

# REGIONE BASILICATA

Comuni:

Ripacandida (PZ)

LOCALITA' Veglia

## PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA 1 AEROGENERATORE

Sezione 0:

### RELAZIONE GEOLOGICA

Titolo elaborato:

### RELAZIONE GEOLOGICA

N. Elaborato **A.2**

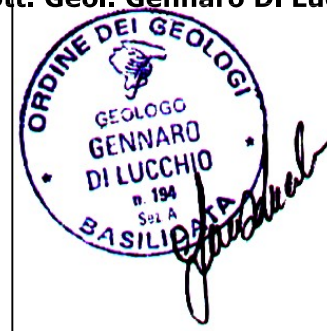
Scala: **R.G.**

Data: OTTOBRE 2010

ALLEGATI ALLA RELAZIONE	
<b>A.2.1</b>	STRATIGRAFIE SONDAGGI
<b>A.2.2</b>	CERTIFICATI LABORATORIO GEOTEC.
<b>A.2.3</b>	INDAGINI SISMICHE
<b>A.2.4</b>	VERIFICHE STAB. VERSANTE

Geologo

**Dott. Geol. Gennaro Di Lucchio**



REV.	DATA	sigla	firma	responsabile	sigla	firma	DESCRIZIONE
00	OTTOBRE 2010	GC		P.C.A.	NT		Richiesta A.U. - Dlgs 387/03
			REDAZIONE			CONTROLLO-EMISSIONE	
Nome File sorgente		Nome file stampa			Formato di stampa		

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	1 di 28

## Sommario

1.	INTRODUZIONE.....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO ADOTTATA NELLO STUDIO.....	2
3.	CARATTERISTICHE PROGETTUALI INTERVENTO .....	3
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE DELL' AREA .....	3
5.	CLASSIFICAZIONE LITOTECNICA DEI SUOLI PRESENTI IN AREA .....	4
6.	CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA AREA .....	6
7.	PERFORAZIONI DI SONDAGGIO – DETTAGLI OPERATIVI .....	7
8.	PERFORAZIONI DI SONDAGGIO – RISULTATI SUI SINGOLI SITI INVESTIGATI .....	8
9.	PROSPEZIONE SISMICA - DETTAGLIO .....	10
10.	RISULTATI INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE .....	13
11.	CARATTERIZZAZIONI GEOTECNICHE DI LABORATORIO SULLE TERRE.....	14
12.	ASSETTO IDRAULICO-IDROGEOLOGICO .....	15
13.	ASSETTO GEOMORFOLOGICO .....	16
14.	VERIFICA ANALITICA DI STABILITA' DI VERSANTE .....	17
15.	MODELLO GEOLOGICO SOTTOSUOLO .....	18
16.	MODELLO GEOTECNICO AMMASSO FONDALE .....	20
17.	MICROZONAZIONE SISMICA DELLE AREE – CENNI GENERALI .....	23
18.	MICROZONAZIONE SISMICA DI DETTAGLIO AREA DI PROGETTO .....	24
19.	PERICOLOSITA' GEOLOGICHE DELL' AREA.....	26
20.	ESITO FINALE DELLE INDAGINI E STUDI ESEGUITI .....	26
21.	GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' PROGETTUALE INTERVENTO .....	28

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	2 di 28

## 1. INTRODUZIONE

La società **FORTORE AGROENERGIE** con sede a Lucera (FG), ha affidato, allo scrivente dott. geol. DI LUCCHIO Gennaro, iscritto all'Ordine dei Geologi di Basilicata al n.194, e con studio professionale sito nel Comune di Rionero in Vulture (Pz) alla Via Galliano n. 31, incarico di consulenza geologica per il **progetto definitivo di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di n.1 aerogeneratori da ubicarsi nel territorio comunale di Ripacandida (Pz) in c.da Veglia.**

Sulla base di tale incarico, si è proceduto all'esecuzione di rilievi ed indagini geognostiche finalizzate ad accertare la fattibilità dell'opera in riferimento alle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, strutturali, idrogeologiche e sismiche dell'areale di impianto.

Lo studio, complessivamente, si compone del presente rapporto di sintesi e di una serie di allegati di seguito elencati:

ALLEGATI AL PRESENTE RAPPORTO GEOLOGICO			
	ALLEGATI	DENOMINAZIONE	SCALA
	A.1	Stratigrafie sondaggi	
		Certificati laboratorio geotecnico	
		Indagini sismiche	
		Verifica analitica di stabilità di versante	
	A.2	Planimetria ubicazione indagini	1:5.000
	A.3	Carta Geologica	1:5.000
	A.4	Carta Geomorfologica	1:5.000
	A.5	Carta idrogeologica	1:5.000
	A.6	Profili Geologici	1:2.500

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO ADOTTATA NELLO STUDIO

### Decreto Ministeriale 14.01.200

### Decreto 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

### Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

### Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

### Eurocodice 8 (1998)

### Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

### Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

### Eurocodice 7.2 (2002)

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	3 di 28

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

### **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

**Leggi regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

**Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale

**Piani Territoriali di coordinamento (Province)**

**Piano Strutturale e Regolam. Urbanistico**

**D.M. 11.03.988**

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. (Se si opera in Zona sismica 4, Classi I e II).

### **3. CARATTERISTICHE PROGETTUALI INTERVENTO**

La progettazione prevede la installazione di n. 1 aerogeneratori destinati alla produzione di energia elettrica da fonte eolica; le macchine aerogeneratrici, avranno caratteristiche seguenti:

Tipo aerogeneratore E 55 da 900 KW con le seguenti caratteristiche:

- Altezza al mozzo dell' aerogeneratore H.mozzo: 73 mt
- Diametro aerogeneratore : 53 mt (raggio: 26.50 mt);
- Altezza complessiva aerogeneratore : 99.5 mt ;
- Potenza del singolo aerogeneratore: 900 Kw
- Numero complessivo di aerogeneratori : 1;
- Potenza complessiva del campo eolico : 900 Kw;

### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE DELL'AREA**

Il territorio in cui è previsto l'insediamento del parco eolico, rientra nel Foglio n. 187 della Carta Geologica d'Italia, denominato "Melfi", redatto dal Servizio Geologico d'Italia in scala 1:100.000.

La ubicazione del territorio nel settore settentrionale della Basilicata, in prossimità dei limiti sud-occidentali del massiccio vulcanico del Vulture, rientra in dominio geodinamico di "catena", tipicamente caratterizzato da elevato disturbo tettonico-strutturale delle unità litoidi presenti, ad opera di pieghe e faglie di entità variabile e con locali inversioni stratigrafiche nelle successioni litostratigrafiche affioranti.

Nella fattispecie nell'area risultano presenti formazioni di origine marina di età Oligo-miocenica in facies fliscioide, attribuibili, procedendo dall'alto verso il basso, alle formazioni seguenti:

**Formazione marnoso-arenacea di Serra Palazzo**, composta da arenarie quarzoso-feldspatico-micacee più o meno dure ed a luoghi sostituite da molasse giallastre con presenza di marne e calcari; tale formazione verrà, ai soli fini litotecnici, attribuita alla unità 1 di seguito definita.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	4 di 28

**Formazione del Flysch Numidico**, anch'essa composta da molasse associate ad arenarie quarzose giallastre; tale formazione verrà, ai soli fini litotecnici, attribuita alle unità 1 e 2 di seguito definite.

**Formazione delle Argille Varicolori**, rappresentanti substrato areale del territorio investigato per potenza stratigrafica e qualità meccanica, presenti con litologie che a tetto presentano tipico colore grigio-verde spesso fittamente laminate con sabbia, e dopo alcuni metri passano a colore grigio bluastro caratterizzato da elevato grado di omogeneità geolitologica e qualità meccanica; tale formazione verrà, ai soli fini litotecnici, attribuita alla unità 3 di seguito definita e sottoclassificata in una unità 3a ed in una unità 3b.

## 5. CLASSIFICAZIONE LITOTECNICA DEI SUOLI PRESENTI IN AREA

L'andamento litostratigrafico delle aree investigate, con specifico riferimento alla qualità e *potenza stratigrafica* delle litologie presenti, si caratterizza, sulla base di quanto esplicitato al paragrafo precedente, per la presenza di terreni che nel corso dello studio sono stati differenziati, ai soli fini litotecnici applicativi, in tre unità differenti che sono, dall'alto verso il basso:

### **COLTRE AGRARIA SUPERFICIALE**

#### **UNITA' 1) Limi Argillosi con sabbia**

#### **UNITA' 2) Arenarie a medio-alto grado di fratturazione**

#### **UNITA' 3) Complesso argilloso di substrato**

Le unità sopra descritte nell'ordine geologico regionale, in realtà, nella fattispecie del caso specifico, risultano alle volte intersecate tra loro in ordine spaziale e spazio-temporale differente, che nulla toglie alla loro caratterizzazione geotecnica e litotecnica derivante alle stesse unità essenzialmente dalle loro caratteristiche granulometriche.

