



# COMUNE DI CERIGNOLA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

## RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

## PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)

Valutazione di

### Impatto Ambientale (V.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)

*"Norme in materia ambientale"*

CODICE PRATICA AUTORIZZAZIONE UNICA  
SISTEMA PUGLIA  
FK6QYJ1 del 16/02/2011

PROGETTO

ALPHA 6

DITTA

SEANERGY srl

All. A12

PAGG. 12

Titolo dell'allegato:

## RELAZIONE GEOTECNICA

1	EMISSIONE	16/06/2020
REV	DESCRIZIONE	DATA

### CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.  
Diametro rotore: fino a 170 m.  
Potenza unitaria: fino a 6 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 23  
Potenza complessiva: fino a 138 MW.

#### Il proponente:

SEANERGY s.r.l.  
P.zza Giovanni Paolo II, 8  
71017 Torremaggiore (FG)  
0882/393197  
seanergy@pec.it

#### Il progettista:

ATS Engineering s.r.l.  
P.zza Giovanni Paolo II, 8  
71017 Torremaggiore (FG)  
0882/393197  
atseng@pec.it

#### Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito  
atsing@atsing.eu

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE.....	4
3. ELEMENTI DI GEOTECNICA .....	5
4. CONCLUSIONI .....	11



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	1

## 1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica viene redatta a corredo del progetto per la realizzazione di un parco eolico per la produzione di energia elettrica e delle relative opere di connessione e distribuzione, proposto dalla società **SEANERGY srl**

Il parco, denominato "Alpha 6", è ubicato in provincia di Foggia, nel territorio comunale di Cerignola ed è composto da **23** aerogeneratori.

Fanno parte del progetto anche le linee elettriche in cavo sotterraneo (cavidotti d'interconnessione per il trasporto dell'energia prodotta), le piazzole di montaggio, le strade di accesso alle piazzole e la sottostazione elettrica.

La seguente relazione geotecnica ha perseguito i seguenti scopi:

- Individuazione dei litotipi costituenti la successione stratigrafica presente nell'area in esame, con particolare riferimento al loro assetto giaciturale;
- Caratterizzazione meccanica della successione litologica costituente l'area fondale delle opere previste dal progetto.

Lo studio interessa un'area non limitata esclusivamente a quella progettuale e si è avvalso dell'utilizzo di dati ottenuti da precedenti esperienze di lavoro svolte nelle medesime zone e di dati ottenuti dalla bibliografia e dalla cartografia preesistente, allo scopo di definire un quadro geologico generale.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dal D.M. LL.PP. dell'11 Marzo 1988 e successiva circolare LL.PP. n°30483/88.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	2

