palo. Inoltre considera il cilindro di terreno coassiale al palo (avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento) in parte sostenuto da tensioni tangenziali dal rimanente terreno

presente lungo la superficie laterale del cilindro. Conseguentemente il valore della pressione presente alla punta del palo è inferiore alla corrispondente pressione litostatica ed è influenzata dal rapporto tra la profondità alla quale è posta la punta "L" del palo e il diametro "D" dello stesso. Quindi il valore di N_q^* è influenzato da questo effetto "Silo". I valori che l'autore propone sono:

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

Valori di N_q^* per pali di diametro fino a 80.0 cm.

L/Δ	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.07	2.18	3.15	4.72	7.15	10.73	15.85	22.95	32.62	45.56	62.69	85.18	114.53	152.71	202.32	266.82	350.86	460.79	605.36
12	1.04	1.77	2.46	3.64	5.52	8.42	12.71	18.85	27.44	39.21	55.07	76.20	104.13	140.81	188.86	251.72	334.05	442.17	584.82
20	1.03	1.63	2.20	3.20	4.82	7.38	11.22	16.82	24.76	35.79	50.83	71.06	98.01	133.65	180.59	242.29	323.39	430.21	571.48
28	1.03	1.54	2.05	2.93	4.40	6.72	10.26	15.48	22.96	33.43	47.84	67.37	93.54	128.35	174.39	235.13	315.21	420.95	561.08
36	1.02	1.49	1.94	2.75	4.10	6.26	9.57	14.49	21.60	31.64	45.53	64.48	90.00	124.10	169.36	229.27	308.46	413.26	552.38
50	1.02	1.42	1.82	2.53	3.74	5.68	8.70	13.23	19.84	29.27	42.45	60.56	85.14	118.18	162.30	220.95	298.80	402.16	539.74
75	1.02	1.35	1.69	2.30	3.33	5.02	7.69	11.74	17.73	26.37	38.58	55.55	78.82	110.38	152.84	209.67	285.53	386.74	522.01
100	1.01	1.31	1.61	2.14	3.07	4.60	7.02	10.74	16.28	24.34	35.84	51.95	74.19	104.56	145.68	201.02	275.23	374.64	507.95
200	1.01	1.22	1.44	1.84	2.54	3.71	5.60	8.56	13.05	19.73	29.43	43.30	62.82	89.95	127.29	178.30	247.63	341.59	468.90
500	1.01	1.14	1.29	1.55	2.02	2.82	4.14	6.24	9.50	14.45	21.83	32.64	48.25	70.49	101.85	145.69	206.57	290.75	406.87

Valori di N_q^* per pali di diametro maggiore a 80.0 cm.

L/Δ	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.16	3.09	3.95	5.04	6.44	8.22	10.50	13.41	17.12	21.87	27.92	35.65	45.53	58.14	74.24	94.80	121.05	154.57	197.38
12	1.21	3.14	3.98	5.05	6.42	8.14	10.34	13.13	16.68	21.18	26.90	34.17	43.41	55.15	70.07	89.03	113.13	143.77	182.72
20	1.26	3.18	4.01	5.06	6.39	8.06	10.18	12.85	16.23	20.49	25.88	32.69	41.29	52.16	65.89	83.26	105.21	132.97	168.06
28	1.30	3.22	4.04	5.07	6.36	7.99	10.02	12.57	15.78	19.81	24.86	31.20	39.17	49.16	61.72	77.49	97.29	122.16	153.40
36	1.35	3.27	4.07	5.08	6.34	7.91	9.86	12.30	15.33	19.12	23.84	29.72	37.04	46.17	57.55	71.72	89.38	111.36	138.75
44	1.39	3.31	4.10	5.09	6.31	7.83	9.70	12.02	14.88	18.43	22.81	28.23	34.92	43.18	53.38	65.95	81.46	100.56	124.09
52	1.44	3.35	4.14	5.10	6.29	7.75	9.54	11.74	14.44	17.74	21.79	26.75	32.80	40.19	49.21	60.18	73.54	89.76	109.43
56	1.46	3.37	4.15	5.10	6.27	7.71	9.46	11.60	14.21	17.40	21.28	26.00	31.74	38.70	47.12	57.30	69.58	84.36	102.10
60	1.49	3.39	4.17	5.11	6.26	7.67	9.38	11.46	13.99	17.06	20.77	25.26	30.68	37.20	45.03	54.42	65.62	78.96	94.77
65	1.51	3.42	4.19	5.12	6.25	7.62	9.28	11.29	13.71	16.63	20.13	24.33	29.35	35.33	42.43	50.81	60.67	72.21	85.61