#### **UNITA' 1) Limi sabbiosi ed argillosi**

L'unità, ascrivibile in bibliografia alle formazioni di "Serra Palazzo" e del "Flysch Numidico", ambedue di età oligo-miocenica, è rappresentata da un'alternanza di limi sabbiosi ed argillosi di colore variabile nei toni del giallo-marroncino; il grado di addensamento del deposito risulta basso nei primi metri, ed aumenta progressivamente con la profondità fino alle sottostanti unità argilloso-marnose di substrato (UNITA' 3).

Pur evidenziando il deposito, dalle risultanze di laboratorio, caratteri meccanici classificabili di media qualità, esso, in riferimento alla *qualità percepita* nelle fasi investigative dirette, ha evidenziato generale suscettività ad instabilità e cedimenti di vario tipo, in particolare in presenza di acqua, con predisposizione all'innescarsi di instabilità gravitative, di entità e volumetria varia in funzione della morfologia delle aree; la scarsa qualità geotecnica del materiale, che, come dianzi detto, può localmente risultare anche buona, risulta imputabile alla sua eterogeneità granulometrica e conseguente elevata anisotropia geolitologica, il tutto ulteriormente

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	5 di 28

complicato dalla (accertata) presenza di livelli acquiferi emisuperficiali (6 – 10 mt. da p.c.) in condizioni di idrostatiche.

Sono inoltre presenti nel deposito livelli plastici decimetrici sottoconsolidati, i quali, in concomitanza con i periodi piovosi stagionali, sono passibili di ingenerare instabilità gravitativa della coltre superficiale fungendo da cuscinetto di scivolamento alle coltri sovrapposte.

### **UNITÀ 2: Arenarie a medio-alto grado di fratturazione**

Tale unità, non rilevata dalle indagini dirette ma visibile in maniera frammentata in superficie, risulta attribuibile alle medesime formazioni di cui alla sopra descritta unità n. 1, con prevalenza del "Flysch Numidico, e si caratterizza in arenarie alcune volte molassiformi ad elevato contenuto quarzoso e di tipico colore giallastro-marroncino; dotata di grado di fatturazione medio-alto, presenta localmente carattere meccanico tipico di suoli lapidei e/o semilapidei, con conseguente elevata resistenza alla compressione.

Tali specifici caratteri meccanici vanno attentamente valutati nel trasferimento di carichi in virtù dell'elevato grado di fatturazione del materiale, della sua collocazione litostratigrafica all'interno di litologie argilloso-limose di cui all'unità 1, e dell'assetto geomorfologico delle aree di affioramento, all'origine di fenomeni di instabilità da scivolamento e/o crollo. Pertanto il suo eventuale utilizzo quale ammasso fondale risulta **generalmente sconsigliato**, se non in casi di difficile soluzione alternativa ed in tal caso solo a seguito di verifica puntuale estesa a congrue profondità.

### **UNITÀ 3: Complesso argilloso di substrato**

Tale unità, ultima della serie litologica rilevata, risulta attribuibile alla formazione delle "Argille varicolori", di età Oligo-Miocenica; rilevata in maniera indiretta nella prima fase di studio dalle prospezioni sismiche, attraverso l'elevato contrasto sismico rispetto alle unità soprastanti, è stata poi caratterizzata, nelle successive fasi investigative, in maniera diretta e puntuale.

L'unità non affiora mai superficialmente, ed il "tetto" del deposito si colloca a profondità, che seppure variabili da punto a punto, si attestano a quote medie di 11-12 mt dalla superficie, fatta eccezione per alcuni vistosi puntuali discostamenti.

Trattasi di argille sovraconsolidate e quindi dotate di elevato grado di addensamento, come evidenziato particolarmente dalla elevata resistenza alla perforazione dimostrata nelle fasi investigative dirette e dalle prove SPT condotte nei fori di sondaggio, prima ancora che dagli esiti delle caratterizzazioni geomeccaniche di laboratorio che non ne evidenziano appieno la qualità geotecnica generale riscontrata in sito.

Il deposito, in successione completa, presenta al "tetto" argille di colore grigio-verde, spesso caratterizzate nei primi metri da fitta laminazione sabbioso-argillosa quando direttamente sottoposte all'UNITA' 1, e con passaggio successivo ad argille di tipico colore grigio-blu, ad elevato grado di addensamento, spesso intervallate da livelletti lapidei arenacei anch'essi di tipico colore blu.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	6 di 28

In base all'assetto litostratigrafica accertato per le aree investigate, tale unità, contrariamente alle unità soprastanti, risulta avere caratteri litostratigrafici e geomeccanici sufficienti all'assorbimento dei carichi derivanti dagli aerogeneratori.

## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOGNOSTICA AREA

In riferimento alle caratteristiche progettuali dell'impianto sopra descritto dotato di scarso impegno strutturale, allo scopo di caratterizzare la geologia delle aree, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche seguenti.

**Perforazioni di sondaggio eseguite a carotaggio continuo**, eseguite dal medesimo scrivente in area strettamente adiacente a quella di progetto per la progettazione di stazione di consegna dell'energia prodotta da altro impianto eolico presente in area. Le perforazioni sono state spinte a profondità massime di 15 metri dalla superficie.

L'ubicazione dei due punti di perforazione/indagine indicati nella allegata cartografia (A.2) con le sigle **S30** ed **S31** risulta pressoché adiacente al sito di progetto rendendo di fatto inutile la esecuzione di ulteriori perforazioni. Tali indagini hanno consentito la caratterizzazione geotecnica delle unità litotecniche presenti nell'areale sia tramite prove geotecniche effettuate direttamente in sito che tramite prove di laboratorio sui campioni di suolo estratti dalle singole unità nel corso delle perforazioni. Nel presente studio si è fatto inoltre riferimento alla caratterizzazione geotecnica effettuata nella medesima area per importante impianto di tipo eolico e che ha contemplato la esecuzione di una imponente campagna di caratterizzazione geognostica.

Le perforazioni di sondaggio condotte nell'areale di progetto, hanno contemplato, oltre alla definizione litostratigrafica dei singoli siti, di completamento al rilievo di superficie, la esecuzione di:

**n. 3 prove SCPT** nei fori di sondaggio in fase di perforazione, per la caratterizzazione geotecnica delle unità litostratigrafiche accertate.

**prove penetrometriche tramite pocket penetrometer** sulla sequenza completa delle carote estratte dalle perforazioni.

**prelievo di n. 5 campioni di suolo** dalle perforazioni con successiva analisi presso laboratorio geotecnico riconosciuto ed autorizzato dal Ministero LL.PP., e con determinazione dei parametri fisici e meccanici delle varie unità litologiche presenti.

**A completamento ed integrazione** delle due perforazioni di sondaggio sopra citate **si è proceduto alla esecuzione di n. 1 prospezione sismica di superficie con metodologia a fiffrazione**. Essa ha consentito il rilievo diretto sia delle **onde di compressione di tipo "P" che di quelle di taglio di tipo "SH"**, ed ha avuto sviluppo longitudinale pari a 110 metri, necessario ad investigare fino alle profondità massime di 30 metri dal p.c..

Le indagini sopra citate hanno fornito, con sufficiente grado di approfondimento, le caratteristiche geologico-strutturali, litostratigrafiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche del suolo e sottosuolo rappresentante "l'ammasso" geotecnico dell'impianto di progetto.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	7 di 28

## 7. PERFORAZIONI DI SONDAGGIO – DETTAGLI OPERATIVI

Nell'ambito dell'areale di interesse sono state effettuate nell'anno 2006 n. 2 perforazioni di sondaggio con sistema a carotaggio continuo estese fino a profondità massime di 15 metri dalla superficie.

Le perforazioni sono state caratterizzate dalle seguenti modalità operative:

- carotaggio continuo e rappresentativo del terreno attraversato
- descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei suoli attraversati
- prelievo di campioni indisturbati di terreno per analisi geotecniche di laboratorio sulle singole unità litostratigrafiche componenti l'ammasso.
- esecuzione di prove geotecniche e geomeccaniche in foro
- determinazione della eventuale presenza di falde sotterranee e loro relativa quota piezometrica e soggiacenza, se presente
- rilievi e monitoraggio in fase di perforazione dei parametri di perforazione (resistenza all'avanzamento, perdita di fluidi di circolazione, usura corone diamantate, coppia di perforazione) con finalità di accertamento geotecnico della competenza geomeccanica dei singoli livelli attraversati.

### **ATTREZZATURE DI PERFORAZIONE**

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda a rotazione gommata;

Viene riportata una sintesi descrittiva derivante dalle singole indagini.

### **UTENSILI DI PERFORAZIONE**

La perforazione è stata eseguita a rotazione e "carotaggio continuo" con aste e carotiere, utilizzando carotieri semplici del diametro di 101 mm e rivestimenti del diametro di 127 mm.