## Inquadramento su ortofoto

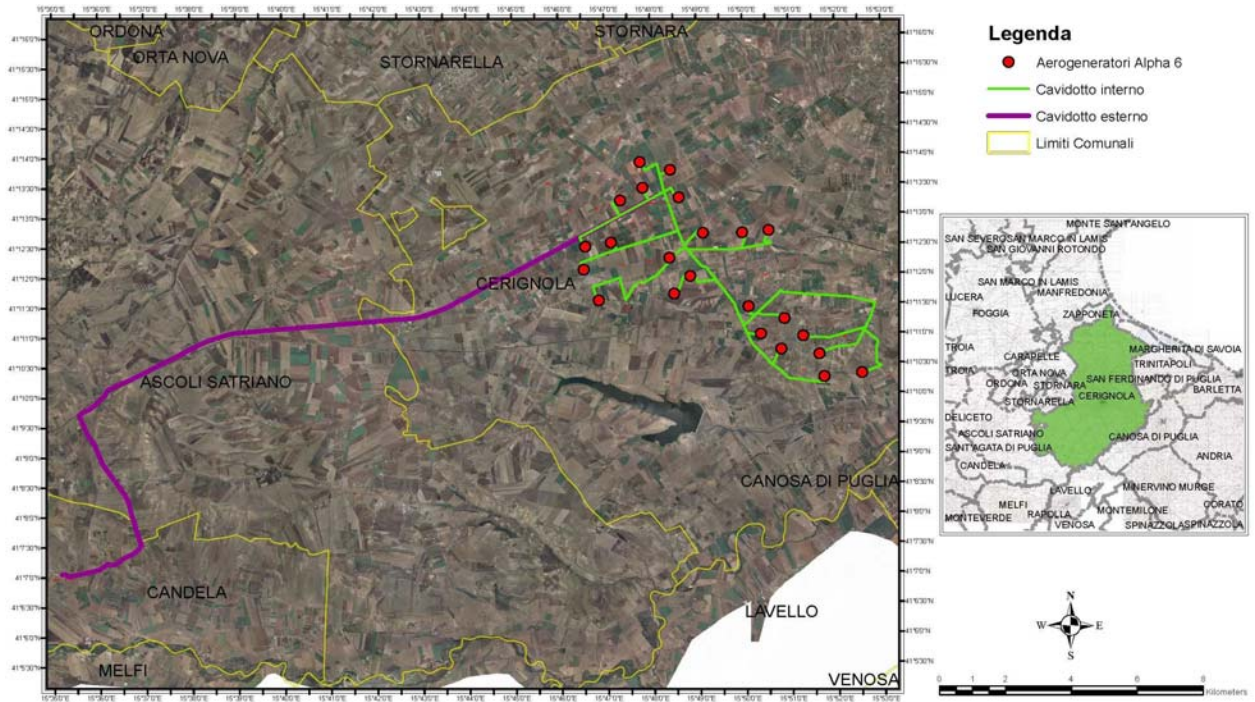


Figura 1: Ubicazione degli aerogeneratori su ORTOFOTO.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

L'area, oggetto del presente studio, è situata nell'agro di Cerignola, con quote intorno a 160 - 200 mt s.l.m. nella parte più a sud. Tutti gli aerogeneratori ricadono in terreni, ben evidenziati dalle indagini geologiche svolte, di natura prevalentemente sabbioso ed ascrivibili alla formazione quaternaria di età pleistocenica del tipo:

**Qc<sub>2</sub>** - Ciottolame incoerente con intercalazioni sabbiosa, molto permeabile - con intercalazioni di livelli e/o lenti limo sabbiose.

Mentre gli aerogeneratori 33, 38, 39, ricadono in terreni sabbiosi con livelli arenacei e lenti ciottolose riferibili al membro Calabriano-Pliocene del tipo **Pq<sub>s</sub>**.

L'esame dei sondaggi sismici e del sondaggio geognostico ha evidenziato la presenza di una successione stratigrafica caratterizzata in generale da una copertura vegetale e sabbie poco consistenti.

Successivamente verso il basso a profondità superiori a 40 – 50 mt dal p.c si rinvengono terreni pliocenici che appartengono alla nota formazione geologica delle argille subappenninche.



Figura 2: Ubicazione degli aerogeneratori su carta Geologica.

### 3. ELEMENTI DI GEOTECNICA

Informazioni di tipo geotecnico relative ai parametri meccanici del sottosuolo, sono state dedotte a partire da indagini sismiche.

Al fine di caratterizzare il sottosuolo delle aree interessate dai lavori è stato utilizzato il metodo sismico, in primo luogo per rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica – rifrattori – ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso terroso o roccioso con differente grado di densità e compattezza; in secondo luogo per ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale e classificare i terreni alla luce della recente normativa sismica (VS<sub>30</sub>).

Viene riportata di seguito la planimetria con la localizzazione delle prove effettuate in situ.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	5

