



**REGIONE PUGLIA**  
**Provincia di BARI**  
**SANTERAMO IN COLLE**



OGGETTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO  
 NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA'  
 VALLONE DELLA SILICA**

COMMITTENTE

**Q-ENERGY RENEWABLES 2 S.r.l.**

Via Vittor Pisani, 8/a - 20124 Milano (MI)  
 PEC: q-energyrenewables2sril@legalmail.it  
 P.IVA: 12490070963

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 23\_03\_EO\_STC



**PHEEDRA S.r.l.** Via Lago di Nemi, 90  
 74121 - Taranto  
 Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285  
 e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

**Direttore Tecnico : Dott. Ing. Angelo Micolucci**



1	Luglio 2023	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

**RELAZIONE GEOTECNICA**

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	STC	CIV	REL	026	01	STC-CIV-REL-026_01	

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3. PROPRIETÀ FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI .....	4
3.1. Caratteristiche geotecniche dei terreni .....	7
4. CARATTERISTICHE SISMICHE.....	9
5. INDAGINI DA ESEGUIRE.....	10
6. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA, VERIFICHE DELLE FONDAZIONI DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA .....	13
7. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA, VERIFICHE DELLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI.....	22
7.1. Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde.....	24
7.2. Carico limite verticale alla punta del palo .....	25
7.3. Carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo.....	31
8. TABULATI DI CALCOLO .....	34
8.1. Simbologia adottata nei tabulati di calcolo .....	34
8.2. Parametri di calcolo .....	36
8.3. Combinazioni di carico.....	36
8.4. Archivio stratigrafie .....	37
8.5. Archivio terreni.....	37
8.6. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde.....	38
8.7. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali.....	39
8.8. Valori di calcolo della portanza per fondazioni profonde.....	48
8.9. Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali .....	50
8.10. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde .....	53
8.11. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali .....	55
8.12. Particolare costruttivo fondazione .....	57

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica, e la conseguente immissione dell'energia prodotta, attraverso la dedicata rete di connessione, sino alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 5 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW da installare nel territorio dei Comune di Santeramo in Colle (BA) in località "Vallone della Silica", con opere di connessione ricadenti nel medesimo comune e nel comune di Matera (MT), commissionato dalla società Q-Energy Renewables 2 Srl.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato che collegherà l'impianto alla futura Sottostazione 30/150 kV nel comune di Santeramo in Colle (BA) per poi connettersi in antenna in alta tensione allo stallo predisposto nell'ampliamento della Stazione Elettrica 150/380 kV sul territorio del comune di Matera (MT).

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto (tipo 7.2-162 della Vestas) fa parte di una classe di macchine che possono essere dotate di generatore diversa potenza, in funzione delle esigenze progettuali.

L'impianto eolico è caratterizzato dagli elementi di seguito elencati:

- n° 5 aerogeneratori;
- n° 5 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- n° 5 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- un'area temporanea di cantiere e manovra;
- nuova viabilità;
- un cavidotto interrato in media tensione di circa 13,1 km per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori fino alla sottostazione 150/30 kV;
- un cavidotto interrato in alta tensione di circa 300 m per il trasferimento dell'energia dalla sottostazione alla stazione elettrica 380/150 kV a Matera (MT).

La presente relazione, nel dettaglio, descrive **l'interazione geotecnica** delle opere di fondazione delle strutture in relazione alle caratteristiche geomeccaniche del terreno.

## 2. NORMATIVA 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.";

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 3 di 58
---	----------------------	----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

- **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 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019 del C.S.LL.PP.** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»

### 3. PROPRIETÀ FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI

Il sito in studio ricade interamente sul foglio IGM 189 "Altamura" della carta d'Italia scala 1:100.000.

Gli elementi al 5.000 interessati sono elemento n° 473051 "Murgi Morsara" e l'elemento n. 473064 "Masseria di Santo" Strutturalmente l'area in studio si colloca nel settore centro occidentale delle Murge. Nel contesto geodinamico e strutturale del Bacino del Mediterraneo, tale area della Puglia, costituisce una porzione di litosfera continentale allungata in senso NNO-SSE la cui natura (Promontorio africano o microplacca indipendente) è ancora dibattuta (e.g. Channel et al., 1979; Bosellini, 2002). Questo settore costituisce l'area di avampaese stabile (Avampaese adriatico). In tale contesto, le Murge rappresentano, insieme al Salento, parte del più esteso tratto affiorante dell'Avampaese adriatico (Avampaese apulo sensu D'Argenio et al., 1973; Ricchetti et al., 1988). Tale settore, individuatosi nel Cenozoico, durante l'orogenesi appenninica, è costituito in prevalenza da una regione carbonatica autoctona poco deformata che attualmente si individua sia in aree emerse che sommerse (e.g. Ricchetti et al., 1988).

Nei suoi caratteri essenziali, l'Avampaese Apulo presenta una struttura crostale uniforme costituita da un basamento cristallino Variscano e da una copertura sedimentaria spessa circa 6 km. La copertura sedimentaria è stratigraficamente contrassegnata da facies terrigene fluvio-deltizie permio - triassiche (Verrucano), da evaporiti triassiche (Anidrite di Burano) e da una potente impalcatura carbonatica di piattaforma di età giurassico – cretacea (Ricchetti et al., 1988).

I calcari di piattaforma presentano in prevalenza facies ristrette depositatesi in un ampio dominio di piattaforma interna facente parte della Piattaforma apula (sensu D'Argenio, 1974). Durante il Mesozoico, la Piattaforma apula era una delle cosiddette piattaforme periadriatiche (D'Argenio, 1974), localizzate lungo il margine meridionale della Tetide e da molti autori comparate alle Bahamas per le facies carbonatiche presenti, per la forma, per le dimensioni, per i tassi di subsidenza e per l'architettura interna (Bernoulli, 2001). Dal punto di vista litostratigrafico la successione carbonatica mesozoica affiorante nelle Murge è stata suddivisa in due formazioni (Valduga, 1965; Ciaranfi et al., 1988):

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 4 di 58
---	----------------------	----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

il Calcare di Bari (Valanginiano pro parte – Turoniano inferiore), spesso circa 2.000 m, ed il Calcare di Altamura (Turoniano sup. - Maastrichtiano), spesso circa 1.000 m, separate da una discontinuità stratigrafica marcata da depositi bauxitici del Turoniano (Ricchetti et al., 1988).

In particolare, la successione stratigrafica dei luoghi si compone, dall'alto verso il basso, di termini riferibili alle seguenti unità:

- **“Depositi alluvionali terrazzati ciottolosi e sabbiosi”** (I), depositi prevalentemente ciottolosi e siltosi con lenti di ciottoli sui fianchi dei torrenti.
- **“Argille calcigne”** (qa1), argille grigie con concrezioni biancastre;
- Le **“Calcareniti di M.te Castiglione”**(Qcs) Di età post - calabriana, sono costituite da calcareniti per lo più grossolane, compatte e da calcari grossolani tipo "panchina", di colore grigio - giallastre, dello spessore intorno a 2-4 m. Stratigraficamente succedono alle Argille del Bradano.
- **“Argille di Gravina”** (Qac) Argille azzurre con fossili marini. Si sovrappongono alle Calcareniti di Gravina in concordanza angolare e non differiscono dalle argille grigio – azzurre plio-pleistoceniche dell'appennino. Affiorano, ai margini della fossa bradanica, lungo il contatto con i calcari delle Murge.
- Le **“Calcareniti di Gravina o tufo di Gravina”** contraddistinte con la sigla (Qcc) di età Pliocenica, trasgressive sul Calcare di Altamura. Si tratta di calcareniti organogene, variamente cementate, porose, bianco giallognole, costituite da clastici derivati dalla degradazione dei calcari cretaci nonché da frammenti fossiliferi; alla base della formazione si riscontra un conglomerato a ciottoli calcarei con matrice calcarea rossastra.
- Sui Calcari di Altamura poggia lo strato dei **“Tufi delle Murge”** (Qca), originatisi nel Pleistocene Superiore, si tratta di calcareniti bianche o giallastre più o meno cementate, a grana da media a grossolana, formate quasi completamente da bioclasti di molluschi, foraminiferi bentonici, alghe al 99% di carbonato di calcio. Lo spessore della formazione varia da pochi decimetri fino a 80 m circa. L'età è riferibile al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore. Il contatto con i sottostanti calcari è trasgressivo.
- I **“Calcari di Altamura”**(C10-5), di età senoniana, costituiscono il basamento delle rocce sedimentarie plio-pleistoceniche; rappresentano ottimi terreni di posa delle fondazioni. La roccia si presenta più o meno fratturata, a grana fine, ben stratificata, con spessori variabili da pochi cm ad oltre il metro, ed è rappresentata localmente da calcari detritici di colore dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre. A questi si associano termini residuali limoso-argillosi rossastri ("terre rosse"), sia di deposizione primaria (caratterizzati da geometrie lenticolari, da modesta estensione e da spessore raramente superiore a metri 1), sia di colmamento delle principali discontinuità strutturali della massa rocciosa. La genesi di tali discontinuità è imputabile a cause meccaniche ("fratturazione") e chimiche ("dissoluzione carsica").

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 5 di 58
---	----------------------	----------------

L'intersezione di queste discontinuità strutturali con quelle di origine sedimentaria ("giunti di stratificazione") determina la scomposizione dell'ammasso roccioso in blocchi, a geometrie vagamente regolari, di volumetrie comprese tra pochi centimetri cubici e svariati decimetri cubici. Laddove più intensa è la sconnessione, le acque vadose acidulate hanno avuto modo di svolgere, nel tempo, una sensibile azione aggressiva nei confronti dei carbonati, sino a generare fenomenologie carsiche, esplicate in cavità sotterranee anche d'imponenti dimensioni. Queste hanno sviluppo prevalentemente sub-orizzontale e sono organizzate in sistemi interconnessi che impegnano livelli ampiamente estesi. Collegate tra loro da una rete di canalicoli, sono, a volte, in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, sia tramite fessure beanti che con apparati maggiormente evoluti, quali vore ed inghiottitoi. La carsogenesi, particolarmente sviluppata nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con la natura litologica e con l'assetto tettonico delle facies carbonatiche. Particolarmente sensibili sono i litotipi porosi (calcari biancastri) e quelli interessati da giunti di stratificazione e di fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo dei vuoti carsici segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fratturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE. Lo spessore complessivo dell'unità carbonatica è superiore a 3000 mt. ed è troncato in alto da una netta superficie di abrasione.



Stralcio del foglio 189 Carta geologica d'Italia

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

A riguardo della caratterizzazione stratigrafica, in base alle considerazioni geologiche e geotecniche espresse nei capitoli precedenti,

l'area su cui verranno installati gli aereogeneratori WTG1-WTG2-WTG3 appartiene alla categoria C, mentre i terreni su cui sorgeranno WTG4-WTG5 sono assimilabili alla categoria B.

### 3.1. Caratteristiche geotecniche dei terreni

La raccolta dei dati dei principali parametri geotecnici, si è basata sull'analisi proveniente da indagine bibliografica e dal rilevamento geologico effettuato dallo scrivente nei terreni interessati dalla realizzazione delle 5 torri eoliche oltre alle opere di connessione e dai cavidotti.

Come si può notare dalla carta geologica allegata, gli aereogeneratori n. 1- 2-3 saranno collocati sui terreni appartenenti ai depositi alluvionali recenti (depositi ciottolosi e siltosi). Gli aereogeneratori 4-5 saranno ubicati su roccia calcarenitica ben cementata (Calcareniti di Monte Castiglione).