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

Formulazione di Vesic per base poggianti su terreni sciolti (1975)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - \sin(\phi)} \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot I_{rr}^{\frac{4 - \sin(\phi)}{8 \cdot (1 + \sin(\phi))}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) \cdot \text{tg}(\phi)}$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon_p \cdot I_r} \quad \varepsilon_p = \frac{q_p \cdot \alpha}{E_t} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}{(1 - \nu)}$$

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$I_r = \frac{E_t}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot (c + q_p \cdot \alpha \cdot \text{tg}(\phi))}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = \frac{4}{3} \cdot (\log_n(I_{rr}) + 1) + \frac{\pi}{2} + 1$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- E_t modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- ν coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- α coefficiente di riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo

Nel caso in cui si scelga di effettuare la riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo (cioè $\alpha \neq 1$) il coefficiente di riduzione " α " assume la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{1 + 2 \cdot K_0}{3} \quad \text{dove: se } \phi \neq 0 \Rightarrow K_0 = 1 - \sin(\phi); \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

Formulazione di Janbu per base poggianti su terreni sciolti (1976)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \left(\text{tg}(\phi) + \sqrt{1 + \text{tg}^2(\phi)} \right)^2 \cdot e^{2 \cdot \vartheta \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr \quad \text{dove "Dr" è la densità relativa del terreno.}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 5.74$$

Formulazione di Terzaghi per base poggianti su roccia (1943)

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto

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

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

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

$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \text{tg}(\phi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz per base poggianti su roccia (1968)

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

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

CARICO LIMITE VERTICALE LUNGO LA SUPERFICIE LATERALE DEL PALO

Il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo è dato dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali che si sviluppano all'interfaccia palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int_{\Gamma} \tau_{\text{lim}} \cdot d\Gamma = \int_0^L (c_a + \sigma_h \cdot \text{tg}(\delta)) \cdot P_{\text{lat}} \cdot dz$$

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- χ_a adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- σ_h tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- δ angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- Π_{lat} perimetro della sezione trasversale del palo alla generica profondità "z"
- L sviluppo longitudinale del palo

Analogamente al carico limite alla punta, anche il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo varia notevolmente a seconda che esso sia del tipo "infisso" o "trivellato" a causa del diverso comportamento del terreno circostante in palo. Conseguentemente i parametri sopra riportati possono essere correlati da leggi diverse in funzione delle modalità di esecuzione del palo. Di seguito si descrivono quelle che sono state implementate.

L'adesione " c_a " è correlata alla coesione " c " nel caso di condizioni drenate; oppure alla coesione non drenata " c_u " nel caso di condizioni non drenate, per mezzo del coefficiente d'adesione " ψ " secondo la seguente relazione:

$$c_a = c_* \cdot \psi \quad \text{dove: } c_* = c \text{ (in condizione drenata);}$$

$$c_* = c_u \text{ (in condizione non drenata).}$$

Esprimendo il valore di " c " in N/cm², il coefficiente d'adesione " ψ " può assumere i seguenti valori:

Caquot-Kerisel (consigliato per pali trivellati)

$$\psi = \frac{100 + c_*^2}{100 + 7 \cdot c_*^2}$$

Meyerhof-Murdock (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_*$$

$$\text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_*$$

Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.80$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

Woodward (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 4.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 4.00 < c_* \leq 8.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } 8.00 < c_* \leq 12.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.50$$

$$\text{se } 12.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.30$$

Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 1.00$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 10.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.70$$

$$\text{se } 10.00 < c_* \leq 15.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.50$$

$$\text{se } 15.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.30$$

Il valore della tensione orizzontale " σ_h " è correlato al valore della pressione verticale " σ_v " per mezzo del coefficiente di spinta orizzontale " K_s " secondo la seguente relazione:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_s$$

Il valore di " K_s " dipende essenzialmente dal tipo di terreno e dal suo stato d'addensamento nonché dalla tecnologia utilizzata per l'installazione.