### **PROVE GEOTECNICHE IN FORO DI SONDAGGIO**

#### **PROVE CON PENETROMETRO TASCABILE**

Nel corso delle perforazioni di sondaggio si è proceduto alla esecuzione di prove con penetrometro tascabile sulle carote estratte dal carotiere allo scopo di avere una prima stima delle caratteristiche geotecniche del materiale, i risultati sono visibili sulle allegare stratigrafie.

#### **PROVE "SCPT" (STANDARD PENETRATION TEST)**

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite prove di resistenza alla penetrazione "SCPT" utilizzando un attrezzatura standard secondo le modalità indicate dalle "Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana" del 1977.

Tali prove si eseguono preferibilmente in terreni granulari (sabbie e ghiaie fini), tuttavia si possono eseguire in qualsiasi terreno sciolto e su alcune rocce tenere allo scopo di determinare grado di addensamento/consistenza/resistenza.

Ogni determinazione di prova è stata preceduta dalla pulizia del fondo foro .



COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	8 di 28

## 8. PERFORAZIONI DI SONDAGGIO – RISULTATI SUI SINGOLI SITI INVESTIGATI

### SONDAGGIO S30 - RISULTATI

**Profondità massima raggiunta: 15 mt**  
**Diametro perforazione: 101 mm**  
**Diametro rivestimento: 127 mm**  
**Data esecuzione: 6 Dicembre 2006**  
**Quota: 712 m. s.l.m.**  
**Coordinate punto: 40°53 39" – 15° 42'19"**

In corrispondenza del sito di perforazione, prossimo e con caratteristiche geologiche del tutto assimilabili a quelle del sito di progetto, risultano essere presenti limi sabbiosi ed argillosi di cui all'UNITA' 1 fino a quote di ca. 11 metri dalla superficie. Da tale quota e fino alle profondità massime investigate e pari a 15 metri dalla quota campagna risultano presenti litologie di substrato di cui all'unità 3b compatibili con l'appoggio fondale delle torri eoliche.

Sono state effettuate n. 1 prova SCPT in coincidenza di livelli sabbiosi e prelevati n. 2 campioni di suolo tramite shelby tube analizzati in laboratorio geotecnico per la determinazione dei parametri geotecnici delle unità presenti.



Foto 1 – 6.12.06 - Sondaggio S30 - Postazione



Foto 2 – 6.12.06 - Sondaggio S30 - postazione



Foto 3 – 6.12.06 - Sondaggio S30 - postazione



Foto 4 – Sondaggio S30 – cassetta da 0 a 5 mt

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	9 di 28



Foto 5 – Sondaggio S1 – Cassetta da 5 a 10 mt



Foto 6 -- Sondaggio S30 – cassetta da 10 a 15 mt

### SONDAGGIO S31 - RISULTATI

**Profondità massima raggiunta: 15 mt**

**Diametro perforazione: 101 mm**

**Diametro rivestimento: 127 mm**

**Data esecuzione: 7 Dicembre 2006**

**Quota: 710 m. s.l.m.**

**Coordinate punto: 40° 53' 37" – 15° 42' 17"**

In corrispondenza del sito di perforazione del sondaggio S31, prossimo e con caratteristiche geologiche del tutto assimilabili a quelle del sito di progetto, risultano essere presenti limi sabbiosi ed argillosi di cui all'UNITA' 1 fino a quote di ca. 12 metri dalla superficie. Da tale quota e fino alle profondità massime investigate e pari a 15 metri dalla quota campagna risultano presenti litologie di substrato di cui all'unità 3b compatibili con l'appoggio fondale delle torri eoliche.

Sono state effettuare n. 2 prova SCPT in coincidenza di livelli sabbiosi e prelevati n. 3 campioni di suolo tramite shelby tube analizzati in laboratorio geotecnico per la determinazione dei parametri geotecnici delle unità presenti.



Foto 7 – 7.12.06 - Sondaggio S31 - Postazione



Foto 8 – 7.12.06 - Sondaggio S31 - postazione

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	10 di 28



Foto 9 – Sondaggio S31 - cassetta da 0 a 5 mt



Foto 10 – Sondaggio S31 - cassetta da 5 a 10 mt



Foto 11 -- Sondaggio S31 - cassetta da 10 a 15 mt

## 9. PROSPEZIONE SISMICA - DETTAGLIO

Il principio della sismica a rifrazione si basa sulla misurazione del ritardo con cui un segnale prodotto da una sorgente energizzante viene registrato da vari sensori (geofoni) posti in superficie.

Riportando su un diagramma tali ritardi in funzione delle distanze reciproche fra i geofoni è possibile tracciare degli involucri rettilinei che individuano una spezzata (dromocrona) in cui ogni segmento rettilineo rappresenta uno spessore di terreno con un valore medio della velocità delle onde P ed SH.

La velocità di propagazione del segnale è funzione delle caratteristiche elastiche del terreno, queste proprietà derivano dalla densità e dalla compattezza (quindi dalla rigidità) di ogni singolo strato nel sottosuolo; in sintesi minore è lo stato di addensamento di un terreno e minore sarà la velocità dell'onda sismica che l'attraversa.

La strumentazione registra l'onda rifratta dall'interfaccia fra due strati sovrapposti geometricamente l'uno all'altro e caratterizzati da un contrasto di rigidità.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	11 di 28

L'indagine si è svolta tramite esecuzione di prospezioni sismiche dotate di geometria dello stendimento seguente:

STENDIMENTO SISMICO	N° Canali	Distanza intergeofonica	Lunghezza base sismica
SS RIP A 1	12	10 m	110 m

### Nella prospezione sismica effettuata sono state rilevate:

**le onde di compressione "P"** generate da una mazza del peso di 10 Kg impattante su una piastra in alluminio di diametro 25 cm collocata direttamente sulla superficie del suolo per la generazione di tale tipologia di onde

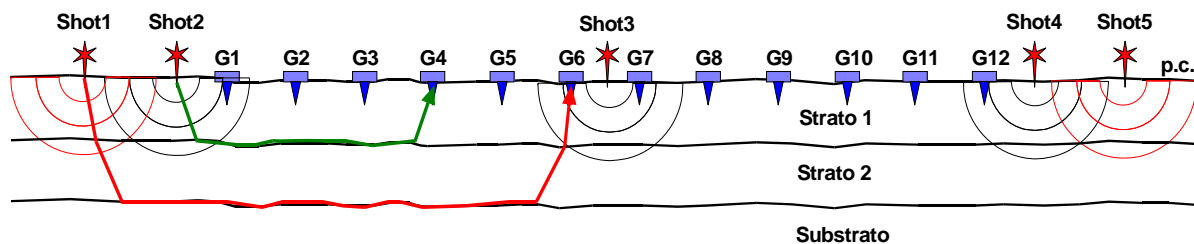
**le onde di taglio "SH"** generate dall'impatto di una mazza del peso di 10 Kg impattante orizzontalmente su di un parallelepipedo in legno rivestito in metallo disposto ortogonalmente allo stendimento e gravato da un carico statico per mantenerlo aderente al terreno.

Gli scoppi effettuati sono stati i seguenti:

Shot 2 e Shot 4 esterni al geofono 1;

Shot 3 centrale;

gli shot 1 e 2 esterni non sono stati invece necessari per la semplicità dell'assetto stratigrafico locale.



**Fig. 1 - geometria dello stendimento.**

La strumentazione utilizzata è il sismografo 16SG24 a 24 canali della DOLANG dalle seguenti caratteristiche tecniche: gestione a microprocessore, intervalli di campionamento 250  $\mu$ s, 500  $\mu$ s, 1 ms, 2 ms; tempo di campionamento da un min. di 0.2 ms ad un max. di 2 ms; lunghezza di acquisizione da un min. di 32 ms ad un max. di 4096 ms; filtri passa basso 250 Hz; notch 50/60 Hz; risoluzione a 24 bit; acquisizione dei dati e codifica dei file in formato Seg-2 elaborati successivamente con il software WinSism9 della GeoSoft; per la ricezione delle onde sismiche sono stati utilizzati dei geofoni verticali con frequenza propria di 14 Hz.

Le correlazioni proposte tra sismozone e litologie dei terreni sono state effettuate sulla base dei dati del rilievo geologico di campagna e delle indagini geognostiche condotte nelle prossimità dell'area indagata.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata effettuata utilizzando il Delay Method, il quale consente di determinare la profondità al di sotto di ogni geofono attraverso l'analisi delle velocità e degli spessori degli strati, individuandone le variazioni laterali nell'elaborazione di un modello interpretativo.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	12 di 28

Riportando su un grafico le distanze dal punto di scoppio dei geofoni ed i tempi dei primi arrivi (onde P ed onde S) si ottengono rette spezzate chiamate dromocrone.

Dall'inclinazione di queste rette e mediante algoritmi al computer si risale al numero di sismostrati presenti nel sottosuolo, al loro spessore e alla velocità di ciascuno di essi.