Dal rilevamento geologico di dettaglio, dai dati bibliografici e dall'analisi di indagini geognostiche eseguite in aree limitrofe (aventi le stesse caratteristiche geologico-stratigrafiche), sono stati riconosciuti affioramenti di materiale di origine alluvionale e residuale nella zona nord-ovest (WTG 01-02- 03) e di materiale sabbioso terrazzato verso sud-est (WTG 04-05). I parametri geotecnici dei depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi e delle calcareniti dedotte da indagini pregresse ha restituito i risultati i seguenti:

#### DEPOSITI ALLUVIONALI

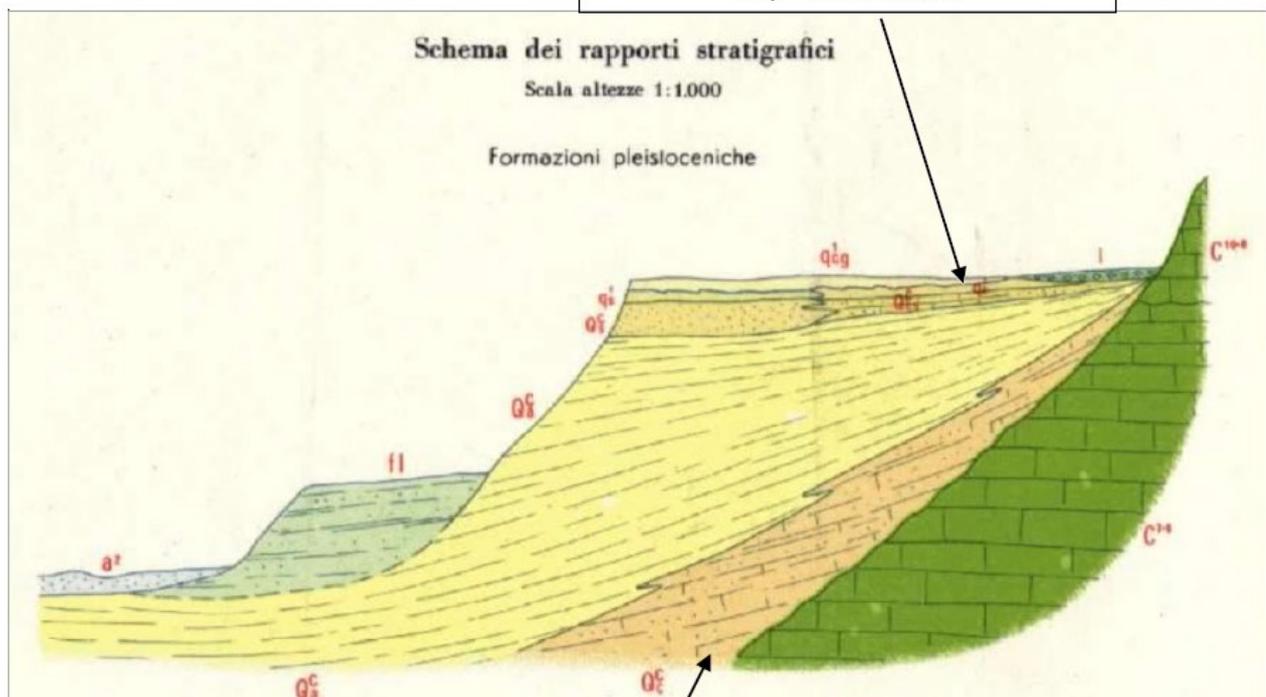
Densità relativa	(%)	100
Angolo di attrito	(°)	41
Modulo di Young	(kg/cmq)	329
Modulo edometrico	(kg/cmq)	132
Classificazione AGI		Molto Addensato
Coesione	(kg/cmq)	0.0
Peso di volume	(gr/cmc)	2.24
Modulo di Poisson		0.25
Modulo di def. a taglio	(kg/cmq)	2617

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 7 di 58
---	----------------------	----------------

## CALCARENITE POST CALABRIANA

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DELLA CALCARENITE POST-CALABRIANA	
Peso di Volume (g/cm <sup>3</sup> )	1,8 - 2,0
Contenuto d'acqua (%)	15 - 25
Peso specifico dei grani (g/cm <sup>3</sup> )	1,9 - 2,1
Porosità (%)	40
Angolo di attrito (°)	31- 33
Coesione	0
Limite Liquido (LL)	< 30%
Indice Plastico (IP)	<10%

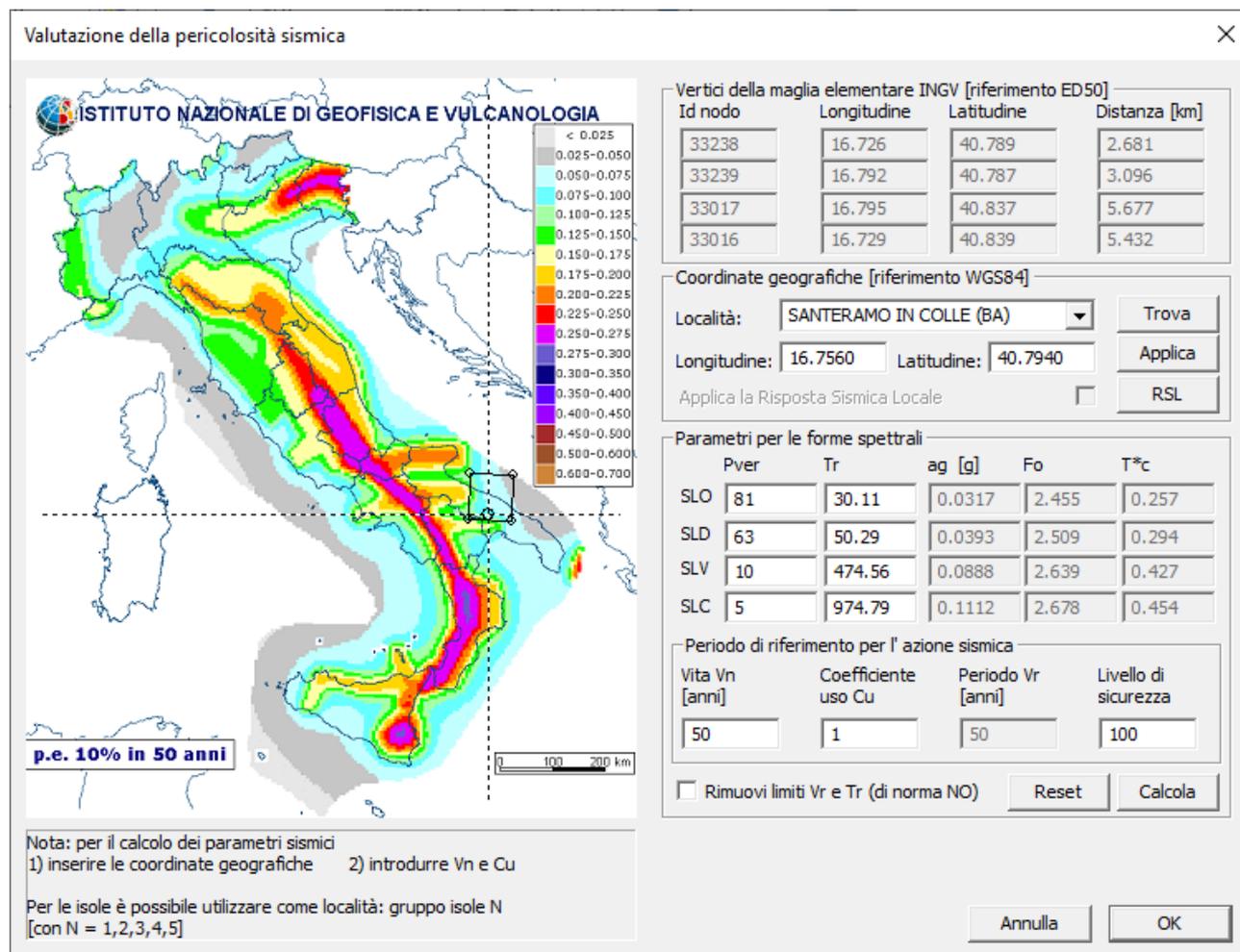
Terreno di fondazione di WTG 01-02-03  
 Depositi alluvionali



Terreno di fondazione di WTG 04-05  
 Calcareniti compatte

## 4. CARATTERISTICHE SISMICHE

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani il territorio di Santeramo in Colle rientra nelle "Zone sismiche 3". (Cfr. Carta Zone Sismiche A riguardo della caratterizzazione stratigrafica, in base alle considerazioni geologiche e geotecniche espresse nei capitoli precedenti, l'area su cui verranno installati gli aereogeneratori WTG1-WTG2-WTG3 appartiene alla categoria C, mentre i terreni su cui sorgeranno WTG4-WTG5 sono assimilabili alla categoria B.



Inoltre, nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 2003, l'intervento risulta collocato dal punto di vista sismico nella Zona 2 sulla base dei valori di accelerazione orizzontale del suolo ( $a_g$ ) compresi tra 0.10 e 0.15, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

I valori di pericolosità sismica riportati dalle seguenti carte sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_g$  = frazione della accelerazione di gravità), riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s ovvero cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005), con probabilità di eccedenza in 50 anni pari a: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5% e 2%.

**Si ribadisce che in questa fase i valori di  $a_g$  sono prettamente statistici, in fase esecutiva di progetto, per valutare la reale corrispondenza di tali valori bisognerà ricorrere alla procedura di analisi contenuta nella Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.**

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

## 5. INDAGINI DA ESEGUIRE

Nella presente relazione sono riportate le indagini che si intendono effettuare in fase esecutiva ai fini di una dettagliata caratterizzazione dei terreni e definire così, mediante prove di laboratorio, i parametri fisici e meccanici, utili al dimensionamento della fondazione degli aerogeneratori di progetto.

Nel dettaglio, ogni singola area sarà interessata da indagini geologiche e geotecniche commisurate all'entità dell'area da indagare. Per il progetto in esame si prevede la realizzazione di n°1 sondaggi in corrispondenza di ogni fondazione da realizzare.

Le indagini geotecniche che si andranno a realizzare sono del tipo diretto e indiretto.

Le **indagini di tipo diretto** consentono di indentificare la successione lito-stratigrafica del sottosuolo a profondità di interesse ingegneristico, stimare le caratteristiche geotecniche dei terreni attraverso la realizzazione di prove geotecniche in sito, monitorare i parametri geologici e geotecnici in grado di condizionare il sistema opera – terreno (pressioni neutre, cedimenti, spostamento lungo piano di frana, ecc.).

Si prevedono per questa tipologia:

- **Sondaggi verticali** a carotaggio continuo (figura 2) da realizzare fino ad una profondità di 30 metri utilizzando carotiere con punta scelta in funzione della tipologia di terreno indagato. Questo permetterà di estratte carote e campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche e di laboratorio. Le prove di laboratorio permetteranno di individuare le caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno indagato



<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 10 di 58
---	----------------------	-----------------



*Figura 1 - Sondaggio verticale con carotiere*

**Indagini di tipo indiretto**, sono per lo più indagini geofisiche, nel dettaglio tecniche di indagine, capaci di fornire un'immagine globale e continua del sottosuolo sulla base della distribuzione dei parametri fisici misurati.

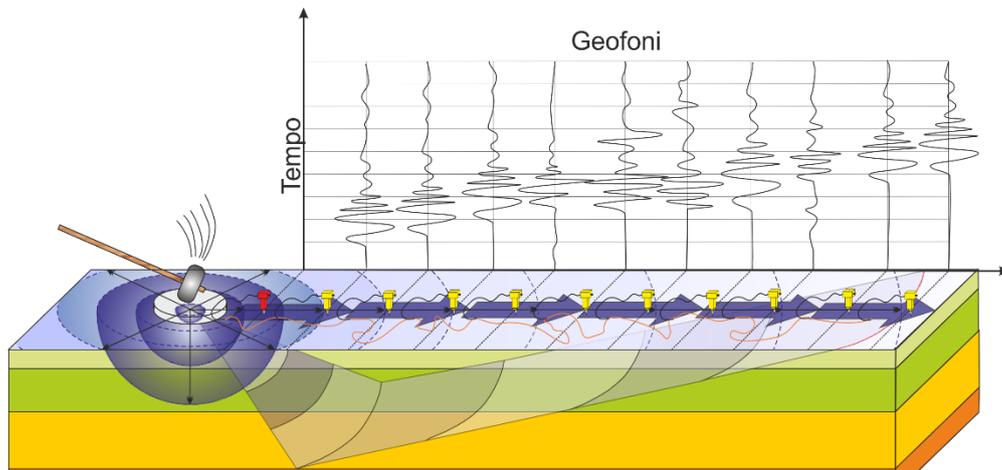
Si prevedono per questa tipologia:

- **Indagine sismiche "Down Hole"** consistenti nella determinazione della velocità di propagazione delle onde di volume (compressione onde P e di taglio S), misurando il tempo che esse impiegano nel tragitto tra la sorgente e i ricevitori, posti all'interno dei fori di sondaggio, considerando nota la distanza sorgente-ricevitori



*Figura 2 - Indagine sismica - Down Hole*

- **Indagini sismica a rifrazione** consistenti nella ricostruzione areale delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato, la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici. Nel dettaglio verrà posizionata una sorgente di onde elastiche e successivamente si stenderanno geofoni lungo un profilo, a questo giungeranno onde dirette, onde riflesse, onde coniche o bi-fratte (headwave). I contrasti sismici individuati nel sottosuolo permetteranno di ricostruire la geometria dei vari "sismostrati" su superfici di ampia estensione



*Figura 3 - Sismica a rifrazione. L'energia rifratta sulle differenti superfici di discontinuità, misurata in superficie da specifici geofoni, fornirà informazioni circa le velocità sismiche dei corpi presenti nel sottosuolo*

AREA INTERESSATA	INDAGINE DIRETTE	INDAGINI INDIRECTE
WTG1	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG2	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG3	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG4	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG5	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

AREA INTERESSATA	INDAGINE DIRETTE	INDAGINI INDIRETTE
SOTTOSTAZIONE	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto

Inoltre, verranno eseguite indagini a rifrazione per ciascuna zona che intercorre tra i diversi sondaggi diretti ossia tra le **6** aree dove sono previste le fondazioni di progetto.