Il programma permette di scegliere tra differenti teorie per il calcolo di K_s .

Opzione 1:

Metodo "Tomlinson (1971)"

K_s può variare da un limite inferiore pari al coefficiente di spinta a riposo " K_0 " fino a valori prossimi al coefficiente di spinta passiva " K_p "; i valori proposti sono:

pali trivellati: $K_s = K_0 = 1 - \tan(\phi)$

pali infissi: K_s è variabile da: $K_p = 1 + \tan^2(\phi)$ in sommità fino a $K_0 = 1 - \tan(\phi)$ alla punta

Opzione 2:

Metodo di "Kulhavy (1983)"

pali trivellati: $K_s = \alpha K_0$ con α variabile tra 2/3 e 1

pali infissi: $K_s = \alpha K_0$ con α variabile da 3/4, per compattazione del terreno trascurabile, fino a 2, nel caso di compattazione significativa.

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio all'interfaccia terreno-palo " δ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

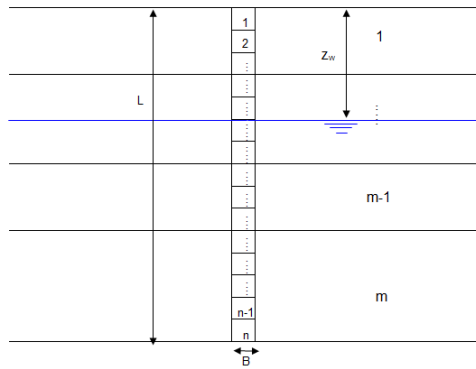
$$\delta = \arctg(\tan(\phi)) \quad (\text{per pali trivellati}) \quad \delta = \arctg\left(\frac{3}{4} \cdot \tan(\phi)\right) \quad (\text{per pali infissi})$$

DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI DI FONDAZIONI PROFONDE

Per la determinazione del comportamento del palo singolo sottoposto a carichi applicati alla sommità, si fa riferimento all'approccio semiempirico delle curve di trasferimento (Coyle e Reese (1966)). Il metodo delle curve di trasferimento è basato su dati provenienti da prove di carico su pali strumentati; elaborando tali dati è possibile costruire le curve di trasferimento che legano la tensione tangenziale mobilitata all'interfaccia palo-terreno lungo un concio del palo con lo spostamento relativo.

La curva di trasferimento si ottiene con una procedura che prevede i seguenti passi:

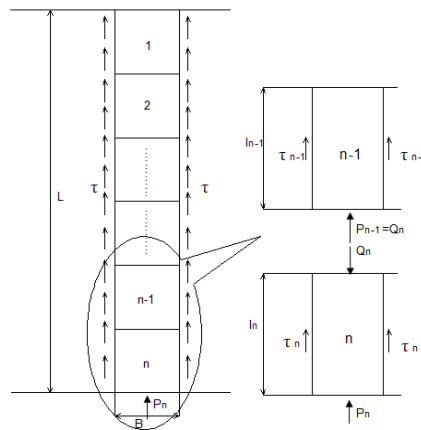
1. Suddivisione del palo in n conci



2. Definizione della resistenza limite del palo sulla base delle caratteristiche geometriche e delle caratteristiche del terreno. In presenza di terreno stratificato la resistenza sarà uguale alla sommatoria delle resistenze limite di ogni strato di terreno attraversato dal palo.

3. Si assegna all'estremità inferiore del palo (concio n) un cedimento W_p .

4. Si considera la curva di trasferimento appropriata (carico alla punta-cedimento) in base alla tecnologia costruttiva e al tipo di terreno presente e, noto il cedimento W_p , si ricava il carico alla punta P_n .