Quest'ultima è funzione delle caratteristiche meccaniche del tipo litologico, in particolare dei moduli elastici (di Young, di Poisson) e della densità.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono leggibili graficamente nelle sezioni sismostratigrafiche allegate. Per comodità di lettura i dati registrati ed elaborati vengono riassunti di seguito.

Si riportano di seguito le risultanze derivanti dallo stendi mento sismico eseguito

### **INDAGINE DI SUPERFICIE RIPAI**

La **sismosezione SSRIPA1** evidenzia la presenza di due sismostrati.

Il primo strato, quello più superficiale, ha uno spessore medio di poco inferiore agli 11 mt. La velocità delle onde di compressione relativa a questo sismostrato risulta essere di circa 780 m/s, quella delle onde di taglio di ca. 392 m/s, i valori della velocità delle onde P sono tali da assimilare questo livello a terreni costituiti da depositi superficiali di tipo sabbioso-limoso. Il grado di consistenza è da ritenersi di tipo medio.

Il secondo sismostrato si incontra immediatamente al di sotto del precedente e fino alle quote massime investigate di ca. 30 metri, corrisponde ad un livello dotato di velocità delle onde di volume di 1860 m/s e di taglio di 952 m/s, assimilabile alle unità argillose di substrato ad elevata consistenza.



Foto 12 –Prospezione sismica SSRIPA1



Foto 13 – Prospezione sismica SSRIPA1

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	13 di 28

SS RIPA 1						
ESITI PROSPEZIONE SISMICA						
Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson ( $\nu$ )	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi onda S
h <sub>1</sub>	10.75	780	0.45	392	h <sub>1</sub> /V <sub>1</sub>	0.027
h <sub>2</sub>	19.25	1860	0.36	952	h <sub>2</sub> /V <sub>2</sub>	0.021
h <sub>totale</sub>	30				$\sum h_i/V_i$	0.048
<b>V<sub>S30</sub> = 30 / 0.048 = 629,67 m/s</b>						
<b>CATEGORIA DI SUOLO</b>				<b>B</b>		

## 10. RISULTATI INDAGINE SISMICA DI SUPERFICIE

La prospezione sismica condotta nell'areale di progetto con rilievo sia delle onde di compressione di tipo "P" che di quelle di taglio di tipo "SH" è stato effettuato con la finalità di coprire e completare la conoscenza geognostica dell'intero areale.

L'indagine effettuata, tarata sulla base delle indagini dirette, ha consentito di verificare il generale livello di uniformità litostratigrafico dell'area, laddove è risultata presente una coltre di ricoprimento di tipo limoso sabbioso ed argilloso, di potenza stratigrafica di ca. 11-12 mt. sovrapposta a litologie argillose di substrato dotate di potenza stratigrafica elevata e da considerarsi substrato geotecnico dell'areale di progetto.

La velocità sismica delle onde risulta elevata in corrispondenza delle unità argillose di substrato a dimostrazione della loro qualità geotecnica, più bassa o medio-bassa nelle unità limoso-sabbiose di superficie.

La nuova normativa sismica, contenuta nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" definisce cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate in base ai valori della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri del sottosuolo "V<sub>S30</sub>", ricavate dalla seguente relazione:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

dove h<sub>i</sub> e V<sub>i</sub> sono lo spessore e la velocità nello strato i-esimo degli N strati che formano i primi 30 metri di sottosuolo.

Categorie suolo di fondazione	
A	>800 m/s
B	>360 m/s
C	>180 m/s
D	<180 m/s
S <sub>1</sub>	<100 m/s
S <sub>2</sub>	Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E	Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V <sub>S30</sub> >800m/s)

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	14 di 28

La caratterizzazione sismica del sottosuolo eseguita con indagini sismiche di superficie, ha permesso di definire lo specifico suolo fondale in corrispondenza dell'areale di interesse così come riportato in tabella.

La velocità delle onde SH è stata ricavata direttamente attraverso misura diretta.

ESITI PROSPEZIONE SISMICA CON DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA MICROSISMICA DEL SUOLO FONDALE			
INDAGINE SISMICA	LUNGH. STENDIMENTO (mt)	VELOCITA Vs (mt/sec)	CAT. SUOLO FONDALE
SS FILIANO 1	110 mt	629	<b>B</b>

## 11. CARATTERIZZAZIONI GEOTECNICHE DI LABORATORIO SULLE TERRE

Le indagini effettuate nell'anno 2006 nell'area di progetto hanno contemplato il prelievo di campioni di suolo in fase di perforazione tramite campionatore a pareti sottili del tipo shelby tube. Sono stati prelevati in totale n. 5 campioni complessivi dalle 2 perforazioni eseguite. Il campionamento è stato finalizzato alla caratterizzazione delle unità litostatiche e litotecniche presenti nell'area e destinate all'appoggio delle strutture fondali degli aerogeneratori e sottostazione di consegna.

In campioni prelevati in tal modo subito dopo il loro prelievo sono stati sigillati nel medesimo campionatore utilizzato per il prelievo tramite paraffina liquidificata ed inviati a laboratorio geotecnico autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Le prove che sono state richieste al laboratorio sui singoli campioni inviati vengono riportate nella scheda seguente, mentre gli esiti analitici delle prove di laboratorio sui campioni di terra sono allegati al presente rapporto e sono stati utilizzati per la caratterizzazione litotecnica delle unità di appoggio fondali.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	15 di 28

Apertura di campione contenuto in fustella cilindrica (PVC, acciaio, ecc.) mediante
Fotografia a colori del campione
Determinazione del contenuto d'acqua
Determinazione della massa volumica allo stato naturale mediante fustella tarata
Determinazione della massa volumica allo stato naturale mediante pesata idrostatica
Determinazione del peso specifico dei granuli (media di 2 misurazioni)
Determinazione del peso di volume secco, peso di volume saturo, peso di volume
Determinazione dell'indice dei vuoti, della porosità e del grado di saturazione
Determinazione della resistenza alla punta con pocket di laboratorio (procedura
Analisi granulometrica per vagliatura per via secca, su quantità <5 Kg con un
massimo di 8 vagli
Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro, esclusa la determinazione
del peso specifico dei granuli
Determinazione della percentuale di materiale passante allo 0.074 mm (ASTM 200
Mesh)
Determinazione congiunta del limite di liquidità e di plasticità
Prova di <b>consolidazione edometrica</b> ad incrementi di carico controllati su provino
40-100 mm. Mantenimento di ogni gradino di carico = 24 ore con carico max. di 3.2
MPa, per un numero di 9 increm. in fase di carico e 4 decrementi in fase di scarico
Prova di <b>taglio diretto</b> consolidata drenata, per la determinazione della resistenza al
taglio di "picco" con velocità di deformazione > 0.002 mm/min (procedura standard 3
provini)
Prova di <b>compressione triassiale consolidata non drenata C.I.U.</b> su provino
avente diametro 38 mm ed altezza 76 mm con saturazione e misura della pressione
dei pori (procedura standard 3 provini)

## 12. ASSETTO IDRAULICO-IDROGEOLOGICO

La collocazione dell'aerogeneratore è prevista in corrispondenza di settore di cresta morfologica al fine di utilizzare al meglio i venti predominanti dell'area. La dislocazione degli impianti in aree di cresta morfologica rende i siti di installazione delle torri esenti da fenomeni di "disturbo" idraulico e/o geomorfologico, ciò anche nella eventualità di fenomeni meteorici intensi.

Tale elemento risulta di particolare rilevanza in riferimento alla stabilità dei siti, in quanto la stabilità geologico-geomorfologica dei medesimi, per le caratteristiche litologiche e morfologiche dell'area, impone particolare attenzione proprio alla componente idrica dei suoli, sia essa di tipo meteorico superficiale, e/o sotterraneo di falda.

Le litologie argillose e limose presenti nell'area presentano infatti elevata suscettività alla presenza e contenuto percentuale d'acqua, che incide in maniera diretta sulla stabilità gravitativa del materiale.

Con tali premesse nelle indagini effettuate particolare attenzione è stata dedicata all'accertamento della componente idrica sotterranea.



COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	16 di 28

Come evidenziato anche dalle due perforazioni eseguite in aggiunta alle altre indagini eseguite nella medesima area per la realizzazione di un parco eolico contermini risulta diffusa in tutta l'area oggetto di intervento una circolazione idrica sotterranea emisuperficiale, di entità volumetrica da media a modesta, con prevalenza di quest'ultima ma di elevata importanza ai fini geotecnici e geomorfologici nella progettazione presente.

L'acqua sotterranea risulta essere presente, non solo limitatamente ad alcuni periodi stagionali, in forma di sottili livelli dotati di quota piezometrica attestata a profondità di alcuni metri dalla superficie, collocati nelle UNITA' 1 e 2, e sostenuti dalle unità argillose di substrato (UNITA' 3) che fungono da acquicludes alle acque permeanti.