## 6. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA, VERIFICHE DELLE FONDAZIONI DELLA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

Coerentemente con l'attuale fase progettuale e con quanto illustrato nella Relazione Geologica (file STC-CIV-REL-023\_00), si restituiscono il modello Geotecnico dei terreni di fondazione delle opere previste dal progetto, sufficientemente robusto ed in grado di fornire le indicazioni necessarie per la valutazione della "congruenza tecnica" delle previsioni realizzative.

Le opere più impegnative dal punto di vista ingegneristico sono rappresentate dalle strutture di fondazione degli aerogeneratori per i quali si prevedono fondazioni su plinti a pianta quadrata o circolare di adeguate dimensioni, poggianti su pali trivellati in c.a. il cui diametro e lunghezza sarà definito sulla base degli specifici calcoli ingegneristici, riportati ai paragrafi successivi.

Opere minori e meno impegnative sono rappresentate dalla realizzazione delle piazzole di montaggio, del cavidotto interno al parco, dalla realizzazione e/o adeguamento delle strade di accesso, dalla realizzazione del cavidotto esterno ed infine, dalla realizzazione della Sottostazione Elettrica SSE 30-150 KV.

Per esse non si prevedono particolari problematiche essendo le opere di fondazione di limitato impegno ingegneristico e tecnico e del tutto compatibili con le caratteristiche geologiche e geotecniche del substrato di fondazione.

Ai fini del calcolo strutturale delle fondazioni della SSE, 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 rigidità 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.

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 di tipo dirette.

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

$$Ed \leq Rd$$

dove:

Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 13 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

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.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

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

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

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

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

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $g_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

Verifica	Coefficiente Parziale	
<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 14 di 58

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

	<b>(R3)</b>
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

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;

$q = g \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = 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;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_g$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, y, r$  = coefficienti correttivi.

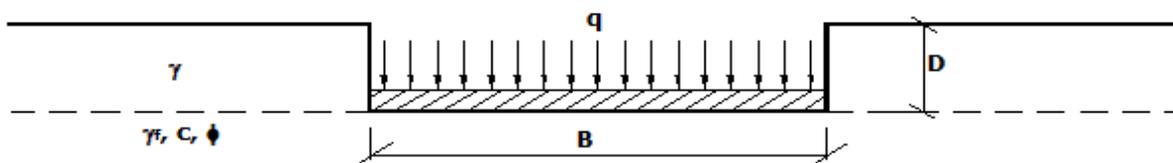
NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

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

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

con  $B' \leq L'$ .

dove:



### Calcolo dei fattori $N_c, N_q, N_g$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, f = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, f \neq 0$ )
<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA  Pagina 15 di 58

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$N_c = 2+p$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot f$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{p \cdot \tan f}$
$N_g = 0$ se $w = 0$ $N_g = -2 \cdot \sin w$ se $w \neq 0$	$N_g = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan f$

dove:

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

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

$w$  = angolo di inclinazione del piano campagna

### Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa $d_c$ , $d_q$ , $d_g$

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

### Calcolo dei fattori di inclinazione del carico $i_c$ , $i_q$ , $i_g$

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

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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 16 di 58
---	----------------------	-----------------

<b>Terreni coesivi</b> (c≠0, f=0)	<b>Terreni incoerenti</b> (c=0, f≠0)	<b>Terreni dotati di attrito e coesione</b> (c≠0, f≠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

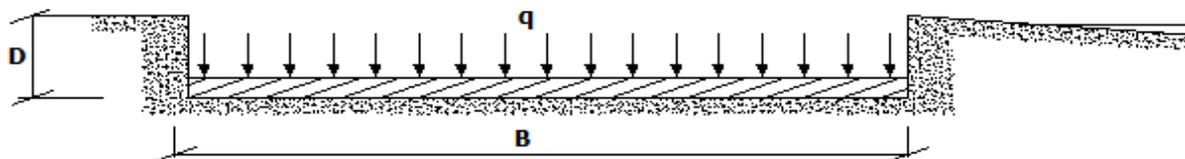
#### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna $b_c$ , $b_q$ , $b_g$

Indicando con  $w$  la pendenza del piano campagna, si ha:

<b>Terreni puramente coesivi</b> (c≠0, f=0)	<b>Terreni dotati di attrito e coesione</b> (c≠0, f≠0)
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot w}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan w)^2 \cdot \cos w$ $b_g = b_q / \cos w$	$b_q = (1 - \tan w)^2 \cdot \cos w$ $b_g = b_q / \cos w$

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

$$w < f; \quad w < 45^\circ.$$



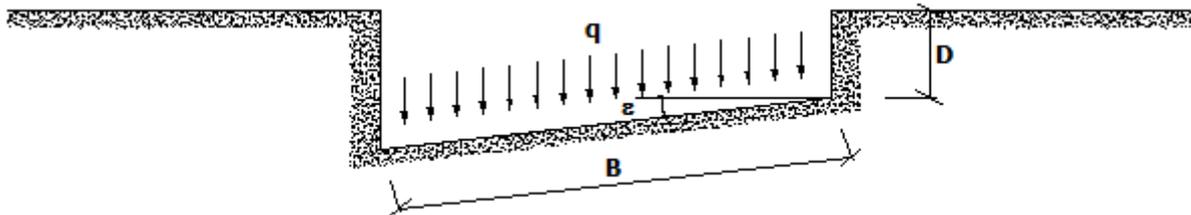
#### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa $g_c$ , $g_q$ , $g_g$

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

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

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

$$e < 45^\circ$$



### Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $y_c, y_q, y_g$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

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

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = \text{modulo d'elasticità tangenziale del terreno};$$

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

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

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

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento  $y_c, y_q, y_g$  sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità  $I_r$  si mantiene inferiore al valore critico:

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[ \left( 3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \cot \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

<b>Terreni puramente coesivi</b> (c≠0, f=0)	<b>Terreni dotati di attrito e coesione</b> (c≠0, f≠0)
$\psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0.6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$Y_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left( 0.6 \frac{B'}{L'} - 4.4 \right) \tan \phi + \frac{3.07 \sin \phi \cdot \text{Log}(2I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$Y_g = 1$	$Y_g = Y_q$

### Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine "B·N<sub>g</sub>", 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<sub>g</sub>:

$$r_g = 1 - 0.25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente r<sub>g</sub> al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
r <sub>g</sub>	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<sub>g</sub>" 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<sub>u</sub> = coesione non drenata;

γ<sub>sat</sub> = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 19 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

**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  $f$  sia nullo ( $f = 0$ ).

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:

- $Z_c, Z_q, Z_g$  = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;
- $c_g$  = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

### Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico $c_g$

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

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

dove:

- $b_s$  = 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  $b_s$  sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	$b_s$	$b_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 20 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

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

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

### Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale $z_c, z_q, z_g$

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 ( $c \neq 0, f = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, f \neq 0$ )
$Z_c = Z_q = Z_g = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$ 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 $z_g = z_q = 0$

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.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 21 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

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  $g_R$  relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $g_R$  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  $N_g$** ", 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:

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

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

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_g = s_g \cdot d_g \cdot i_g \cdot g_g \cdot b_g \cdot y_g \cdot r_g \cdot z_g \cdot C_g$$

## 7. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA, VERIFICHE DELLE FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI

In questa fase si ipotizza la progettazione di una fondazione su plinti di forma quadrangolare con una larghezza e lunghezza pari a 20,00 m ed una altezza massima di 4 m, poggianti su pali trivellati aventi una lunghezza di 30,00m.

Le torri eoliche in progetto, per semplicità di calcolo, si ipotizzano poggianti su terreni aventi tutti la stessa tipologia di progetto.

Gli aerogeneratori secondo progetto saranno ubicati per gran parte sulle aree sommitali dei vari rilievi collinari presenti nell'intera area in esame. In tali zone di "crinale" la copertura di alterazione (suolo) del substrato "roccioso" può in taluni casi presentarsi con uno spessore più ridotto rispetto alle zone di versante, così come in generale i crinali appaiono zone più stabili. Le verifiche saranno eseguite per gli aerogeneratori aventi la configurazione stratigrafica del suolo più svantaggiata.

Ove il substrato "roccioso integro" sarà rinvenuto a breve profondità dal piano campagna (tali condizioni potranno essere analizzate solo dopo opportune indagini geognostiche in situ) le strutture fondali delle opere in progetto sia esse di tipo superficiale (platea) sia di tipo profondo (pali) dovranno interessare ("essere attestate") tale substrato roccioso locale "inalterato". Si tratterà, quindi, di realizzare in ogni caso fondazioni su substrato roccioso, anche se di natura flyschoidale.

Nel caso di fondazioni superficiali su **substrato roccioso**, sia esso carbonatico, arenaceo e argilloso (argille sovraconsolidate), la resistenza della roccia base in situ, come riportato da alcune pubblicazioni a carattere tecnico-scientifico, è probabilmente dello stesso ordine di grandezza di quella del calcestruzzo di fondazione. Questo se la roccia è integra.

Nel caso di rocce non integre, la presenza di fratture (ancor più di diverse famiglie di fratture) o una profonda alterazione (pedogenizzazione, argillificazione, ecc.) può determinare un aumento drastico della compressibilità delle masse rocciose. Il grado di influenza nel caso per esempio di un substrato roccioso

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 22 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

carbonatico interessato da "fatturazione" appare legato alla suddivisione e alla dimensione delle fratture, alla larghezza delle fratture stesse (nel caso di fratture beanti) e al fatto se esse siano riempite o meno da sedimenti compressibili. Per tenere conto della possibilità che la roccia non sia integra è consuetudine usare coefficienti di sicurezza elevati (ad esempio da 6 a 10 rispetto alla resistenza a compressione uniassiale  $q_u$ ) e, nel caso in cui si verifica la situazione di un semplice contatto tra calcestruzzo e roccia, di usare non più della resistenza a compressione del calcestruzzo come capacità portante della roccia.

In generale la capacità portante nel caso di fondazioni superficiali in roccia si esprime come:

$$q_o = C * q_u$$

ove C può essere solitamente dell'ordine di 0,2-0,3.

Per quanto attiene il caso di un substrato roccioso flyschoidale, costituito da alternanze di calcari, argille, marne ed arenarie, da vari lavori presenti nella letteratura scientifico-tecnica e riguardanti la caratterizzazione geomeccanica di diversi ammassi rocciosi, con diversi gradi di fatturazione e di alterazione, è possibile attribuire ad esso un valore medio di resistenza a compressione uniassiale pari a circa 1-2 MPa. Per quanto attiene il caso di fondazioni su roccia di tipo profondo (pali) la letteratura scientifico-tecnica propone di considerare la "capacità portante ultima strutturale" del palo stesso  $V_s$  che può essere espressa come:

$$V_s = \Phi * P$$

ove P è la resistenza massima di un pilastro sottoposto a compressione semplice e  $\Phi$  un fattore di riduzione della capacità del palo che varia in funzione dei differenti tipi di palo, dalle incertezze ed imprecisioni proprie nella costruzione dei pali e delle distorsioni degli assi del palo.