5. Si ipotizza che il cedimento alla base del concio W_p sia uguale al cedimento W_n che si verifica a metà del concio ($W_p=W_n$).

6. Con il valore di W_n si entra nell'appropriata curva di trasferimento (carico laterale-cedimento) e, nota la resistenza tangenziale limite, si ricava la tensione tangenziale mobilitata.

7. Il carico Q_n agente sulla sommità del concio n-esimo è dato da:

$$Q_n = P_n + \tau_n \pi B l$$

Dove:

$$l = \frac{L}{n}$$

8. Si calcola l'abbassamento elastico in corrispondenza della metà del concio n

$$V_n = \frac{Q_n + P_n}{2} \frac{2l}{\pi B^2 E_p}$$

9. Si somma il valore calcolato di V_n con il valore di cedimento W_p ipotizzato inizialmente:

$$W_n' = V_n + W_p$$

10. Se il valore Wn' differisce in maniera significativa dal valore di Wn si riparte da passo 3 entrando nella curva di trasferimento con il valore di Wn' .

11. Quando si ottiene la giusta convergenza si passa a considerare il concio (n-1) e così via fino ad arrivare alla testa del palo.

Il risultato di questa procedura è una curva carico-cedimento con la quale è possibile ricavare i cedimenti sulla base del carico applicato.

SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

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

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- X elem. ascissa nel riferimento globale dell'elemento
- Y elem. ordinata nel riferimento globale dell'elemento
- Profon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lungh. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Altez. altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Rotaz. rotazione dell'elemento rispetto al suo baricentro
- Grup. ap. nel caso cui l'elemento faccia parte di una palificata, rappresenta il numero identificativo della stessa
- Ind. Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Tip. iniez. tipologia d'iniezione dei micropali ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (No iniez. = assenza d'iniezione, Iniez.uni. = iniezione unica, Iniez.rip. = iniezione ripetuta)
- Tip. ter. tipologia di terreno ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (Coes. = coesivo, Inc. = incoerente)
- Dia. P. diametro fusto del palo
- Lun. P. lunghezza totale del palo
- Lun. L. lunghezza tratto del palo senza contributo di terreno
- Dis. P. distanza del baricentro del palo dal bordo del plinto
- In. Px interasse principale del palo
- In. Py interasse secondario del palo
- Dia. B. diametro bulbo del palo
- Lun. B. lunghezza della sbulbatura del palo
- E.C.V. coefficiente d'efficienza per carico limite verticale del singolo palo
- E.C.C. coefficiente d'efficienza per carico critico verticale del singolo palo
- E.C.T. coefficiente d'efficienza per carico limite trasversale del singolo palo
- Svin. testa codice di svincolo alla rotazione in testa al palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Vin. piede codici di vincolo rispettivamente alla rotazione orizzontale, traslazione orizzontale e traslazione verticale applicabili al piede del palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Asc. X' ascissa del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Asc. Y' ordinata del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Peso spec. peso specifico del palo
- Mod. El. Pa. modulo elastico normale del palo

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- S. Normale sollecitazione normale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento

(riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)

- S. Tagliante X' sollecitazione tagliante lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Tagliante Y' sollecitazione tagliante lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale X' sollecitazione flessionale lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale Y' sollecitazione flessionale lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Torsionale sollecitazione torsionale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)

Valori di calcolo per le fondazioni profonde

- Port. punta carico limite verticale alla punta del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. lat. carico limite verticale lungo la superficie laterale del fusto del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. bulbo carico limite verticale lungo la superficie laterale del bulbo del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- C. Critico carico critico per l'instabilità del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Attr. Neg. attrito negativo agente sul palo (valore su singolo palo)
- Peso Palo peso totale del singolo palo
- Cmb numero e tipologia della combinazione di carico
- S. Norm. sollecitazione normale agente alla testa del palo in esame
- V. V. Com. resistenza a compressione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- V. V. Tra. resistenza a trazione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Com. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a compressione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a trazione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- S. Tagl. sollecitazione tagliante agente alla testa del palo
- S. Fles. sollecitazione flessionale agente alla testa del palo
- V. V. Trs. resistenza trasversale del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione tagliante agente alla testa del palo e la sua resistenza trasversale (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ced. V. cedimento verticale in corrispondenza della testa del palo
- Ced. H. cedimento orizzontale in corrispondenza della testa del palo