Le eterogenee caratteristiche geolitologiche dell'unità 1, risultata acquifera in corrispondenza delle frazioni granulometriche sabbiose, conferiscono alla falda carattere idraulico confinato e semiconfinato, con risalita piezometrica variabile in base al carico idrostatico ed alla quota topografica relativa. La falda è risultata poi essere in connessione, più o meno diretta, con le precipitazioni meteorologiche, le quali generano una ricarica della stessa, in alcuni casi anche immediata. In aggiunta a ciò è da considerarsi che il contesto geodinamico in cui si inserisce l'area, dotato di elevato disturbo strutturale, rende elevata la possibilità di intromissioni idriche da aree contermini in virtù della non coincidenza tra bacino idrografico superficiale e bacino idrogeologico sotterraneo.

Siffatte caratteristiche idrogeologiche areali risultano dotate di elevata importanza relativa in riferimento alla qualità geotecnica dei litotipi presenti, in quanto la presenza di acqua di falda in condizioni idrostatiche genera incremento delle tensioni neutre del terreno, generando un parallelo decremento della componente tensionale efficace e predisposizione alla mobilitazione del materiale, in particolare se in concomitanza con assetti morfotopografici superficiali acclivi.

Il descritto carattere idraulico-idrogeologico delle aree, risulta avere elevata importanza, sia in riferimento agli appoggi fondali, che dovranno bypassare le coltri parzialmente acquifere, coincidenti con l'UNITA' 1, sia nelle opere connesse ai movimenti terra e tagli di versante eventuali, laddove risulterà necessario prevedere il sostenimento delle pareti di taglio.

### 13. ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di progetto presenta morfologia collinare-montuosa caratterizzata da elevata variabilità morfotopografica, con presenza di creste, valli e versanti, questi ultimi anche dotati di sensibile pendenza.

La ubicazione dell'aerogeneratore in siffatto contesto morfologico risulta prevista in area di cresta morfologica, e comporta, quale diretto vantaggio, che l'impianto si collochi in area stabile sotto l'aspetto geomorfologico.

L'area investigata, in virtù della presenza di una coltre limoso-sabbiosa superficiale, contraddistinta ai fini litotecnici e del presente studio come UNITA' 1, contraddistinta da mediocre qualità meccanica e geotecnica, non ha evidenziato la presenza di anomalie geomorfologiche interpretabili come dissesti in atto o potenziali.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	17 di 28

In ogni caso le peculiarità dell'UNITA' 1 la rendono idonea all'assorbimento di carichi geotecnici, in particolare nei settori di versante, sarà pertanto necessario, allo scopo di garantire idonea stabilità alle superfici, evitare di sovraccaricare tale unità, trasferendo i carichi alle unità argillose-marnose sovraconsolidate di substrato di cui alla sottostante UNITA' 3.

Allo scopo di verificare la stabilità geomorfologica del sito di allocazione della torre eolica, si è provveduto alla elaborazione di verifica analitica di stabilità del sito citato lungo direttrice coincidente con la linea di massima pendenza, onde accertare la esistenza di debolezze morfologiche particolari.

## 14. VERIFICA ANALITICA DI STABILITA' DI VERSANTE

Sul settore territoriale di interesse, si è proceduto alla esecuzione di specifica verifica analitica di stabilità del versante. La necessità di verificare analiticamente la stabilità del sito discende dalla pendenza del versante sottoposto, prossima o superiore al 15%.

La verifica di stabilità del pendio, è stata **elaborata agli stati limite secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 14 Gennaio 2008 e le istruzioni della Circolare del Ministero delle Infrastrutture n. 617 del 2/2/2009** ed applicando come sistema di calcolo il **metodo di Espinoza unificato (1994)**, attualmente il più recente ed evoluto metodo di calcolo.

La verifica è stata **condotta in condizioni morfologiche ante e post intervento** quindi con l'aggravio del carico derivante dall'aerogeneratore, adottando sia i carichi di progetto sul pendio che le eventuali modifiche di pendio per l'alloggiamento del plinto fondale dell'aerogeneratore.

I parametri geotecnici inseriti nella verifica sono quelli riportati nell'apposito paragrafo attinente la modellazione geotecnica dell'areale ed a cui si rimanda per i dettagli del caso.

Nella verifica sono state inoltre adottate adeguate riduzioni dei coefficienti correlate sia all'attuale grado di caratterizzazione geotecnica che all'assetto morfotopografico delle aree.

**I dati di calcolo utilizzati per tutte le verifiche sono stati i seguenti:**

dati di calcolo verifiche analitiche di stabilità di versante		
Longitudine del sito	40.8929	
Latitudine del sito	15.7089	
Vita Nominale (Vn)	50 anni	
Classe d'uso (CL)	II	
Coefficiente d'uso (Cu)	2.00	
Periodo di riferimento (VR)	50 anni	
Probabilità di superamento (Pvr)	10% (0.10) allo SLU	
Periodo di ritorno sismico (TR)	949 anni	
Accelerazione al suolo tipo B (Ag/g)	0.219 (dal reticolo sismico NTC)	Per la torre A1
Fattore di amplificazione max (Fo)	2.547 (dal reticolo sismico NTC)	
Zona sismica (Zs)	I	
Suolo di fondazione (Sf)	B	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	variabile	
Coefficiente di sicurezza parziale dati	1.25	

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	18 di 28

geotecnici	
Carico utilizzato per l'aerogeneratore	0.50 daN/cm <sup>2</sup>

La verifica condotta (vedi allegato A.1) sia in condizioni di pendio naturale che modificato, ha fornito valore finale del rapporto tra forze mobilitanti e le forze resistenti ( $R_D/R_E$ ) superiore ad 1.1 come richiesto dalla vigente normativa.

Si riporta di seguito l'esito delle analisi condotte per ciascuna verifica.

VERIFICA DI STABILITA' N°	Coeff. di resistenza del pendio $Y_r = R_D/E_D$ PENDIO ANTE- INTERVENTO	Coeff. di resistenza del pendio $Y_r = R_D/E_D$ PENDIO POST- INTERVENTO
1	1.15	1.11

## 15. MODELLO GEOLOGICO SOTTOSUOLO

Sulla base dei rilievi geologici e geomorfologici di superficie, delle successive fasi geognostico-investigative risulta possibile delineare il modello geologico del sottosuolo dell'areale di interesse, che risulta caratterizzato dalla presenza delle seguenti unità litostratigrafiche, dall'alto:

### COLTRE AGRARIA SUPERFICIALE

**UNITA' 1) Limi Argillosi con sabbia**

**UNITA' 2) Arenarie a medio-alto grado di fratturazione**

**UNITA' 3) Complesso argilloso di substrato**

**LA COLTRE AGRARIA SUPERFICIALE** rappresenta la prima coltre di suolo fortemente alterata ed allentata ad opera delle coltivazioni agricole ed infiltrazioni meteorologiche e risulta degna di nessuna nota in quanto da eliminarsi in qualunque opera prevista da progetto in riferimento all'applicazione di carichi.

**L'unità 1, consistente in limi argillosi con sabbia**, è rappresentata da coltri ascrivibili alle formazioni di "Serra Palazzo" e del "Flysch Numidico", ambedue di età oligomiocenica. Pur evidenziando il deposito, dalle risultanze di laboratorio, caratteri meccanici classificabili di media qualità, esso, in riferimento alla *qualità percepita* nelle fasi investigative dirette, ha evidenziato generale suscettività ad instabilità e cedimenti di vario tipo, in particolare in presenza di acqua, con predisposizione all'innesco di instabilità gravitative, di entità e volumetria varia in funzione della morfologia delle aree; la scarsa qualità geotecnica del materiale, che, come dianzi detto, può localmente risultare anche buona, risulta imputabile alla sua eterogeneità granulometrica e conseguente elevata anisotropia geolitologica, il tutto ulteriormente complicato dalla presenza di livelli acquiferi emisuperficiali (6 – 10 mt. da p.c.) in condizioni di idrostatiche.

Essa dovrà essere bypassata nel trasferimento di carichi statici al sottosuolo risultando inidonea all'assorbimento di tensioni meccaniche. La sua potenza stratigrafica risulta nell'areale di interesse compresa tra gli 11 ed i 12 metri dalla superficie.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	19 di 28

**L'unità 2** consiste in arenarie quarziche fratturate, rare volte molassiformi e di tipico colore giallastro; dotata di grado di fatturazione medio-alto, presenta localmente carattere meccanico tipico di suoli lapidei e/o semilapidei, con conseguente elevata resistenza alla compressione. La qualità geotecnica del materiale, anche percepita in fase di perforazione, risulta elevata ed in tal senso congrua con l'appoggio dei sovraccarichi di progetto. Il deposito non è stato accertato in fase di perforazione ed indagine geognostica ma bensì dal solo rilevamento di superficie che ne ha evidenziato una presenza assai discontinua e frammentata. La potenza stratigrafica del deposito risulta compresa tra i 6 e gli 8 metri.