Nel caso in cui, invece, il sottosuolo dell'area, su cui è prevista la realizzazione di uno degli aerogeneratori, risulti caratterizzato al di sotto del primo orizzonte di alterazione (suolo) dalla presenza di **terreni prevalentemente argillosi, argilloso-marnosi o argilloso-sabbiosi**, o nel caso in cui il substrato "integro" sia molto profondo, è possibile procedere con metodi più cautelativi ed applicare le formule canoniche per i terreni sciolti (sabbie, ghiaie sabbie limose e limi sabbiosi) e/o coesivi (argille, argille marnose e limi argillosi) per il calcolo della capacità portante. In tal caso è possibile considerare per la porzione più superficiale dei terreni interessati i parametri geotecnici riportati nella tabella seguente. Si precisa che la stratigrafia geotecnica utilizzata nelle calcolazioni, e sotto riportata (derivata da uno studio bibliografico relativo a lavori ed indagini geognostiche -in situ e di laboratorio geotecnico eseguite in aree similari dal punto di vista geologico), va considerata come la "verticale tipo" più "scadente" riscontrabile nelle aree d'interesse:

Per i parametri geotecnici si fa riferimento a quanto su riportato estrapolato dalla relazione geologica.

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 23 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### 7.1. Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde

Dal momento che gli aerogeneratori andranno ad attestarsi nel substrato "substrato flyshoide", vista sia la situazione stratigrafica e geomeccanica dei terreni di sedime, sia le caratteristiche strutturali dell'opera in progetto, si ritiene che per essa la soluzione fondale più idonea sia, in tale situazione, l'adozione di fondazioni di tipo profondo.

Tale struttura fondale potrà essere realizzata tramite una palificata costituita da pali di grande diametro armati per tutto il loro sviluppo per la presenza di carichi orizzontali (sisma) e di lunghezza tale da andarsi ad attestare almeno a partire dalla quota di 25 - 30 m dal piano campagna laddove si rinvengono litotipi con caratteristiche geomeccaniche idonee.

Prendendo in esame in prima analisi pali trivellati è stato calcolato il valore del carico assiale limite ( $Q_{lim}$ ) assumendo per il singolo palo un diametro  $\phi = 1$  m.

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):

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

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
- $\eta_P$  coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- $\eta_L$  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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 24 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.

## 7.2. 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  $\phi_{cor}$  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 poggiate su terreni sciolti (1951)

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

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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 25 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{fattori di forma})$$

$$d_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \quad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)} \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

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

$$N_q = 1.00 \quad N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.20 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$d_q = 1.00 \quad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

### Formulazione di Hansen per base poggiate su terreni sciolti (1970)

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

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

$$s_q = 1 + \operatorname{tg}(\phi) \quad s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \quad (\text{fattori di forma})$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\phi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\phi))^2 \cdot \theta \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

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

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

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

$$N_q = 1.00 \quad N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.20 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$d_q = 1.00 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \quad (\text{fattori d'approfondimento})$$

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 26 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q$$

$$N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

### Formulazione di Zeevaert per base poggiate su terreni sciolti (1972)

1. se  $\varphi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

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

2. se  $\varphi = 0$  (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

### Formulazione di Berezantzev per base poggiate 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:

1. se  $\varphi \neq 0$  (condizione drenata) si ha:

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

L/D	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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 27 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

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.

$\Lambda/\Delta$	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

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

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

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

### Formulazione di Vesic per base poggiate su terreni sciolti (1975)

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

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

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

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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 28 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$$N_q^* = 1.00$$

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

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- $E_t$  modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- $\nu$  coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- $\alpha$  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  $\alpha = 1$ ) il coefficiente di riduzione " $\alpha$ " assume la seguente espressione:

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

#### **Formulazione di Janbu per base poggiate su terreni sciolti (1976)**

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

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

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr$$

dove " $Dr$ " è la densità relativa del terreno.

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

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 5.74$$

#### **Formulazione di Terzaghi per base poggiate 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:

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 29 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 30 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### 7.3. 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:

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

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- $c_a$  adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- $\sigma_h$  tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- $\delta$  angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- $P_{lat}$  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 "fisso" 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 " $\psi$ " 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/cm<sup>2</sup>, il coefficiente d'adesione " $\psi$ " 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)**

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 31 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$$\begin{aligned} \text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_* \\ \text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_* \end{aligned}$$

**Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)**

$$\begin{aligned} \text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.90 \\ \text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.80 \\ \text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.60 \\ \text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.40 \end{aligned}$$

**Woodward (consigliato per pali trivellati)**

$$\begin{aligned} \text{se } c_* \leq 4.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.90 \\ \text{se } 4.00 < c_* \leq 8.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.60 \\ \text{se } 8.00 < c_* \leq 12.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.50 \\ \text{se } 12.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.40 \\ \text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.30 \end{aligned}$$

**Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)**

$$\begin{aligned} \text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 1.00 \\ \text{se } 5.00 < c_* \leq 10.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.70 \\ \text{se } 10.00 < c_* \leq 15.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.50 \\ \text{se } 15.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.40 \\ \text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.30 \end{aligned}$$

Il valore della tensione orizzontale " $\sigma_h$ " è correlato al valore della pressione verticale " $\sigma_v$ " 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  $K_s$ .

**1. 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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 32 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

coefficiente di spinta passiva " $K_p$ "; i valori proposti sono:

pali trivellati:  $K_s = K_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$

pali infissi:  $K_s =$  variabile da:  $K_p = 1 + \text{tg}^2(\phi)$  in sommità fino a  $K_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$  alla punta

## 2. Opzione 2:

Metodo di "Kulhavy (1983)"

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

pali infissi:  $K_s = \alpha K_0$  con  $\alpha$  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 " $\delta$ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 33 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

## 8. TABULATI DI CALCOLO

### 8.1. 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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 34 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### **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

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 35 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

## 8.2. 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: Si

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

## 8.3. 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  $\tan \phi$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  (statico): 1
- Coeff. M1 per  $\tan \phi$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $c'$  (sismico): 1
- Coeff. M1 per  $C_u$  sismico): 1
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25

Fattore di correlazione: 1,70

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 36 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

#### 8.4. Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 1

Profondità falda: assente

Strato n. Neg.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito
1	da 0,0 a -6000,0 cm	6000,0 cm	001 / DEPOSITI ALLUVIONALI	Assente

#### 8.5. Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **001 / DEPOSITI ALLUVIONALI**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm <sup>3</sup>	daN/cm <sup>3</sup>	Gradi°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	
2,240 E-3	2,240 E-3	41,000	0,000	329,000	132,000	100,0	0,250	1,00

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 37 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### 8.6. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde

#### Elemento: 69 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
-700,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	69	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					
<b>Palo</b>	<b>Asc. X'</b>	<b>Ord. Y'</b>													
n.	cm	cm													
1	0,0	0,0													

#### Elemento: 76 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
0,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	76	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					
<b>Palo</b>	<b>Asc. X'</b>	<b>Ord. Y'</b>													
n.	cm	cm													
1	0,0	0,0													

#### Elemento: 83 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
700,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	83	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					
<b>Palo</b>	<b>Asc. X'</b>	<b>Ord. Y'</b>													
n.	cm	cm													
1	0,0	0,0													

#### Elemento: 216 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
-700,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	216	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					
<b>Palo</b>	<b>Asc. X'</b>	<b>Ord. Y'</b>													
n.	cm	cm													
1	0,0	0,0													

#### Elemento: 223 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
0,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	223	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					
<b>Palo</b>	<b>Asc. X'</b>	<b>Ord. Y'</b>													
n.	cm	cm													
1	0,0	0,0													

#### Elemento: 230 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						codice	codice
700,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	230	001						0	0; 0; 1
<b>Dia. P.</b>	<b>Lun. P.</b>	<b>Lun. L.</b>	<b>Dist.P.</b>	<b>In. Px</b>	<b>In. Py</b>	<b>Dia. B.</b>	<b>Lun. B.</b>	<b>E.C.V.</b>	<b>E.C.C.</b>	<b>E.C.T.</b>					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm								
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00					

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 38 di 58
---	-----------------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

**Palo**      **Asc. X'**      **Ord. Y'**  
 n.            cm            cm  
 1            0,0          0,0

**Elemento: 363 - 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    700,0    200,0    0,0          0,0          400,0    0,00        363          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          1,00      1,00      1,00      codice      codice  
 100,0    3000,0    0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          1,00      1,00      1,00      0            0; 0; 1

**Palo**      **Asc. X'**      **Ord. Y'**  
 n.            cm            cm  
 1            0,0          0,0

**Elemento: 370 - 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.  
 0,0        700,0    200,0    0,0          0,0          400,0    0,00        370          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          1,00      1,00      1,00      codice      codice  
 100,0    3000,0    0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          1,00      1,00      1,00      0            0; 0; 1

**Palo**      **Asc. X'**      **Ord. Y'**  
 n.            cm            cm  
 1            0,0          0,0

**Elemento: 377 - 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    700,0    200,0    0,0          0,0          400,0    0,00        377          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          1,00      1,00      1,00      codice      codice  
 100,0    3000,0    0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          0,0          1,00      1,00      1,00      0            0; 0; 1

**Palo**      **Asc. X'**      **Ord. Y'**  
 n.            cm            cm  
 1            0,0          0,0

**8.7. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali**

Elemento n.	Tipologia	Id.Strat.	Prof. Fon. cm	Dia. Eq. cm	Spessore cm	Superficie cm <sup>2</sup>	Vertici n. per elem.	Macro n.
Platea n. 1	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 2	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 3	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 4	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 5	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 6	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 7	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 8	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 9	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 10	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 11	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 12	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 13	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 14	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 15	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 16	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 17	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 18	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 19	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 20	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 21	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 22	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

Platea n. 23	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 24	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 25	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 26	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 27	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 28	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 29	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 30	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 31	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 32	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 33	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 34	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 35	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 36	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 37	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 38	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 39	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 40	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 41	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 42	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 43	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 44	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 45	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 46	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 47	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 48	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 49	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 50	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 51	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 52	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 53	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 54	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 55	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 56	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 57	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 58	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 59	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 60	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 61	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 62	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 63	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 64	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 65	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 66	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 67	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 68	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 69	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 70	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 71	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 72	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 73	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 74	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 75	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 76	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 77	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 78	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 79	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 80	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 81	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 82	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 83	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 84	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 85	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 86	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 87	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 88	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 89	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 90	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 91	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 92	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 40 di 58
---	-----------------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

Platea n. 93	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 94	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 95	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 96	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 97	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 98	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 99	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 100	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 101	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 102	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 103	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 104	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 105	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 106	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 107	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 108	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 109	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 110	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 111	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 112	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 113	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 114	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 115	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 116	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 117	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 118	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 119	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 120	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 121	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 122	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 123	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 124	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 125	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 126	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 127	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 128	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 129	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 130	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 131	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 132	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 133	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 134	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 135	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 136	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 137	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 138	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 139	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 140	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 141	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 142	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 143	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 144	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 145	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 146	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 147	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 148	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 149	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 150	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 151	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 152	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 153	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 154	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 155	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 156	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 157	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 158	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 159	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 160	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 161	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 162	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 41 di 58
---	-----------------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

Platea n. 163	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 164	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 165	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 166	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 167	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 168	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 169	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 170	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 171	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 172	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 173	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 174	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 175	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 176	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 177	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 178	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 179	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 180	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 181	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 182	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 183	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 184	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 185	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 186	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 187	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 188	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 189	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 190	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 191	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 192	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 193	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 194	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 195	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 196	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 197	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 198	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 199	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 200	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 201	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 202	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 203	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 204	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 205	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 206	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 207	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 208	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 209	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 210	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 211	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 212	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 213	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 214	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 215	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 216	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 217	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 218	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 219	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 220	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 221	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 222	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 223	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 224	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 225	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 226	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 227	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 228	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 229	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 230	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 231	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 232	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 42 di 58
---	-----------------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

Platea n. 233	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 234	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 235	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 236	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 237	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 238	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 239	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 240	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 241	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 242	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 243	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 244	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 245	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 246	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 247	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 248	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 249	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 250	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 251	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 252	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 253	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 254	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 255	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 256	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 257	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 258	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 259	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 260	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 261	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 262	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 263	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 264	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 265	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 266	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 267	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 268	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 269	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 270	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 271	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 272	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 273	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 274	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 275	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 276	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 277	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 278	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 279	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 280	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 281	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 282	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 283	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 284	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 285	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 286	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 287	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 288	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 289	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 290	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 291	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 292	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 293	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 294	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 295	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 296	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 297	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 298	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 299	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 300	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 301	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 302	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 43 di 58
---	-----------------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