PARAMETRI DI CALCOLO

Modalità di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde:

Per elementi con pali: Portanza di punta e laterale

Per elementi con micropali: Portanza di punta e laterale

Metodi di calcolo della portanza di punta per fondazioni profonde:

Per terreni sciolti: Vesic

Riduzione della tensione litostatica: No

Per terreni lapidei: Terzaghi

Riduzione di Kishida per pali battuti o trivellati: Sì

Metodo di calcolo del coefficiente di spinta orizzontale Ks: Tomlinson

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per Tensioni Ammissibili e S.L.E. nel calcolo della portanza per fondazioni profonde:

Coeff. di sicurezza alla punta: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il fusto: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il bulbo: 2,50

Coeff. di sicurezza per palo in trazione: 2,50

Combinazioni di carico:

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

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.U. nel calcolo della portanza per pali trivellati:

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

- Coeff. M1 per Tan ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1,00
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1,00
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1,00
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25
- Coeff. R3 trasversale: 1,30

Fattore di correlazione Verticale: 1,70

Fattore di correlazione Trasversale: 1,70

ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 3

Profondità falda: assente

Strato n. Neg.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito
1	da 0,0 a -7000,0 cm	7000,0 cm	001 / Sabbia Limosa (1)	Assente
2	da -7000,0 a -17000,0 cm	10000,0 cm	002 / Sabbia limosa (2)	Assente
3	da -17000,0 a -27000,0 cm	10000,0 cm	003 / Limo argilloso	Assente

ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Sabbia Limosa (1)**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,843 E-3	1,900 E-3	26,000	0,020	66,640	112,000	60,0	0,360	0,98

Indice / Descrizione terreno: **002 / Sabbia limosa (2)**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,912 E-3	1,951 E-3	27,000	0,024	89,762	146,000	60,0	0,353	0,98

Indice / Descrizione terreno: **003 / Limo argilloso**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,953 E-3	1,970 E-3	27,500	0,089	109,662	176,000	60,0	0,350	0,91

DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 11 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
100,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	11	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 12 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
1300,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	12	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 15 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	15	001					
Piede singolo: Piedregia paina a vendita													
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0	
Piede doppio: Piedregia paina a vendita													
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 16 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
1300,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	16	001					
Dati generali: 10 - 1 - 1 - 0 -													

Elemento: 41 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

Elemento: 41 - 1° al singolo - Tipologia paini: triveneta												
X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.				
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.				
300,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	41	001				
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0
Palo	Asc. X'	Ord. Y'										
n.	cm	cm										
1	0,0	0,0										

Elemento: 46 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

Elementi: 45 - 1.000												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Elemento: 49 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
700,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	49	001					
Dati di riferimento													
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0	
Dati di riferimento													
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 54 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

Elementi di base												
X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.				
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.				
900,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	54	001				
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0
Palo	Asc. X'	Ord. Y'										
n.	cm	cm										
1	0,0	0,0										

Elemento: 57 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

Elementi di base per la compilazione del modulo di richiesta di autorizzazione												
X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.				
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.				
1100,0	300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	57	001				
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice
100,0	1800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 0
Palo	Asc. X'	Ord. Y'										

n. cm cm
1 0,0 0,0

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE PER FONDAZIONI PROFONDE**Elemento: 11 - Palo singolo**

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-69970.0	-225013.9	0,311	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-69970.0	-1827.1	9349.8	1695000.0	874000.0

Elemento: 12 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-69970.0	-225013.9	0,311	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-69970.0	1827.1	9349.8	1695000.0	-874000.0

Elemento: 15 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-49360.0	-225013.9	0,219	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-49360.0	-1998.9	9891.6	1956000.0	973500.0

Elemento: 16 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-49360.0	-225013.9	0,219	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-49360.0	1998.9	9891.6	1956000.0	-973500.0