**L'unità 3** risulta attribuibile alla formazione delle "Argille varicolori", di età Oligo-Miocenica è stata rilevata sia in maniera indiretta dalle prospezioni sismiche, attraverso l'elevato contrasto sismico rispetto alle unità soprastanti, che in maniera diretta nelle fasi investigative tramite perforazione.

Trattasi di argille a luoghi marnose sovraconsolidate e dotate di elevato grado di consistenza, come evidenziato particolarmente dalla elevata resistenza alla perforazione dimostrata nelle fasi investigative dirette e dalle prove SPT condotte nei fori di sondaggio, prima ancora che dagli esiti delle caratterizzazioni geomeccaniche di laboratorio che non ne evidenziano appieno la qualità geotecnica generale riscontrata in sito.

La qualità geotecnica del materiale, anche percepita in fase di perforazione, risulta buona e del tutto congrua con l'appoggio dei sovraccarichi di progetto. La potenza stratigrafica del deposito risulta elevata e tale da assorbire per intero il bulbo delle tensioni derivante dai carichi di progetto.

Per quanto attiene le **caratteristiche geomorfologiche** del comprensorio investigato esse derivano direttamente dalle caratteristiche geotecniche dei materiali litoidi affioranti e dalle pendenze esistenti nell'area, di tipo medio e medio-elevato. L'area investigata, in virtù della presenza di una coltre limoso-sabbiosa superficiale, contraddistinta come UNITA' 1 ai fini del presente studio, contraddistinta da mediocre qualità meccanica e geotecnica, risulta potenzialmente mobilitabile per modesti movimenti gravitativi superficiali interessanti la prima coltre di terreno imputabili alla elevata eterogeneità granulometrica e meccanica del materiale costituente L'UNITÀ 1, con innesco originato dalla presenza di livelli idrici a carattere idraulico confinato e/o semiconfinato. Le dimensioni volumetriche dei dissesti li rendono comunque classificabili come superficiali e dotati di scarsa importanza relativa in riferimento alla tipologia di impianto progettuale.

Non sono stati rilevati fenomeni gravitativi degni di particolare nota o dimensione che risultano del tutto assenti.

In corrispondenza del sito di ubicazione dell'aerogeneratore si è proceduto alla elaborazione di verifica analitica di stabilità di versante secondo quanto prescritto dalla vigente normativa la quale ha fornito esito positivo sia in condizioni ante che post-intervento.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione di eventuali tagli di versante per la fisiologica instabilità della coltre limoso argillosa di superficie che se non adeguatamente sostenuta può dar luogo a instabilità di vario tipo e genere.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	20 di 28

Le **caratteristiche idrogeologiche** dell'area vedono la presenza di una circolazione idrica sotterranea emisuperficiale, di entità volumetrica da media a modesta, con prevalenza di quest'ultima ma di relativa elevata importanza ai fini geotecnici e geomorfologici nella progettazione.

L'acqua sotterranea risulta essere presente, non solo limitatamente ad alcuni periodi stagionali, in forma di sottili livelli dotati di quota piezometrica attestata a profondità di alcuni metri dalla superficie, collocati nelle UNITA' 1 e 2, e sostenuti dalle unità argillose di substrato (UNITA' 3) che fungono da acquicludes alle acque permeanti.

Siffatte caratteristiche idrogeologiche andranno considerate nella presente progettazione tramite adozione di una adeguata rete di drenaggio delle opere da realizzarsi le cui acque dovranno essere accompagnate a valle nei recettori naturali presenti.

**Le caratteristiche idrauliche** si caratterizzano per la presenza di una non ottimale rete morfoidraulica superficiale in riferimento al drenaggio delle acque in componente meteo-climatica. Sarà pertanto necessario per la salvaguardia delle opere dell'impianto provvedere alla realizzazione di adeguate opere di protezione idraulica e di accompagnamento delle acque superficiali fino ai recettori naturali ubicati a valle delle medesime.

**Nel complesso** le caratteristiche litostratigrafiche, geologico-strutturali, geomorfologiche e idrogeologiche del comprensorio di progetto risultano prive di anomalie degne di nota. Sarà inoltre opportuno bypassare nell'appoggio fondale degli aerogeneratori la prima unità litostratigrafica (UNITA' 1) mentre in riferimento all'interramento dei cavidotti ed alla realizzazione delle strade di cantiere e di servizio tale unità risulta congrua a tali finalità.

## 16. MODELLO GEOTECNICO AMMASSO FONDALE

La modellazione geotecnica effettuata per la progettazione in atto ha trovato solide basi nel background di caratterizzazioni geognostiche derivante dalla realizzazione di un impianto eolico vicino al presente impianto di progetto e che ha contemplato una caratterizzazione geognostica di notevole impegno e dimensione. La ricaduta del precedente impianto e di quello di cui alla presente in medesimo contesto geologico e strutturale ha reso possibile equiparare la modellazione già effettuata per il parco attualmente in fase di completamento con quello oggetto della presente progettazione.

Nella fattispecie le indagini che hanno interessato l'area di impianto eolico adiacente hanno contemplato **una campagna di indagini geofisiche indirette** condotte con metodologia sismica a rifrazione e comprensiva della esecuzione di **n. 8 stendimenti sismici**. La **perforazione di n. 31 fori di sondaggio** terebrati a carotaggio continuo con diametro 101 mm., dotati di approfondimento variabile dai 15 ai 30 mt dalla superficie, in funzione delle specificità geologiche e litostratigrafiche emerse in corrispondenza dei singoli siti, **per un totale di oltre 600 metri di suolo carotato ed analizzato**. La esecuzione di **n. 57 prove SPT nei fori di sondaggio** in fase di perforazione, per la caratterizzazione geotecnica delle unità litostratigrafiche accertate. La esecuzione di prove penetrometriche tramite pocket penetrometer sulle carote estratte dalle perforazioni. **Il prelievo di n. 54 campioni di suolo** dalle

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	21 di 28

perforazioni con **successiva analisi presso laboratorio geotecnico** riconosciuto ed autorizzato dal Ministero LL.PP., e con determinazione dei parametri fisici e meccanici delle varie unità litologiche presenti. **La posa in opera di n. 7 piezometri a tubo aperto** per il monitoraggio piezometrico dei livelli idrici presenti nel sottosuolo.

La sopra citata caratterizzazione geotecnica risulta del tutto assimilabile all'area di progetto presente e ne ha pertanto consentito la modellazione geotecnica delle unità litostratigrafiche presenti.

I parametri geotecnici da attribuirsi ai terreni presenti nell'area, desunti dai dati di laboratorio e dalle prove in situ, possono essere ottenuti secondo due differenti logiche, di cui la prima derivata dal calcolo in base al 5 percentile.

I parametri ottenuti in tal modo, di fatto, appaiono ampiamente sottostimati rispetto alla effettiva qualità geotecnica percepita nel corso delle indagini effettuate, comportando un sovradimensionamento strutturale assai oneroso oltre che inutile per l'ammasso geotecnico considerato.

La dimensione progettuale in tale fase rende pertanto auspicabile il riferimento al valore opportunamente mediato dei valori di sintesi con esclusione delle anomalie di scarto maggiore, secondo la seguente relazione:

$$V_k \sim V_m$$

in cui il valore caratteristico può essere assunto pari al valore medio, come riportato nelle istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici alle NTC, laddove, per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato, secondo il CSLP, il riferimento a **valori prossimi ai valori medi** quando nello stato limite considerato è coinvolto un **elevato volume di terreno** (in **fondazioni superficiali** il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Con tale ipotesi si fornisce di seguito la tabella cui fare riferimento per le caratteristiche geotecniche dei suoli interessati dalle opere di progetto i cui valori si ritengono meglio rispondenti alla effettiva situazione di fatto riscontrata nell'areale di progetto.