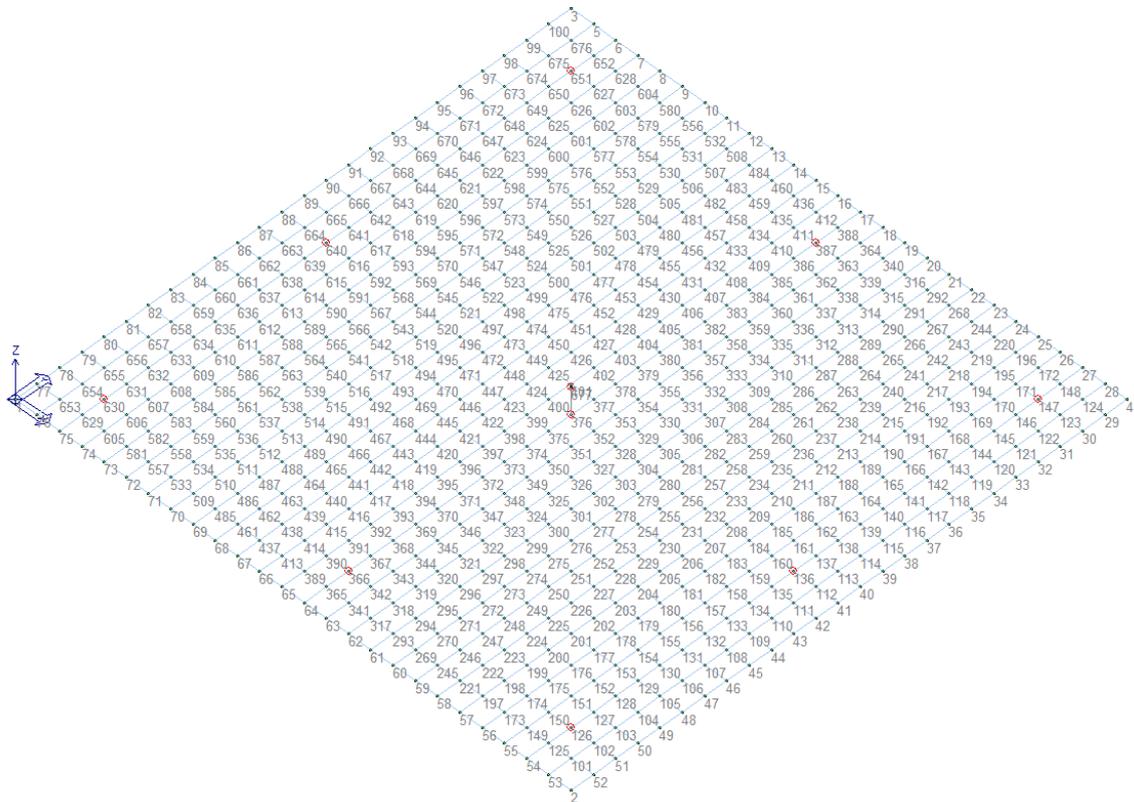
Platea n. 303	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 304	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 305	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 306	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 307	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 308	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 309	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 310	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 311	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 312	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 313	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 314	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 315	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 316	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 317	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 318	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 319	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 320	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 321	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 322	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 323	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 324	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 325	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 326	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 327	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 328	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 329	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 330	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 331	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 332	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 333	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 334	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 335	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 336	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 337	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 338	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 339	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 340	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 341	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 342	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 343	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 344	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 345	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 346	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 347	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 348	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 349	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 350	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 351	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 352	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 353	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 354	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 355	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 356	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 357	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 358	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 359	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 360	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 361	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 362	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 363	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 364	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 365	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 366	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 367	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 368	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 369	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 370	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 371	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 372	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 44 di 58
---	-----------------------------	-----------------

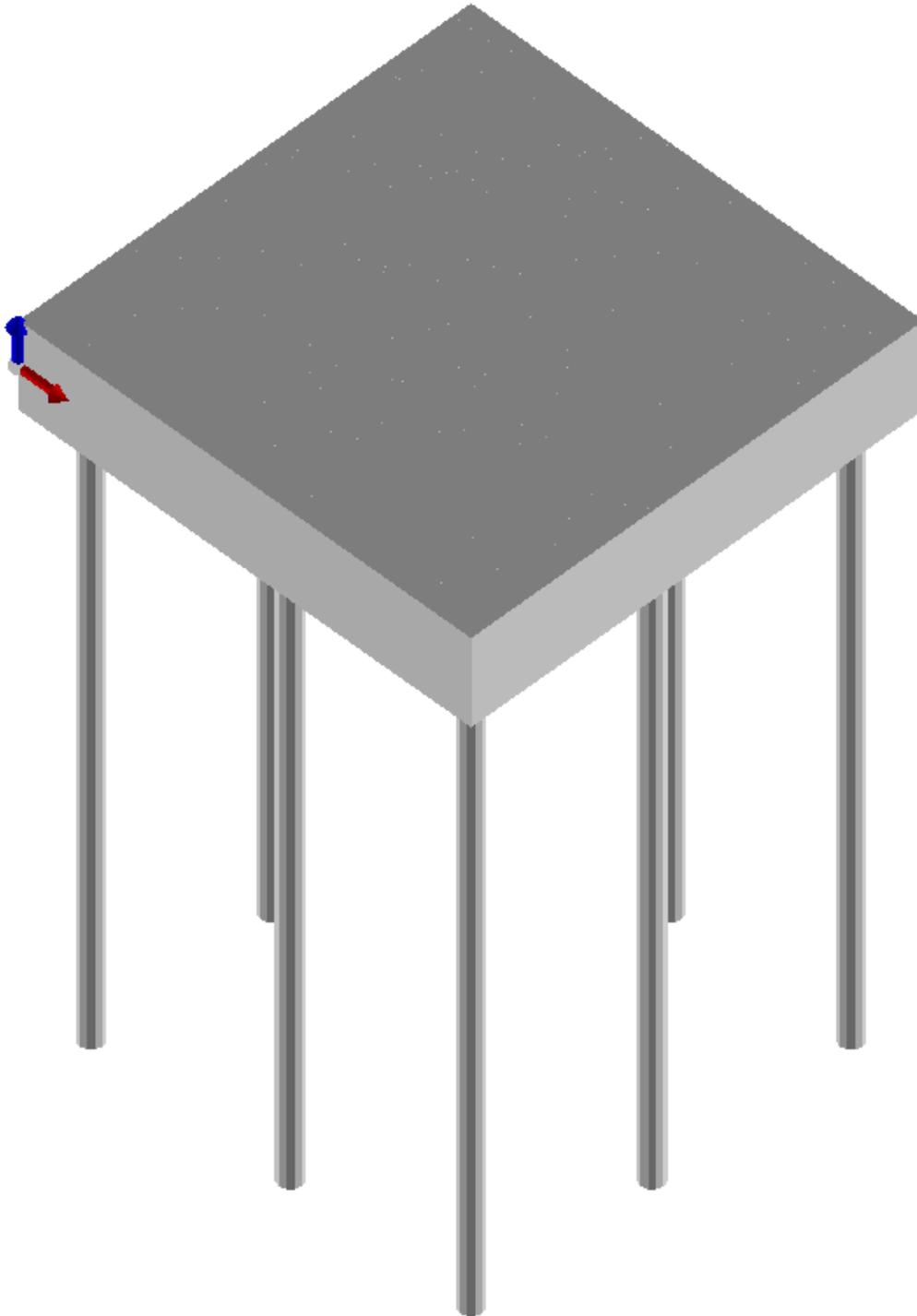
Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

Platea n. 373	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 374	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 375	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 376	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 377	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 378	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 379	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 380	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 381	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 382	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 383	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 384	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 385	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 386	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 387	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 388	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 389	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 390	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 391	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 392	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 393	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 394	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 395	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 396	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 397	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 398	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 399	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
Platea n. 400	Platea	001	200.000	112.838	400.000	10000.000	4	1
<b>Elemento</b> n.	<b>Tipologia</b>	<b>Id.Strat.</b>	<b>Prof. Fon.</b>	<b>Base Eq.</b>	<b>Spessore</b>	<b>Lung. Eq.</b>	<b>Lung. Travata Eq.</b>	
Macro n. 1	Macro-Platea	001	200.000 cm	1600.000 cm	400.000 cm	1600.000 cm	1600.000 cm	

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>	Pagina 45 di 58
---	-----------------------------	-----------------



**Figura 4 – Modello nodale platea di fondazione**



*Figura 5 – Modello solido platea con pali di fondazione*

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### 8.8. Valori di calcolo della portanza per fondazioni profonde

#### Elemento: 69 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$   
 $Port. lat. = 1073038.0 \text{ daN}$ ,  $Port. punta = 2511992.0 \text{ daN}$ ,  $P.P.Palo = 58904.9 \text{ daN}$

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-585800.0	-1584514.0	0,370	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-585800.0	-99.5	7162.2	1583000.0	45370.0

#### Elemento: 76 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$   
 $Port. lat. = 1073038.0 \text{ daN}$ ,  $Port. punta = 2511992.0 \text{ daN}$ ,  $P.P.Palo = 58904.9 \text{ daN}$

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-588900.0	-1584514.0	0,372	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-588900.0	0.0	7144.9	1574000.0	0.0

#### Elemento: 83 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$   
 $Port. lat. = 1073038.0 \text{ daN}$ ,  $Port. punta = 2511992.0 \text{ daN}$ ,  $P.P.Palo = 58904.9 \text{ daN}$

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-585800.0	-1584514.0	0,370	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-585800.0	99.5	7162.2	1583000.0	-45370.0

#### Elemento: 216 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$   
 $Port. lat. = 1073038.0 \text{ daN}$ ,  $Port. punta = 2511992.0 \text{ daN}$ ,  $P.P.Palo = 58904.9 \text{ daN}$

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	-591300.0	-1584514.0	0,373	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-591300.0	-126.8	12110.0	2718000.0	56860.0

#### Elemento: 223 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$   
 $Port. lat. = 1073038.0 \text{ daN}$ ,  $Port. punta = 2511992.0 \text{ daN}$ ,  $P.P.Palo = 58904.9 \text{ daN}$

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	-600900.0	-1584514.0	0,379	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-600900.0	0.0	12210.0	2752000.0	0.0

#### Elemento: 230 - Palo singolo

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 48 di 58
---	----------------------	-----------------

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 1073038.0 daN, Port. punta = 2511992.0 daN, P.P.Palo = 58904.9 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	-591300.0	-1584514.0	0,373	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-591300.0	126.8	12110.0	2718000.0	-56860.0

#### Elemento: 363 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 1073038.0 daN, Port. punta = 2511992.0 daN, P.P.Palo = 58904.9 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	-592200.0	-1584514.0	0,374	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-592200.0	-106.5	12210.0	2761000.0	46520.0

#### Elemento: 370 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 1073038.0 daN, Port. punta = 2511992.0 daN, P.P.Palo = 58904.9 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	-595300.0	-1584514.0	0,376	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-595300.0	0.0	12250.0	2775000.0	0.0

#### Elemento: 377 - Palo singolo

$N_q = 44.620$ ,  $\sigma_{punta} = 7.168$ ,  $\phi = 38.0$ ,  $N_c = 55.831$ ,  $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 1073038.0 daN, Port. punta = 2511992.0 daN, P.P.Palo = 58904.9 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	-592200.0	-1584514.0	0,374	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-592200.0	106.5	12210.0	2761000.0	-46520.0

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 49 di 58
---	----------------------	-----------------