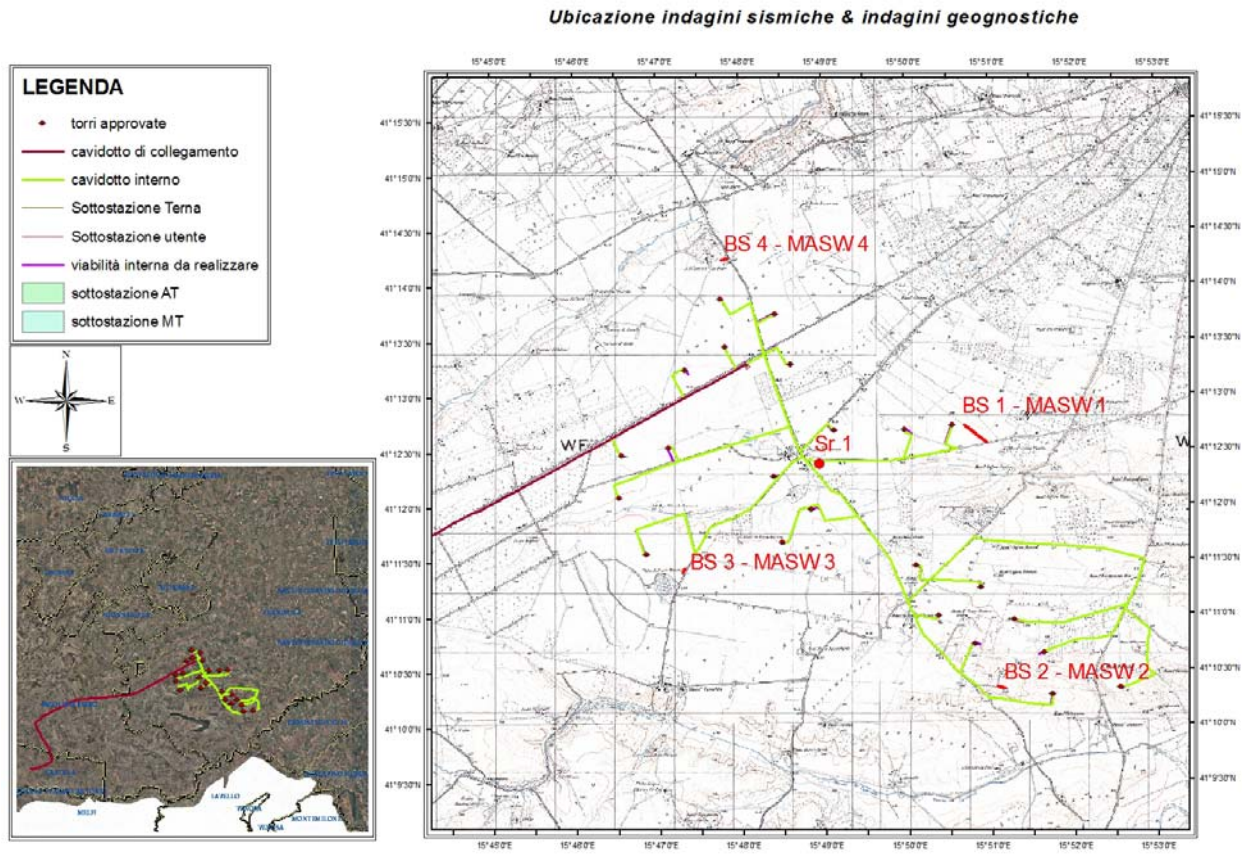


Figura 3: Planimetria su stralcio I.G.M. con ubicazione delle prove effettuate in situ.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	6

✓ **MASW - Interpretazione dei risultati di sito**

Sulla base dell'indagine sismica eseguita e applicando l'espressione riportata nel DM 14/01/2008:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

è stato possibile calcolare il parametro  $V_{s,30}$ , a cui è poi stata associata la relativa categoria di suolo di fondazione secondo quanto indicato nella Nuova Normativa Sismica, come di seguito sintetizzato in tabella.

Di seguito si riportano le risultanze delle basi sismiche eseguite:

- ✓ BS01 in onde P ed S (mediante MASW.): si individuano tre sismo strati.

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	350	162	0,00÷2,50	Terreno vegetale frammisto a dep. ciottoloso sabbioso poco consistente
2	790	376	2,50÷8,00	Deposito ciottoloso sabbioso poco consistente, localmente cementato
3	1164	500	8,00÷17,00	Deposito sabbioso argilloso

- ✓ BS02 in onde P ed S (mediante MASW.): si individuano tre sismo strati.

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	412	186	0,00÷0,80	Terreno vegetale frammisto a dep. ciottoloso sabbioso poco consistente
2	800	382	0,80÷2,70	Deposito ciottoloso sabbioso poco consistente, localmente cementato
3	1423	595	2,70÷11,00	Deposito sabbioso argilloso con livelli di ghiaia

- ✓ BS03 in onde P ed S (mediante MASW.): si individuano tre sismo strati.