TABELLA 2 - VALORI GEOTECNICI DERIVATI IN BASE AL VALORE MEDIO				
parametro	UN. MISURA	UNITA' LITICA		
		1	2	3
n. campioni analizzati		media di 27 campioni da bibliografia	media di 4 campioni da bibliografia	media di 14 campioni da bibliografia
Densità naturale	g/cm <sup>3</sup>	1,91	2,34	1.94
Umidità nat	%	18.86	2,03	14.86

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	22 di 28

<b>Limite liquido</b>			34.37		38.73
<b>Limite plastico</b>			24.08		24.08
<b>Indice plastic</b>			10.90		13.37
<b>granulom</b>	<b>Ghiaia</b>	%	2.94		1.08
	<b>Sabbia</b>	%	20.06		25.19
	<b>Limo</b>	%	40.44		40.31
	<b>Argilla</b>	%	33.70		36.85
<b>Prova di taglio dir.</b>	<b>c</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	0.14		0.25
	<b>φ</b>	°	23.99		24.13
<b>Prova TRX CU</b>	<b>c</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	0,25		
	<b>φ</b>	°	22,13		
	<b>c'</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	0,20		
	<b>φ'</b>	°	23,27		
<b>Prova edometri</b>	<b>1-2</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	56.04		62.69
	<b>2-4</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	80.40		96.30
	<b>4-8</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	150.78		145.11
	<b>8-16</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	269,60		229.50
<b>Compress. esp. lat lib</b>		<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>		64,24	
<b>Classificaz. granulometric</b>			<i>Limi argillosi con sabbia</i>	<i>arenaria</i>	<i>Argilla limosa con sabbia</i>
<b>Classificaz. plasticità</b>			<i>Limi argillosi a media compressibilità</i>		<i>Argilla limosa a media compressibilità</i>

Dal monitoraggio piezometrico effettuato sullo specifico areale di interesse tramite i sondaggi S30 ed S31, è emersa la presenza di una falda sotterranea collocata a quote emisuperficiali nelle unità 1 e 2, tra i 2,5 ed i 5 mt. dal p.c. nella stagione critica.

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	23 di 28

## 17. MICROZONAZIONE SISMICA DELLE AREE – CENNI GENERALI

Si è proceduto alla verifica delle litologie presenti anche nelle condizioni gravate dalle potenziali sollecitazioni sismiche dinamiche attese.

### **CRITERI ADOTTATI PER LA CLASSIFICAZIONE MICROSISMICA**

La microzonazione sismica dell'area di progetto è stata effettuata tramite una prospezione di tipo sismico a rifrazione in onde "P" ed "S", validata dalle indagini dirette effettuate in sito; è stato possibile in tal modo confrontare gli esiti della campagna sismica di superficie con quelli derivanti da prove Spt; i risultati sono risultati del tutto compatibili tra loro.

Come noto, l'esame della distribuzione dei danni causati da un terremoto nello stesso territorio dimostra che l'intensità sismica può essere diversa, anche a breve distanza, in funzione delle diverse condizioni locali, quali: geomorfologia, litologia, idrogeologia, proprietà fisico-meccaniche dei terreni del sottosuolo, faglie, anomalie morfologiche.

Nella valutazione dell'effettiva risposta sismica locale, grande rilievo rivestono:

- il modello reale del sottosuolo, la cui definizione è legata ad una precisa valutazione dei caratteri litologici, idrogeologici, geomorfologici, clivometrici del sito indagato e delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni costituenti la parte di sottosuolo che risente delle tensioni indotte da un generico manufatto;
- il terremoto di riferimento, ossia i caratteri del moto sismico atteso al bedrock.
- la vulnerabilità sismica di un'area è collegata alle caratteristiche combinate (all'azione combinata) dei due predetti elementi (caratteri).

Per la classificazione sismica del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo, quali:

- 1) la velocità delle onde trasversali S negli strati di copertura;
- 2) il numero e lo spessore degli strati sovrastanti il bedrock.

### **O.P.C.M. 3274 E SUCCESSIVE**

L'ordinanza contempla, per la definizione dell'azione sismica di progetto, cinque categorie principali di suolo di fondazione, individuabili dal valore della velocità media ( $V_{s30}$ ) delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica  $N_{spt}$  o dalla coesione non drenata  $C_u$ .

La classificazione avviene prevalentemente secondo la seguente relazione:

$$(V_{s30}) = 30 / \sum (h_i/V_i)$$

Con  $h_i$  e  $V_i$  rispettivamente spessore e velocità dello strato  $i$ -esimo degli  $N$  strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo. In assenza di informazioni sulla velocità delle onde di taglio, potranno esser presi in considerazione i valori  $N_{spt}$  o di  $C_u$ .

Le categorie definite sono:



COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	24 di 28

**A** – formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{S30}$  superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

**B** – depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (oppure  $N_{SPT} > 50$  o coesione non drenata  $C_u > 250$  kPa).

**C** – depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 e 360 m/s ( $15 < N_{SPT} < 50$ ,  $70 < C_u < 250$  kPa).

**D** – depositi granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{S30} < 180$  m/s ( $N_{SPT} < 15$ ,  $C_u < 70$  kPa).

**E** – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di  $V_{S30}$  simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con  $V_{S30} > 800$  m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

**S1**- Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di  $V_{S30} < 100$  m/s ( $10 < C_u < 20$  kPa).

**S2** – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

## 18. MICROZONAZIONE SISMICA DI DETTAGLIO AREA DI PROGETTO

L'area di progetto risulta assimilabile, in base alle indagini sismiche condotte in maniera diffusa, e confrontata con le prove SPT effettuate nel corso dei sondaggi diretti e di cui si è detto a **suoli di categoria "B"**, con valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 e 800 m/sec.

L'areale di progetto è stato pertanto classificato in una zona "B1".

Il nuovo D.M. 14 Gennaio 2008 ha rivisto in maniera sostanziale la caratterizzazione microsismica dei siti puntuali, pertanto non esistono più le quattro zone sismiche in cui veniva classificata la pericolosità sismica del territorio nazionale e la caratterizzazione viene effettuata in base alle coordinate puntuali del sito di intervento in base ad una serie di specifici parametri. Vengono pertanto riportati i nuovi parametri microsismici del sito di progetto in base alla nuova normativa.

### ZONA SISMICA 1

#### SOTTOZONA B - SUOLI DI CATEGORIA "B"

##### MICROZONA B1

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	25 di 28

Deposito di sabbie addensate con spessore di diverse decine di metri caratterizzato da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s$  30 attribuibili a suoli di categoria "B" con velocità delle onde sismiche comprese tra 360 m/s e 800 m/s (oppure  $N_{SPT} > 50$  o coesione non drenata  $C_u > 250$  kPa).

## **CARATTERIZZAZIONE MICROSISMICA AREE DI TIPO "B1"**

POSIZIONE SPAZIALE SITO	
VIA	LOCALITA' "C.DA VEGLIA"
CITTA'	RIPACANDIDA
PROVINCIA	Potenza

DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI		
LATITUDINE	40,8930	Coordinate WGS84
LONGITUDINE	15,7087	
CLASSE EDIF.	II. Presenza occasionale di persone. Edifici Agricoli	
VITA NOMIN.	50 anni	

STATO LIMITE				
	Tr (anni)	$\alpha_g$ (g)	Fo	Tc (s)
SLO (Operatività)	30	0,049	2,398	0,284
SLD (Danno)	50	0,061	2,490	0,321
SLV (Salvag. Vita)	475	0,169	2,528	0,437
SLC (prevenz. Collasso)	975	0,225	2,548	0,446
Periodo di riferimento per l'azione sismica			35	

CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI				
OPERA	Stabilità dei pendii e fondazioni			
H (m)	1			
us (m)	0,1			
Cat.sottosuolo	B			
Cat.topografica	T1			
Ss (ampl.strat.)	1,20	1,20	1,20	1,17
Cc (coeff.cat.)	1,41	1,38	1,30	1,29
St (ampl.topg.)	1,00	1,00	1,00	1,00

COEFFICIENTI SISMICI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0,012	0,015	0,049	0,074
Kv	0,006	0,007	0,024	0,037

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	26 di 28

A <sub>max</sub> (m/s <sup>2</sup> )	0,573	0,719	1,988	2,587
BETA	0,200	0,200	0,240	0,280

## 19. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE DELL'AREA

Per quanto esaminato nel corso del presente studio geologico anche per il tramite di indagini dirette oltre che geofisiche indirette eseguite nell'areale di progetto sono state individuate le seguenti pericolosità geologiche:

1. presenza di una coltre limoso sabbiosa ed argillosa classificata ai fini litotecnici come UNITA' 1, la quale risulta inidonea all'appoggio dei carichi previsti da progetto con solo specifico riferimento alla posa dell'aerogeneratore. Tale unità risulta avere caratteristiche geologiche e geotecniche del tutto inidonee a tollerare i carichi in quanto passibile di ingenerare cedimenti sia primari che secondari non tollerabili dalle strutture.
2. Presenza percentuale elevata di livelli limoso ed argillosi che seppure idonei alla edificazione delle opere accessorie eventuali andranno attentamente verificati in riferimento alle loro curve di cedimento edometrico.
3. Esistenza di pendenze morfografiche di medio-elevata pendenza in prossimità del sito di installazione dell'aerogeneratore, le quali, unitamente all'esistenza di una coltre limoso sabbiosa ed argillosa di mediocre qualità, dovranno essere attentamente valutate in tutte quelle operazioni che prevedono lo sterro ed il riporto di materiali.

## 20. ESITO FINALE DELLE INDAGINI E STUDI ESEGUITI

Nel presente paragrafo vengono sintetizzate le risultanze derivanti dalle indagini geologiche, geognostiche e geofisiche condotte sull'areale interessato dalla realizzazione di **un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da ubicarsi nel territorio di Filiano (Pz)**, con previsione di posa in opera di n. 1 aerogeneratori completi di opere accessorie e di servizio.