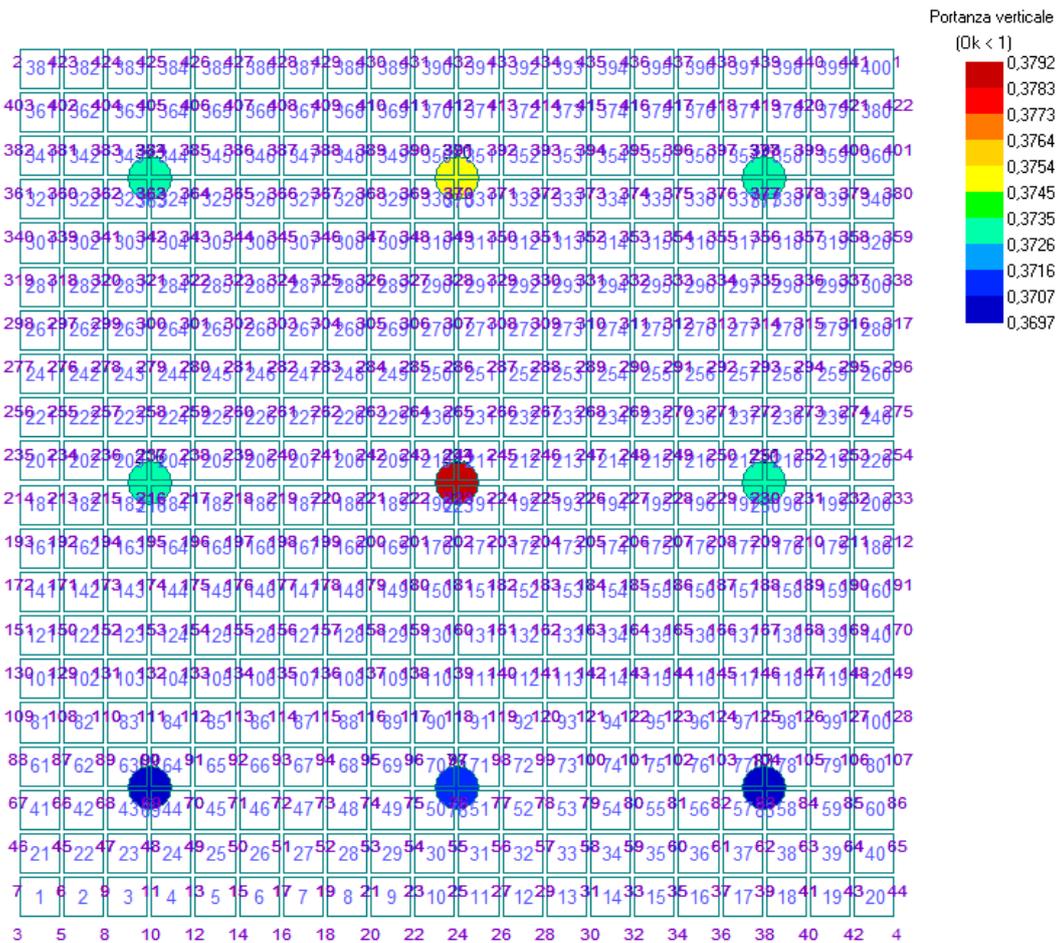


Figura 6a – Portanza massima

8.9. Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali

Elemento: Platea macro n. 1

Cmb max n.	Tipo	Sism.	Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio	B. Taglio L	S. Normale	T.T. min	T.T.
			cm	cm	daN	daN	daN	daN/cm <sup>2</sup>	
001	SLU STR	No	0.000	3.252	0.0	25891.1	-290098.5	-0.0710	-0.0733
002	SLU STR	No	0.000	3.252	0.0	25891.1	-290098.5	-0.0710	-0.0733
003	SLU STR	No	0.000	4.227	0.0	25891.1	-223152.6	-0.0545	-0.0564
004	SLU STR	No	0.000	4.227	0.0	25891.1	-223152.6	-0.0545	-0.0564
005	SLU STR	No	0.000	1.951	0.0	15534.7	-290098.6	-0.0712	-0.0733
006	SLU STR	No	0.000	1.951	0.0	15534.7	-290098.6	-0.0712	-0.0733
007	SLU STR	No	0.000	2.536	0.0	15534.7	-223152.8	-0.0547	-0.0564
008	SLU STR	No	0.000	2.536	0.0	15534.7	-223152.8	-0.0547	-0.0564
009	SLE rare	No	0.000	2.818	0.0	17260.7	-223152.7	-0.0547	-0.0564
010	SLE rare	No	0.000	2.818	0.0	17260.7	-223152.7	-0.0547	-0.0564
011	SLE rare	No	0.000	1.691	0.0	10356.4	-223152.9	-0.0548	-0.0564
012	SLE rare	No	0.000	1.691	0.0	10356.4	-223152.9	-0.0548	-0.0564
013	SLV A1	Si	0.175	0.000	216.1	0.0	-223152.8	-0.0550	-0.0563
014	SLV A1	Si	-0.175	0.000	-216.1	0.0	-223152.7	-0.0550	-0.0563
015	SLD	Si	0.076	0.000	94.3	0.0	-223152.7	-0.0550	-0.0563
016	SLD	Si	-0.076	0.000	-94.3	0.0	-223152.7	-0.0550	-0.0563

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

017	SLE freq	No	0.000	0.563	0.0	3452.1	-223152.8	-0.0549-0.0563
018	SLE freq	No	0.000	0.563	0.0	3452.1	-223152.8	-0.0549-0.0563
019	SLE freq	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-223152.8	-0.0550-0.0563
020	SLE freq	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-223152.8	-0.0550-0.0563
023	SLE q.p.	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-223152.8	-0.0550-0.0563
024	SLE q.p.	No	0.000	0.000	0.0	0.0	-223152.8	-0.0550-0.0563

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

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

#### Macro platea: 1

Cmb. n.	Qmax daN/cm <sup>2</sup>	Qlim daN/cm <sup>2</sup>	Qmax/Qlim	TL daN	TLlim daN	TL/TLlim	TB daN	TBlim daN	TB/TBlim	Stato
1	0.0733	31.8771	0.002	25891.1	238513.7	0.109	0.0	238513.7	0.000	Ok
2	0.0733	31.8771	0.002	25891.1	238513.7	0.109	0.0	238513.7	0.000	Ok
3	0.0564	29.9670	0.002	25891.1	205193.8	0.126	0.0	205193.8	0.000	Ok
4	0.0564	29.9670	0.002	25891.1	205193.8	0.126	0.0	205193.8	0.000	Ok
5	0.0733	34.5299	0.002	15534.7	238513.7	0.065	0.0	238513.7	0.000	Ok
6	0.0733	34.5299	0.002	15534.7	238513.7	0.065	0.0	238513.7	0.000	Ok
7	0.0564	33.3210	0.002	15534.7	205193.9	0.076	0.0	205193.9	0.000	Ok
8	0.0564	33.3210	0.002	15534.7	205193.9	0.076	0.0	205193.9	0.000	Ok
13	0.0563	38.6565	0.001	0.0	183472.1	0.000	216.1	183472.1	0.001	Ok
14	0.0563	38.6565	0.001	0.0	183472.1	0.000	216.1	183472.1	0.001	Ok
15	0.0563	38.7036	0.001	0.0	183472.1	0.000	94.3	183472.1	0.001	Ok
16	0.0563	38.7036	0.001	0.0	183472.1	0.000	94.3	183472.1	0.001	Ok

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4480 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 13.5670 + 18.3101 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.0733 / 31.8771 = 0,002 Ok (Cmb. n. 001)

TB / TBlim = 0.0 / 205193.9 = 0,000 Ok (Cmb. n. 007)

TL / TLlim = 25891.1 / 205193.8 = 0,126 Ok (Cmb. n. 003)

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4480 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 15.5866 + 23.0699 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.0563 / 38.6565 = 0,001 Ok (Cmb. n. 013)

TB / TBlim = 216.1 / 183472.1 = 0,001 Ok (Cmb. n. 013)

TL / TLlim = 0.0 / 183472.1 = 0,000 Ok (Cmb. n. 014)

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

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4480 daN/cm<sup>2</sup>

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 0.0000 + 15.5994 + 23.1043 + 0.0000

Qmax / Qlim = 0.0563 / 38.7036 = 0,001 Ok (Cmb. n. 015)

TB / TBlim = 94.3 / 183472.1 = 0,001 Ok (Cmb. n. 015)

TL / TLlim = 0.0 / 183472.1 = 0,000 Ok (Cmb. n. 015)

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 51 di 58
---	----------------------	-----------------

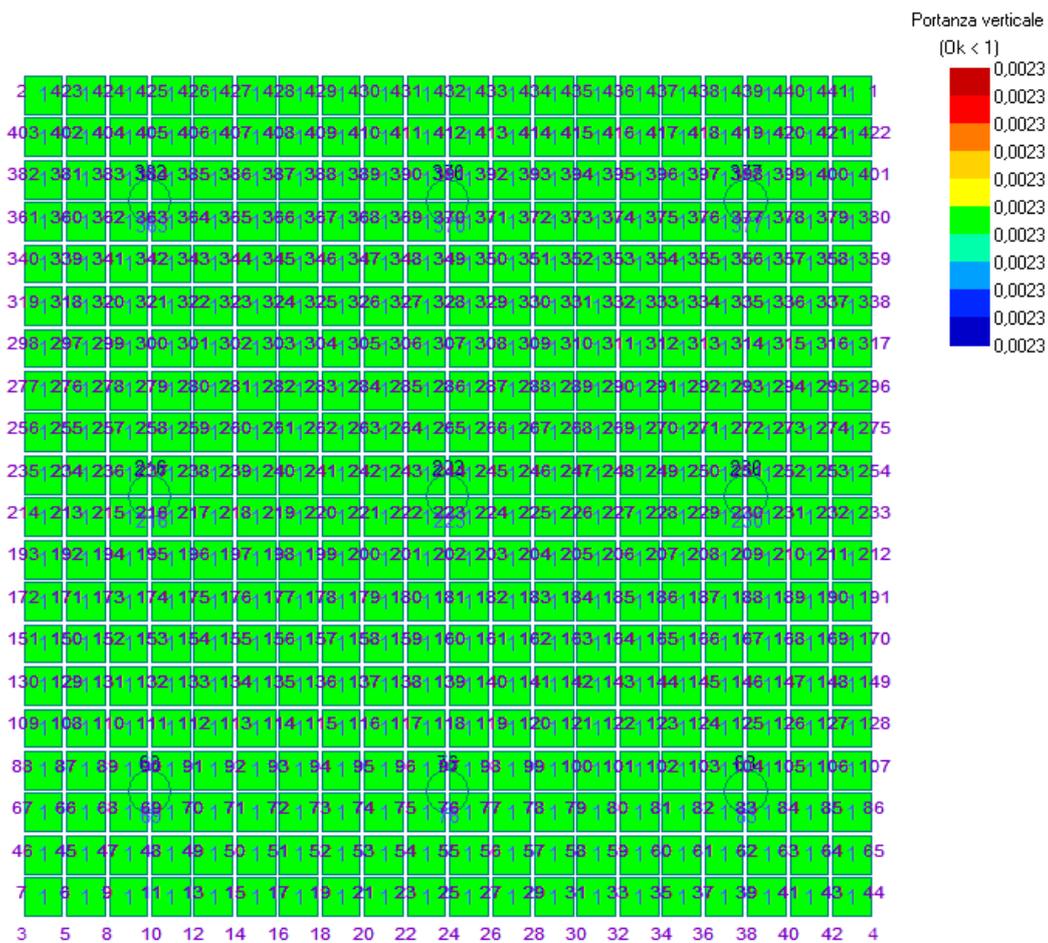


Figura 7b – Portanza massima

Committente: <b>Q-Energy Renewables 2 S.r.l.</b> Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE IN LOCALITA' "VALLONE DELLA SILICA"	Nome del file:  <b>STC-CIV-REL-026_01</b>
---	---	---

### 8.10. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde

#### Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
019 (SLE freq)	1	0.000	0.000	-452400.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
019	SLE freq	No	-452400.0	-78.6	-78.6	-35230.0	35230.0

#### Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
019 (SLE freq)	1	0.000	0.000	-454900.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
019	SLE freq	No	-454900.0	0.0	-97.5	-43740.0	0.0

#### Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
019 (SLE freq)	1	0.000	0.000	-452400.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
019	SLE freq	No	-452400.0	78.6	-78.6	-35230.0	-35230.0

#### Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-454900.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-454900.0	-97.5	8076.3	1812000.0	43740.0

#### Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-462200.0	0.069

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-462200.0	0.0	8141.7	1834000.0	0.0

#### Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-454900.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-454900.0	97.5	8076.3	1812000.0	-43740.0

#### Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-455100.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-455100.0	-81.5	8150.0	1845000.0	35710.0

<b>PHEEDRA Srl</b> Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 53 di 58
---	----------------------	-----------------