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	320	144	0,00÷2,30	Terreno vegetale frammisto a dep. ciottoloso sabbioso poco consistente
2	706	340	2,30÷6,80	Deposito ciottoloso sabbioso poco consistente, localmente cementato
3	1255	577	6,80÷16,00	Deposito sabbioso argilloso con livelli di ghiaia





✓ BS04 in onde P ed S (mediante MASW.): si individuano tre sismo strati.

	Velocità Onde P in m/s	Velocità Onde S in m/s	Intervallo di profondità (m)	Descrizione
1	400	178	0,00÷0,50	Terreno vegetale frammisto a dep. ciottoloso sabbioso poco consistente
2	850	423	0,50÷2,50	Deposito ciottoloso sabbioso poco con consistente, localmente cementato
3	1481	663	2,50÷11,00	Deposito sabbioso argilloso con livelli di ghiaia

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, in base alle indagini sismiche locali il sito risulta :

PROFILO MASW	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE (Vs30)	CATEGORIA DI SUOLO
MASW 01	526m/s	B
MASW 02	544m/s	B
MASW 03	437m/s	B
MASW 04	604m/s	B

Suolo di classe “B”, definito come (punto 3.2.2. cap. 3 tabella 3.2 II del DM 14-01-2008): “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ KPa nei terreni a grana fina)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30}$ KPa nei terreni a grana fina)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ KPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s)
Categorie aggiuntive	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ KPa), che includono uno strato di almeno 8 metri di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico “Alpha 6”	Relazione Geotecnica.pdf	2	8

Inoltre dalla indagini idrogeologiche e dall'indagine geognostica, la falda non è presente a quote interessante il piano di posa delle fondazioni.

E' possibile indicare, grazie alle prove effettuate, i seguenti parametri per le varie litologie utili ai fini delle indicazioni sull'interazione terreno-struttura e sulla stabilità dell'area oggetto dell'intervento.

- **Terreno vegetale frammisto a deposito ciottoloso sabbioso poco consistente (da 0 m a 1.2 m)**

La tabella seguente sintetizza i valori da assegnare ai principali parametri geotecnici:

Parametro geotecnico	Valore assunto
$\gamma$ peso volume	1,5 t/m <sup>3</sup>
c coesione	1- 2 t/m <sup>2</sup>
$\phi$ angolo di resistenza al taglio	12°- 14°
Mes*	103 MPa

- **Deposito ciottoloso sabbioso poco consistente, localmente cementato (da 1.2 m a 5 m)**

La tabella seguente sintetizza i valori da assegnare ai principali parametri geotecnici:

Parametro geotecnico	Valore assunto
$\gamma$ peso volume	1,8 t/m <sup>3</sup>
c coesione	5 t/m <sup>2</sup>
$\phi$ angolo di resistenza al taglio	22°- 24°
Mes*	634 MPa

- **Deposito sabbioso argilloso con livelli di ghiaia (da 5 m a 30 m)**

La tabella seguente sintetizza i valori da assegnare ai principali parametri geotecnici:

Parametro geotecnico	Valore assunto
$\gamma$ peso volume	1,9 t/m <sup>3</sup>
c coesione	4-5 t/m <sup>2</sup>
$\phi$ angolo di resistenza al taglio	25°- 27°
Mes*	1782 MPa

dove:

$\gamma$  = peso volume

c = coesione

$\phi$  = angolo di resistenza al taglio

Mes\* = modulo di elasticità dinamico di Young, mediato dalle prove sismiche



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	9

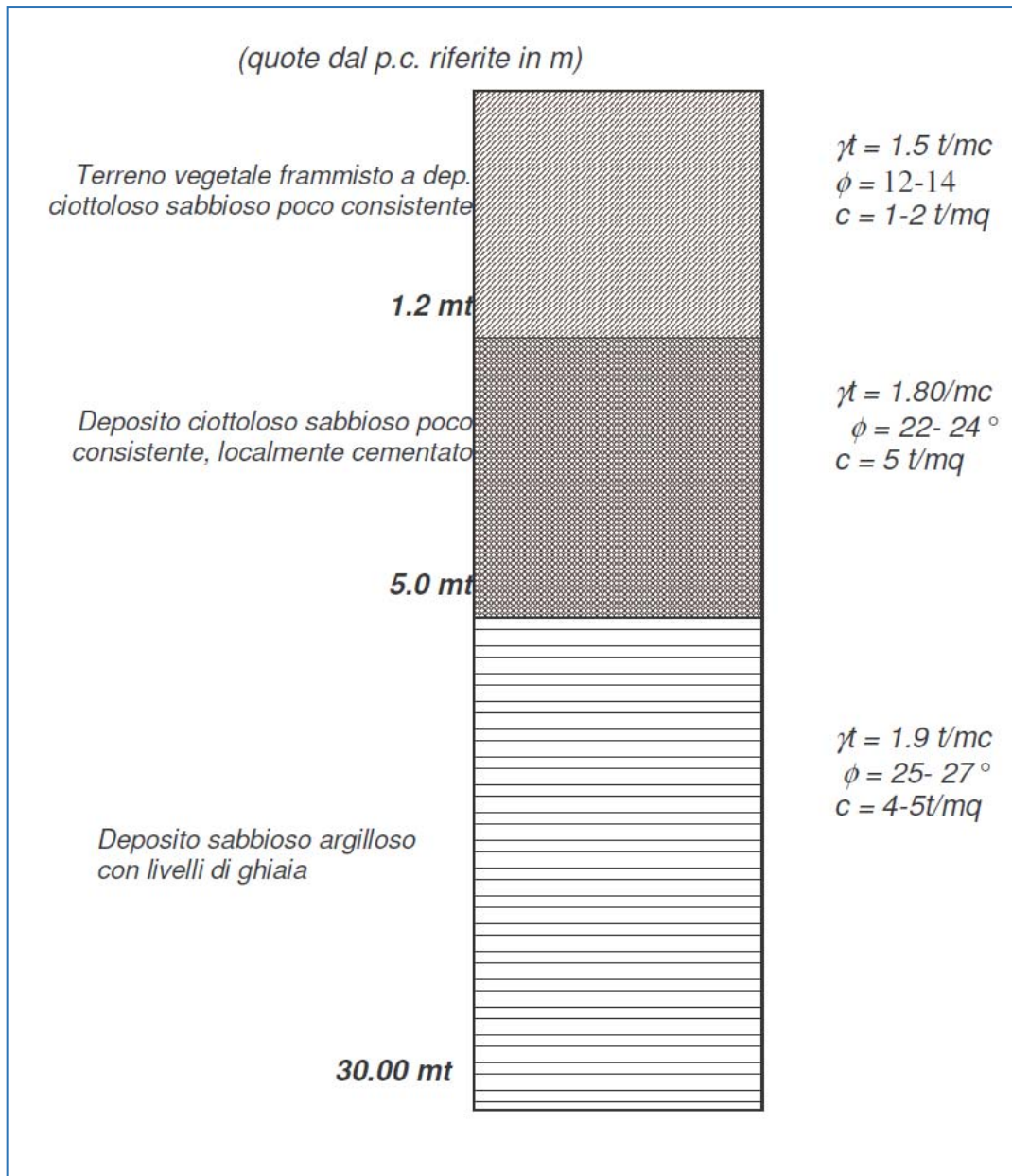


Figura 4: Schema geo-stratigrafico di riferimento.

## 4. CONCLUSIONI

Sulla base della parametrizzazione meccanica sopra esposta, per quanto riguarda il tipo di fondazione delle torri degli aerogeneratori, considerata la natura dei terreni di fondazione ed i parametri geomeccanici previsti, con particolare riferimento alla deformabilità degli stessi, per evitare pericolosi cedimenti differenziali, si ritiene necessario adottare la soluzione di fondazioni su pali.

Sono previsti n° 54 pali di diametro Ø100 cm posti su due file, rispettivamente i primi 36 pali posti su un raggio di 16,5 metri, i restati 18 pali posti su un raggio pari a 12 metri. La congiungente degli assi di due generici pali contigui con il centro del plinto forma un angolo di 10° per la fila più esterna e 20° per quella più interna. Il plinto su cui atterreranno i pali, avrà un diametro esterno di 36 metri ed un diametro interno medio di 14,8 metri (figura 5)

Una caratterizzazione precisa ed accurata deriverà, in fase successiva, da eseguire in corrispondenza dei singoli siti su cui è prevista la costruzione delle torri.