Elemento: 41 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-85280.0	-225013.9	0,379	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-85280.0	-2216.4	9465.1	1732000.0	1062000.0

Elemento: 46 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-76470.0	-225013.9	0,340	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
-----	------	-------	---	----	----	----	----

n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-76470.0	-1051.8	9798.6	1878000.0	511500.0

Elemento: 49 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-102800.0	-225013.9	0,457	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-102800.0	0.0	9322.8	1644000.0	0.0

Elemento: 54 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-76470.0	-225013.9	0,340	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-76470.0	1051.8	9798.6	1878000.0	-511500.0

Elemento: 57 - Palo singolo

$N_q = 10.719$, $\sigma_{punta} = 3.317$, $\phi = 23.0$, $N_c = 22.898$, $c_{punta} = 0.020$

Port. lat. = 268017.4 daN, Port. punta = 282889.7 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-85280.0	-225013.9	0,379	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-85280.0	2216.4	9465.1	1732000.0	-1062000.0

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI PROFONDE**Elemento: 11 - Palo singolo**

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-57880.0	0.097

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-57880.0	-1523.7	7476.5	1364000.0	729100.0

Elemento: 12 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-57880.0	0.097

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-57880.0	1523.7	7476.5	1364000.0	-729100.0

Elemento: 15 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-41750.0	0.070

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-41750.0	-1668.4	7924.9	1580000.0	812300.0

Elemento: 16 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-41750.0	0.070

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-41750.0	1668.4	7924.9	1580000.0	-812300.0

Elemento: 41 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-70640.0	0.118

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-70640.0	-1843.9	7568.6	1393000.0	884200.0

Elemento: 46 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-64300.0	0.107

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-64300.0	-874.4	7841.2	1513000.0	425100.0

Elemento: 49 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-85260.0	0.142

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-85260.0	0.0	7444.0	1318000.0	0.0

Elemento: 54 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-64300.0	0.107

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-64300.0	874.4	7841.2	1513000.0	-425100.0

Elemento: 57 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
003 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-70640.0	0.118

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLE rare	No	-70640.0	1843.9	7568.6	1393000.0	-884200.0

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA ORIZZONTALE PER FONDAZIONI PROFONDE**Elemento: 11 - Palo singolo**

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
002	SLU STR	1	0.000	0.000	11968.4	P. Lungo	10690020.0	14952.6	0,800	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
002	SLU STR	No	-62110.0	-1451.7	11880.0	2034000.0	690300.0

Elemento: 12 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
002	SLU STR	1	0.000	0.000	11968.4	P. Lungo	10690020.0	14952.6	0,800	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
002	SLU STR	No	-62110.0	1451.7	11880.0	2034000.0	-690300.0

Elemento: 15 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12459.0	P. Lungo	9806252.0	13498.7	0,923	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-31100.0	-1567.1	12360.0	2264000.0	767300.0

Elemento: 16 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12459.0	P. Lungo	9806252.0	13498.7	0,923	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-31100.0	1567.1	12360.0	2264000.0	-767300.0

Elemento: 41 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12167.2	P. Lungo	11022970.0	15110.0	0,805	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-74300.0	-1822.2	12030.0	2080000.0	870400.0

Elemento: 46 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12400.9	P. Lungo	10449800.0	14548.8	0,852	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-53410.0	-874.9	12370.0	2228000.0	427100.0

Elemento: 49 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12000.0	P. Lungo	11412000.0	16148.9	0,743	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-88760.0	0.0	12000.0	2041000.0	0.0

Elemento: 54 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12400.9	P. Lungo	10449800.0	14548.8	0,852	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-53410.0	874.9	12370.0	2228000.0	-427100.0

Elemento: 57 - Palo singolo

Cmb. n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc. -	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
002	SLU STR	1	0.000	0.000	12167.2	P. Lungo	11022970.0	15110.0	0,805	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
002	SLU STR	No	-74300.0	1822.2	12030.0	2080000.0	-870400.0

Guardiagrele, lì 22.01.2024

IL PROGETTISTA E DD.LL.

- DOTT. ING. GIACINTO BONANNI -