**Elemento: 370 - Palo singolo**

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-457500.0	0.069

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-457500.0	0.0	8177.2	1856000.0	0.0

**Elemento: 377 - Palo singolo**

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-455100.0	0.068

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-455100.0	81.5	8150.0	1845000.0	-35710.0

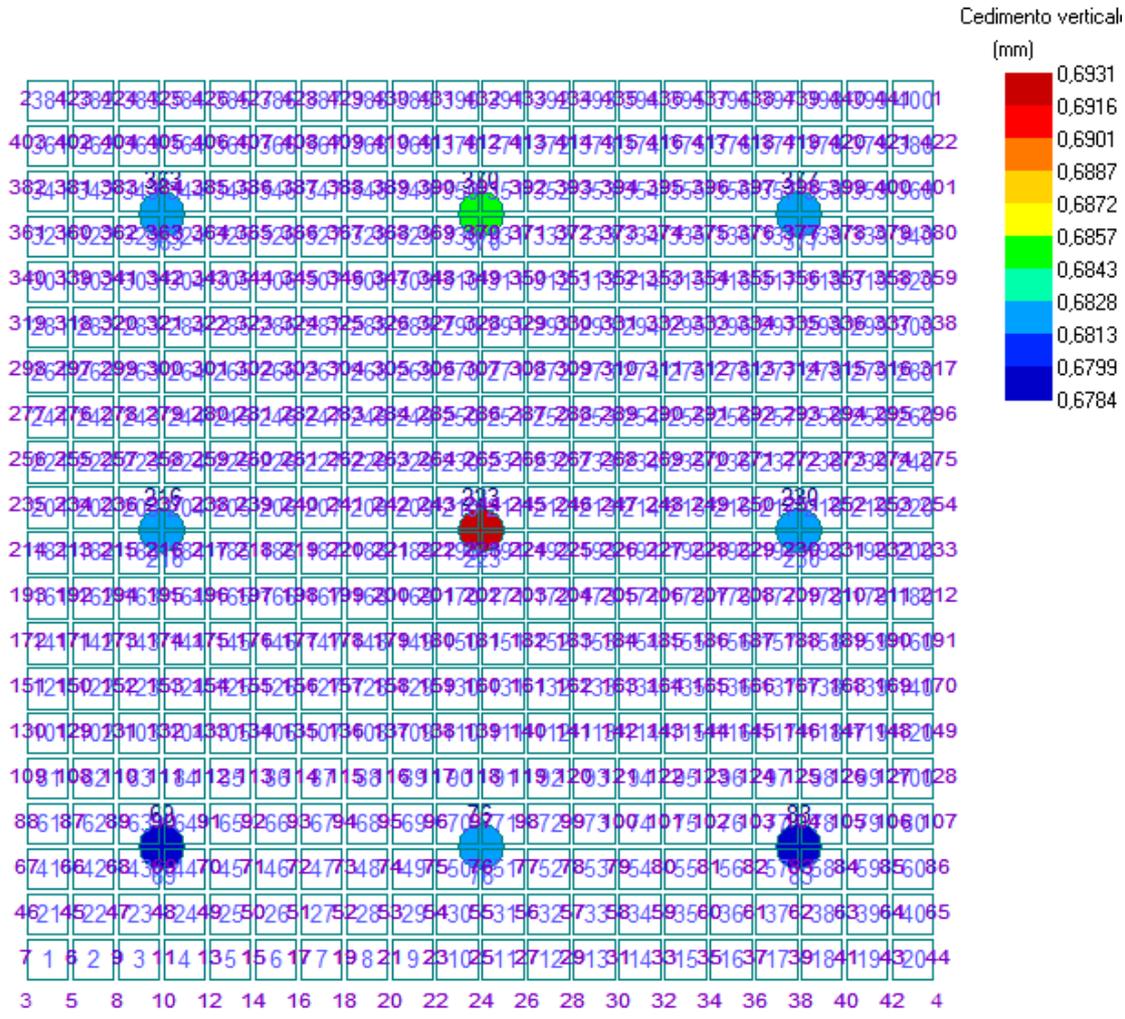


Figura 8 – Cedimenti massimi

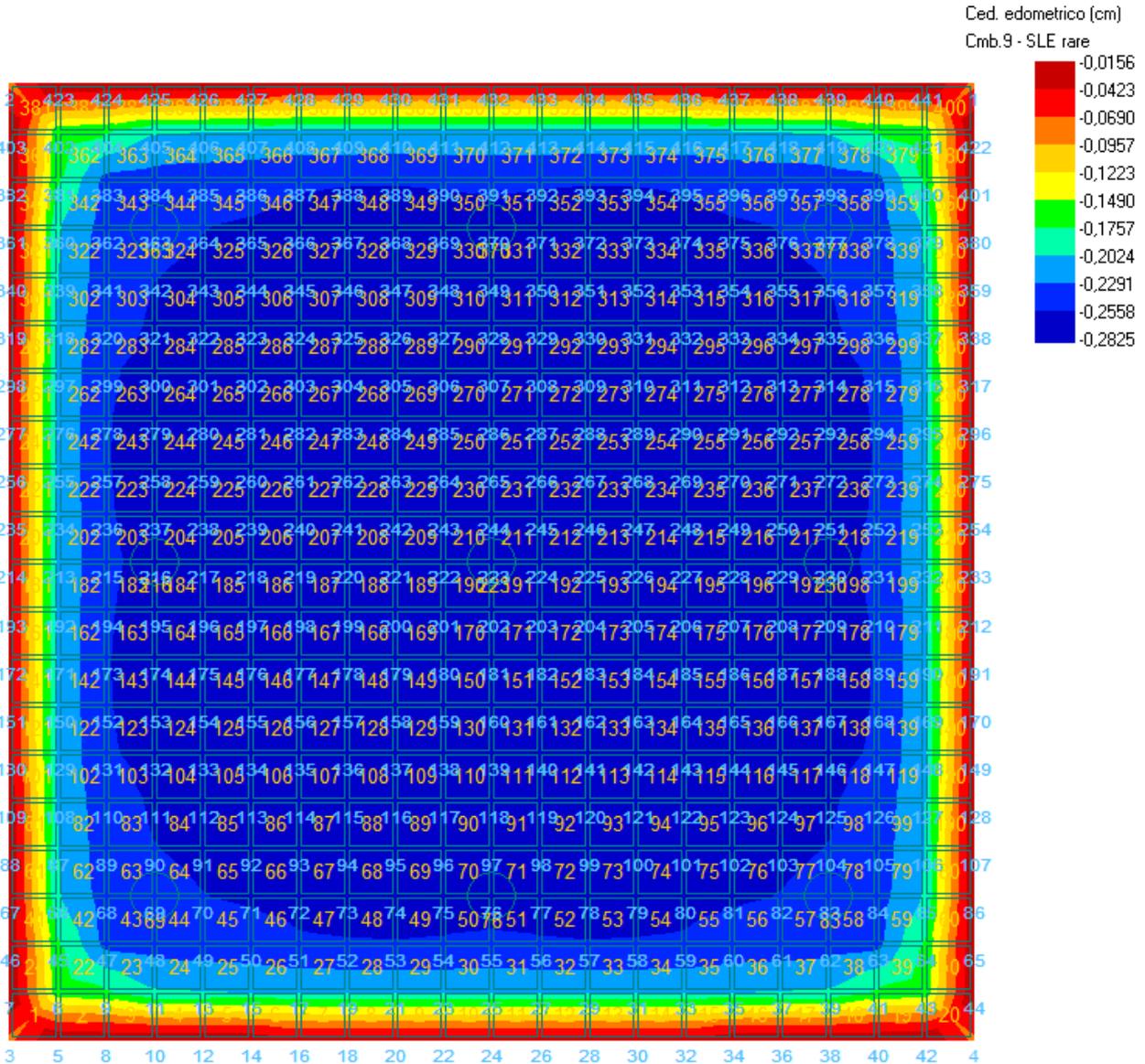
8.11. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali

**Elemento: Platea n. 1**

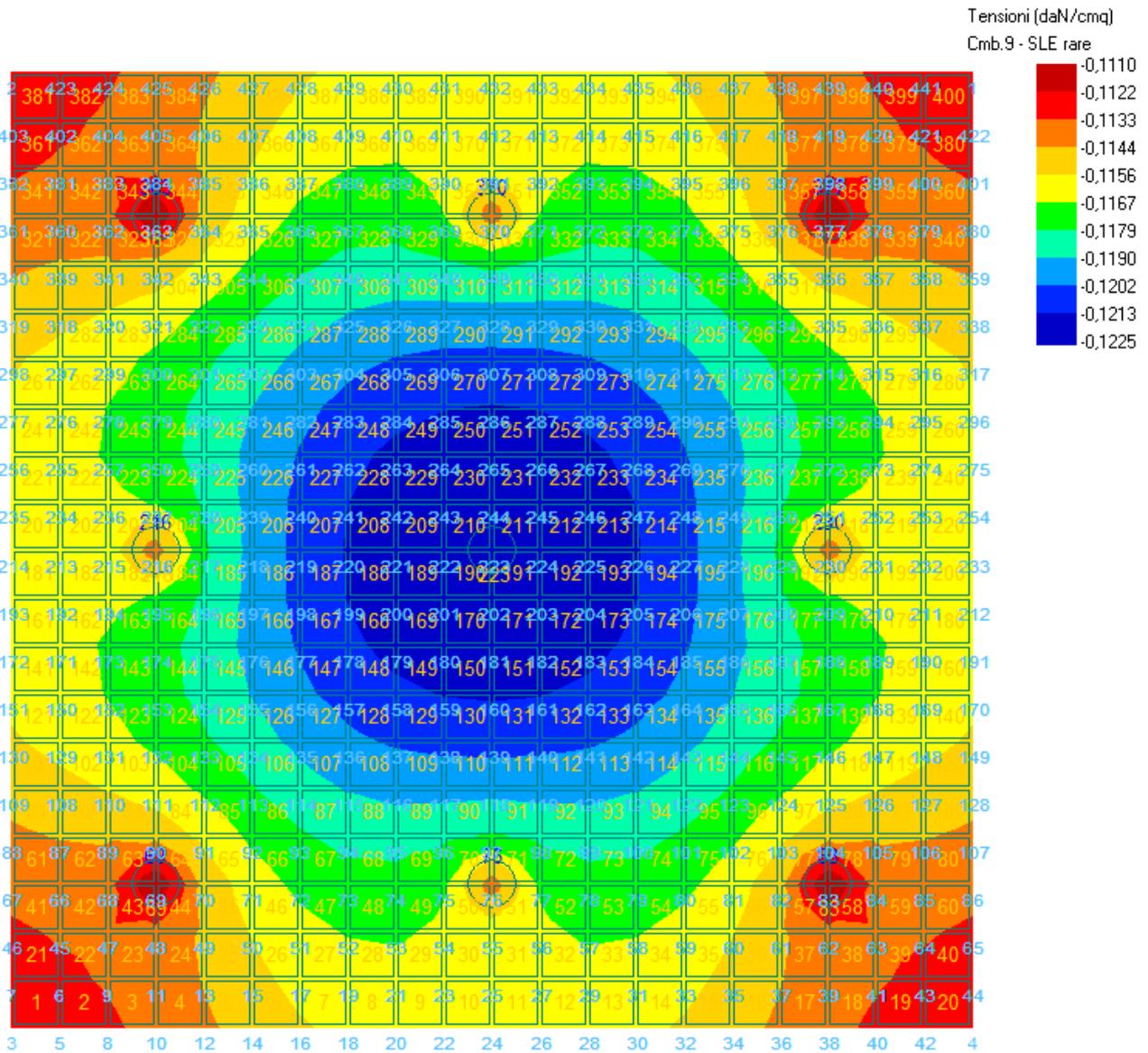
Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm <sup>2</sup>	T.T. max daN/cm <sup>2</sup>
009	SLE rare	No	0.000	-0.029	0.0	71181.8	-1492639.0	-0.3670	-0.3785

Cedimento massimo = -0.282 cm in Cmb n. 009  
 Cedimento minimo = -0.016 cm in Cmb n. 009



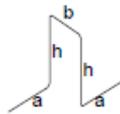
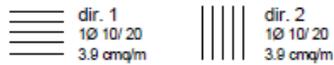
*Figura 9 – mappa dei cedimenti edometrici*