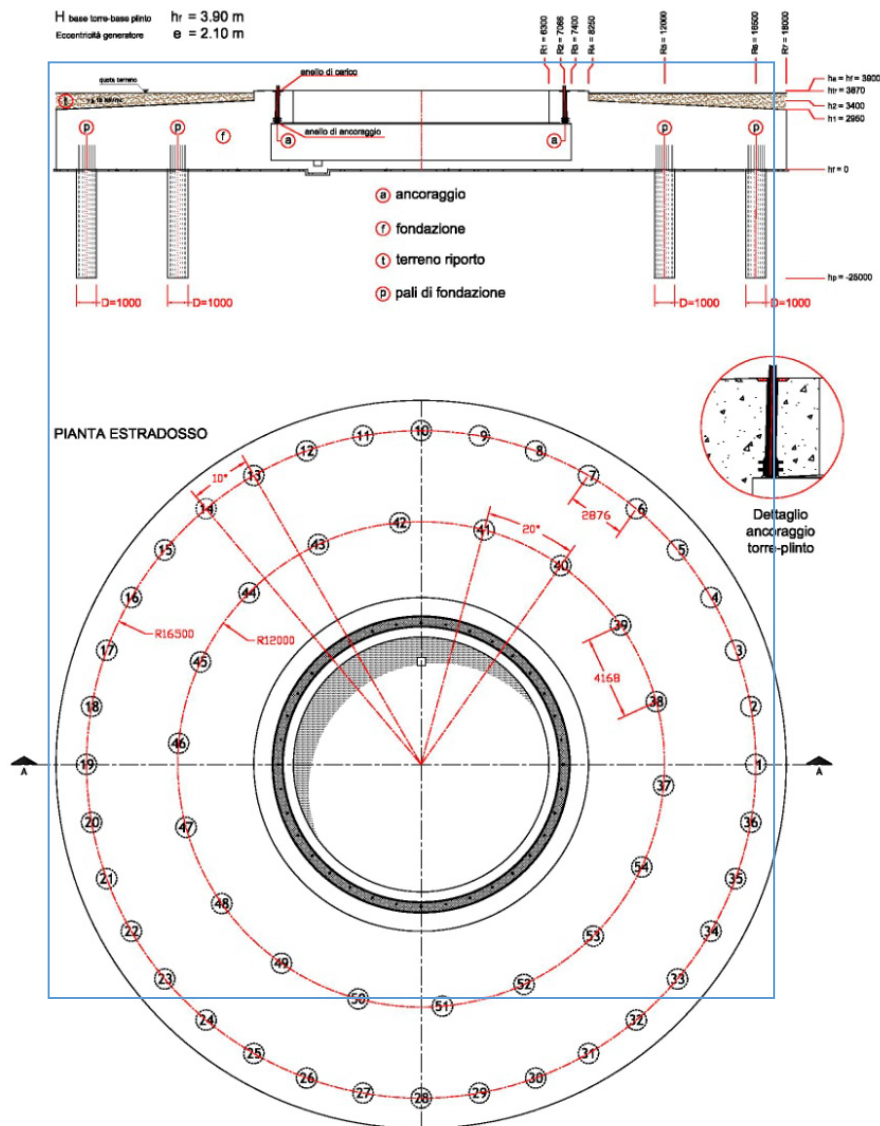


Figura 5: Schema tipico fondazione su pali.

Per la costruzione delle strade si prevede la bonifica di sottofondo mediante asportazione del suolo alterato superficiale, sostituendolo con materiale arido di cava, eventualmente avvolto in tessuto non tessuto, a profondità variabile da zona a zona, che dovrà essere accertata, in fase esecutiva, sulla base dei risultati ottenuti delle indagini specifiche e puntuali.

Per i cavidotti interrati particolare attenzione dovrà essere rivolta alla scelta del percorso, con particolare riguardo alla sistemazione del deflusso delle acque superficiali, evitando, dove possibile, quei tracciati dove sono palesemente visibili movimenti di massa attivi e/o quiescenti.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Impianto eolico "Alpha 6"	Relazione Geotecnica.pdf	2	12