Nell'area di progetto è stata condotta una campagna di indagini geognostiche nel mese di Dicembre 2006 con caratterizzazione diretta a mezzo perforazioni di sondaggio della litostratigrafia delle aree e con esecuzione di n. 2 perforazioni di sondaggio; in aggiunta ad esse si è proceduto alla esecuzione di n. 1 prospezione sismica di superficie con rilievo della velocità delle onde sismiche di tipo "P" ed "SH", tarate sulle perforazioni di sondaggio.

Schematicamente, le risultanze derivanti dalle analisi geognostiche e studi eseguiti sono risultate le seguenti:

la **geologia dell'area di progetto**, risulta condizionata dalla sua collocazione in contesto geodinamico e strutturale di catena. Ai fini della modellazione litotecnica dell'area sono state distinte una serie di unità litologiche, le quali, partendo dall'alto risultano le seguenti. **UNITA' 1**, L'unità, ascrivibile in bibliografia alle formazioni di "Serra Palazzo" e del "Flysch Numidico", ambedue di età oligo-miocenica, è rappresentata da un alternanza di limi sabbiosi ed argillosi di colore variabile nei toni del giallo-

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	27 di 28

marroncino; il grado di addensamento del deposito risulta basso nei primi metri, ed aumenta progressivamente con la profondità fino alle sottostanti unità argilloso-marnose di substrato (UNITA' 3); tale unità dovrà essere bypassata nel trasferimento dei carichi derivanti dagli aerogeneratori al sottosuolo risultando inadatta all'assorbimento di tensioni meccaniche di siffatta dimensione. La sua potenza stratigrafica risulta nell'areale di interesse di ca. 11-12 metri. **L'unità 2**, presente in maniera assai limitata e discontinua e rilevata solo dal rilevamento geologico di superficie, risulta attribuibile alle medesime formazioni di cui alla sopra descritta unità n. 1, con prevalenza del "Flysch Numidico, e si caratterizza in arenarie, rare volte molasse, ad elevato contenuto quarzoso e di tipico colore giallastro-marroncino; dotata di grado di fatturazione medio-alto, presenta localmente carattere meccanico tipico di suoli lapidei e/o semilapidei, con conseguente elevata resistenza alla compressione. Tali specifici caratteri meccanici vanno attentamente valutati nel trasferimento di carichi in virtù dell'elevato grado di fatturazione del materiale, della sua collocazione litostratigrafica all'interno di litologie argilloso-limose di cui all'unità 1, e dell'assetto geomorfologico delle aree di affioramento, all'origine di fenomeni di instabilità da scivolamento e/o crollo. La potenza stratigrafica del deposito laddove presente risulta limitata ad alcuni metri. **L'unità 3**, ultima della serie litologica rilevata, risulta attribuibile alla formazione delle "Argille varicolori", di età Oligo-Miocenica; rilevabile in maniera indiretta anche dalla prospezione sismica, attraverso l'elevato contrasto sismico rispetto alle unità soprastanti. L'unità non affiora superficialmente, ed il "tetto" del deposito si colloca, nell'area investigata, a letto dell'UNITA'1. Cio a 11-12 mt dalla superficie. Trattasi di argille sovraconsolidate e quindi dotate di elevato grado di addensamento, come evidenziato particolarmente dalla elevata resistenza alla perforazione dimostrata nelle fasi investigative dirette e dalle prove SPT condotte nei fori di sondaggio, prima ancora che dagli esiti delle caratterizzazioni geomeccaniche di laboratorio che non ne evidenziano appieno la qualità geotecnica generale riscontrata in sito. La potenza stratigrafica del deposito risulta tale (alcune centinaia di metri) da essere considerata substrato geotecnico dell'area.

Le **proprietà geotecniche** della successione litostratigrafica/litotecnica presente in sito e sopra descritta, risultano, in riferimento **all'UNITA' 1** di mediocre qualità, pertanto tale unità può essere ritenuta congrua con l'appoggio di modesti carichi geotecnici ma andrà bypassata nell'appoggio degli aerogeneratori. Particolare attenzione andrà inoltre dedicata alla realizzazione di pareti di taglio in essa che andranno adeguatamente consolidate. La **UNITÀ 2**, presente in maniera assai frammentata e discontinua in superficie presenta qualità geotecnica elevata ma modesta potenza stratigrafica e ne andrà pertanto attentamente valutata la sua congruità in caso di appoggio. **L'unità 3**, risulta dotata di qualità geotecnica di tipo medio-alto per il suo generale livello di consistenza e la sua elevata potenza stratigrafica.

**L'assetto geomorfologico** dell'areale, risulta l'elemento di relativa maggiore importanza per le pendenze esistenti e per la presenza di litologie limose ed argillose. Nell'area non sono stati rilevati dissesti degni di nota. L'assetto geomorfologico dell'area è stato attentamente valutato tramite esecuzione di apposita verifica analitica di stabilità di versante in corrispondenza del sito di alloggiamento aerogeneratore nelle condizioni più critiche sia morfologiche che microsismiche ed ha fornito esito positivo.

**L'idraulica superficiale e sotterranea dell'area.** La prima si caratterizza per l'assenza di scaturigini idriche naturali e quindi reti idriche naturali perenni con origine dall'area. E' presente una rete morfotopografica di naturale smaltimento delle acque meteoriche

COMUNE		PROGETTO				ELABORATO	
RIPACANDIDA (PZ)		REALIZZAZIONE AEROGENERATORE				A2. RELAZIONE GEOLOGICA	
data	10.2010	Cod.prog.	Rgt.02102010	revisione	01/2010	pagina	28 di 28

che non risulta del tutto diffusa anche in riferimento alla litologia limosa ed argillosa dei suoli, risulta pertanto necessario nella realizzazione delle opere previste curare attentamente lo smaltimento delle acque di ruscellamento meteorico all'intorno delle opere prevedendo il loro preciso accompagnamento a valle delle medesime nei recettori naturali presenti.

Le **caratteristiche microsismiche** dell'area risultano essere state definite tramite specifica prospezione sismica a rifrazione in onde "P" ed "SH". Sulla base delle risultanze fornite dalle indagini sismiche è stato pertanto possibile classificare i suoli in riferimento alla normativa di cui all'O.P.C.M. 3274 del 2003, così come ripresa dal D.M. 2008. Si è proceduto in tal senso, sulla base delle peculiarità sismiche e morfologiche delle aree ad elaborare ed attribuire le categorie di appartenenza microsismica all'areale di intervento. Sull'intero areale risulta individuabile un'unica classe di rischio sismico, caratterizzata da valori di  $V_{S30}$  compresi tra 360 e 800 m/s ( $N_{SPT} > 50$ ,  $C_u > 250$  kPa) assimilabili a **suoli di tipo "B"**. L'intero areale è stato pertanto attribuito ad una microzona "B1" dotata di siffatte specifiche caratteristiche.

## 21. GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' PROGETTUALE INTERVENTO

La **società WIND FARM S.r.l.** con sede in Via A. De Gasperi n. 44 – 82018 San Giorgio del Sannio (Bn), ha in progetto la **realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di n. 1 aerogeneratore da ubicarsi nel territorio comunale di Filiano (Pz).**

Il progetto preve la realizzazione di n. 1 aerogeneratori da 900 Kw, comprensivo di piazzola per le operazioni di montaggio e manutenzione degli impianti e relative opere accessorie (strade di collegamento, cavidotti).

L'area di progetto è stata attentamente valutata in riferimento alla compatibilità geologica dell'intervento tramite rilievi geologici e geologico-strutturali di superficie e tramite valutazione di precedenti indagini di tipo diretto effettuate negli anni scorsi sull'area e tramite prospezione geofisica di superficie dedicata alla presente progettazione.

L'area di progetto è risultata scevra da problematiche e/o complicazioni di natura geologica, geomorfologica, strutturale, idrogeologica e sismica. In riferimento alla particolare tipologia progettuale si ravvisano quali unici elementi degni di nota ma del tutto compatibili con la progettazione in itinere la presenza di una coltre litostratigrafica superficiale, definita UNITA'1 ai fini della presente, che per caratteri geotecnici andrà bypassata nell'appoggio dei carichi del solo aerogeneratore. La presenza di pendenze degne di nota impone inoltre, laddove presenti, particolare attenzione alla rimodellazione di versanti, all'appoggio di carichi quali ad esempio abbancamenti anche temporanei di cantiere e tagli di versante.

Sulla base degli accertamenti condotti pertanto la progettazione analizzata, con le modalità previste, risulta compatibile con il generale assetto geologico ed ambientale dell'area.

\*\*\*\*\*

Rionero in Vulture, Ottobre 2010

dott. geol. Gennaro Di Lucchio  
N° 194 Ordine dei Geologi di Basilicata  
Via Galliano, 31  
85028 Rionero in Vulture (Pz)