*Figura 10 – mappa delle tensioni)*

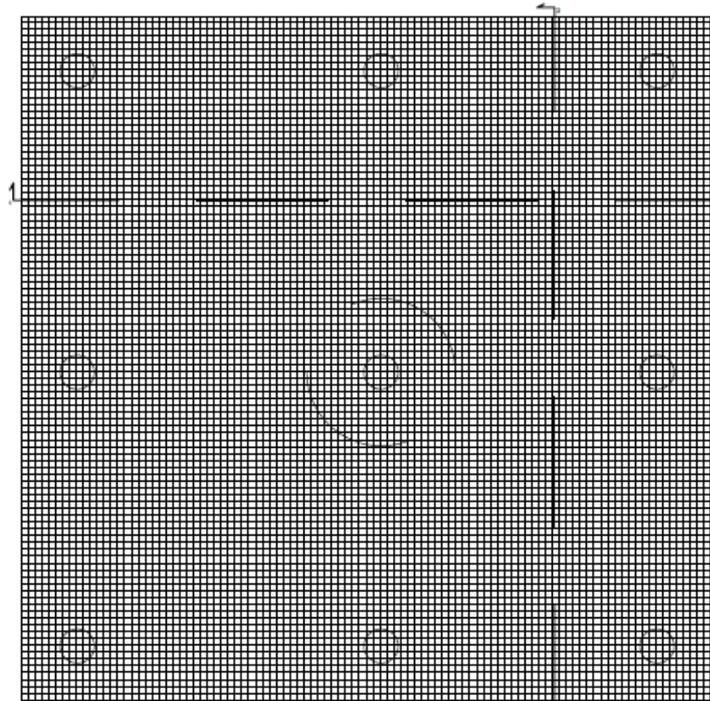
8.12. Particolare costruttivo fondazione

Armatura diffusa lato superiore



Assonometria cavalletti distanziatori Ø 12  
 a=24 cm, b=18cm, h=304 cm  
 4 per mq, (1/50 dir.1, 1/50 dir.2)

Armatura diffusa lato inferiore



Armatura a taglio

Armatura per punzonamento (misure in mm):

$N \times \varnothing D - L / n$  (d1+d2)

N - numero complessivo di listelli

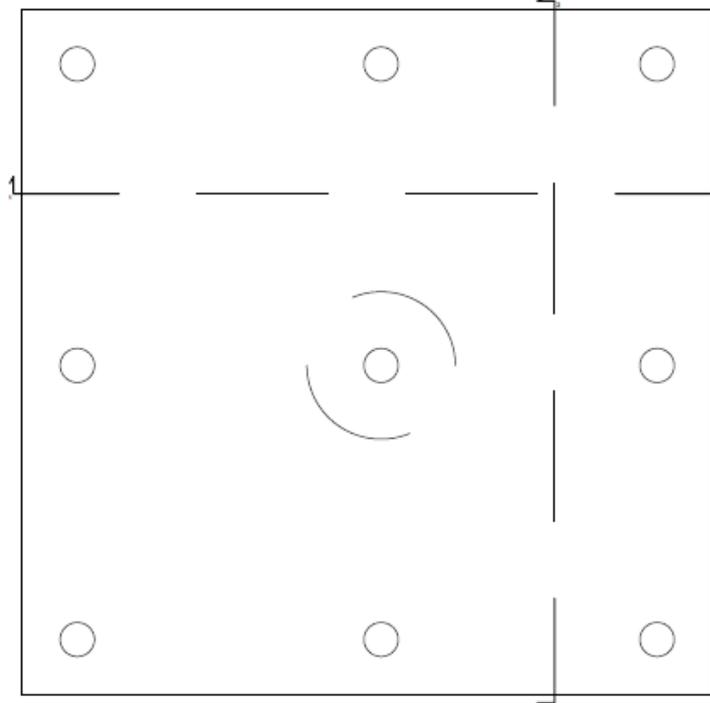
D - diametro dei pioli con testa a martello

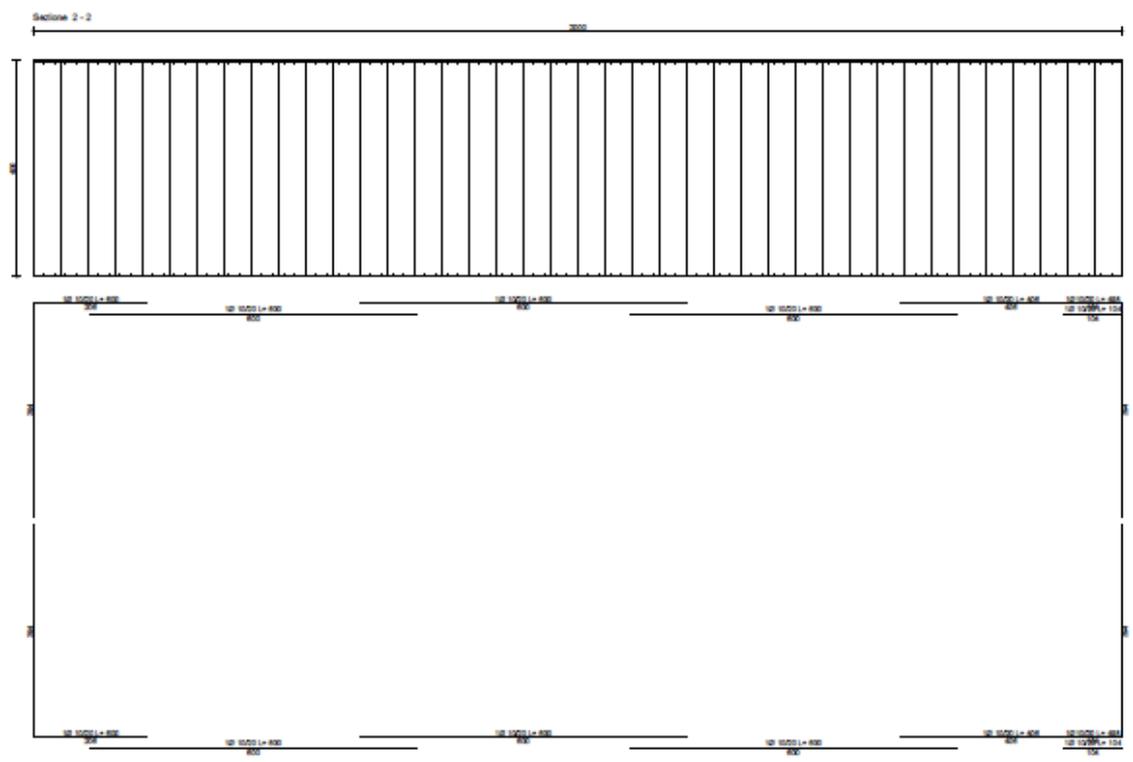
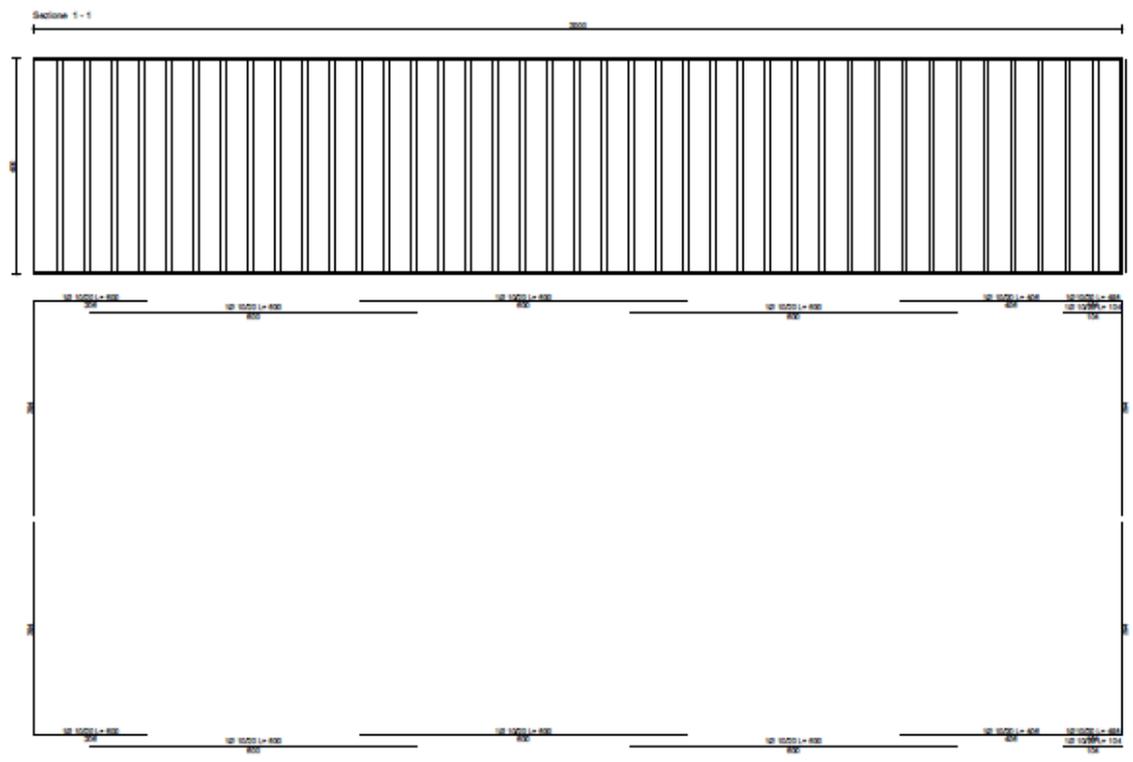
L - lunghezza dei pioli

n - numero dei pioli per listello

d1 - distanza del primo piolo dal bordo pilastro

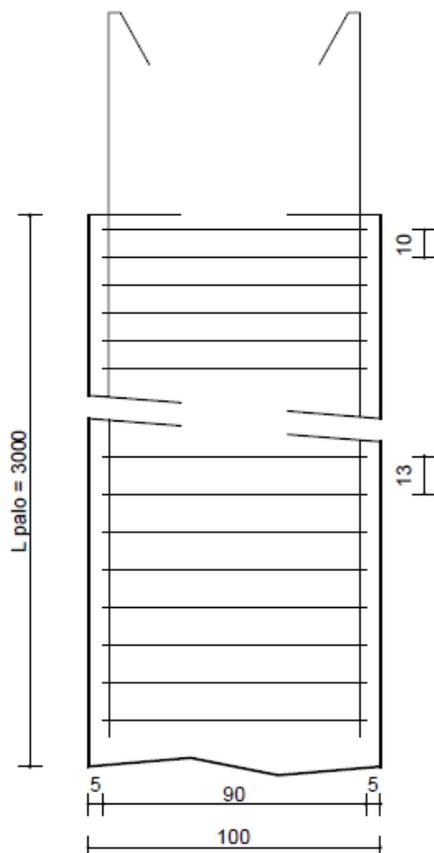
d2 - distanza tra i successivi pioli per numero di pioli rimanenti





Particolare costruttivo del palo di fondazione

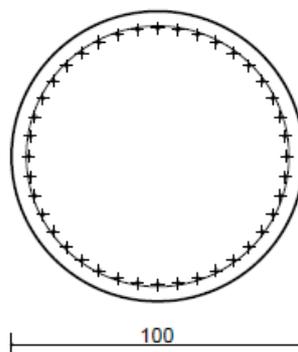
## PALO TIPO



Pos.	Num.	D.(mm)	L (cm)	Peso (kg)
1	1	Ø 8	68905	271,9
2	17	Ø 16	3080	826,4
3	23	Ø 16	1088	395,0

Peso acciaio pali = 1493,3 kg

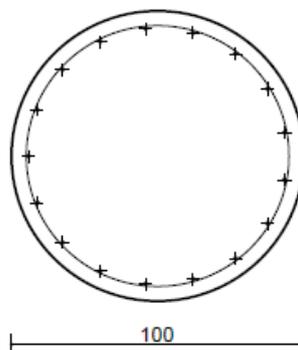
Volume calcestruzzo pali = 23,6 mc



Sezione palo da:

quota 0,0 a quota -1000,0

- ① St. circolari Ø8 / 9.6, L = 331
- ② 17Ø16 L = 3080
- ③ 23Ø16 L = 1090



Sezione palo da:

quota -1000,0 a quota -3000,0

- ① St. circolari Ø8 / 13, L = 331
- ② 17Ø16 L = 3080