

Regione Campania

Provincia di Avellino



COMUNE DI LACEDONIA



COMUNE DI AQUILONIA



COMUNE DI MONTEVERDE



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE, COMPOSTO DA 10 AEROGENERATORI DELLA POTENZA DI 6.2 MW, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 62 MW SITO NEI COMUNI DI LACEDONIA (AV), MONTEVERDE (AV) E AQUILONIA (AV) E DA UN SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DA 18.6 MW SITO NEL COMUNE DI LACEDONIA**

## Studio di compatibilità idrogeologica

ELABORATO  
A73-GEO.09

### PROPONENTE:

**SKI 20 s.r.l.**  
via Caradosso n.9  
Milano 20123  
P.Iva 12128910960



### PROGETTO E SIA:

#### Geologo:

Vito Antonio Miele  
Via Vittorio Veneto 6 -83040 Andretta(AV)  
Cel. 3494423275  
e-mail: geologomiele@libero.it

### TIMBRI:

Geologo:  
Vito Antonio Miele



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
01	09/02/2023	geol: V. Antonio Miele	geol: V. Antonio Miele	geol: V. Antonio Miele	Progetto Definitivo



## 1. PREMESSA

Il sottoscritto geologo Miele Vito Antonio con studio professionale in Andretta (AV) alla via V. Veneto n° 6, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con riferimento il n° 1021, ha redatto per la **SKI 20 S.R.L.**, Via Caradosso, 9 – 20123 Milano – P.IVA: 11412940964, un'indagine geologica, geotecnica, sismica e di compatibilità idrogeologica per la realizzazione di un impianto di produzione di energia della potenza di 62 MW da eolico e 18,60 MW di storage sito nei Comuni di Lacedonia (AV), Monteverde (AV) ed Aquilonia (AV).

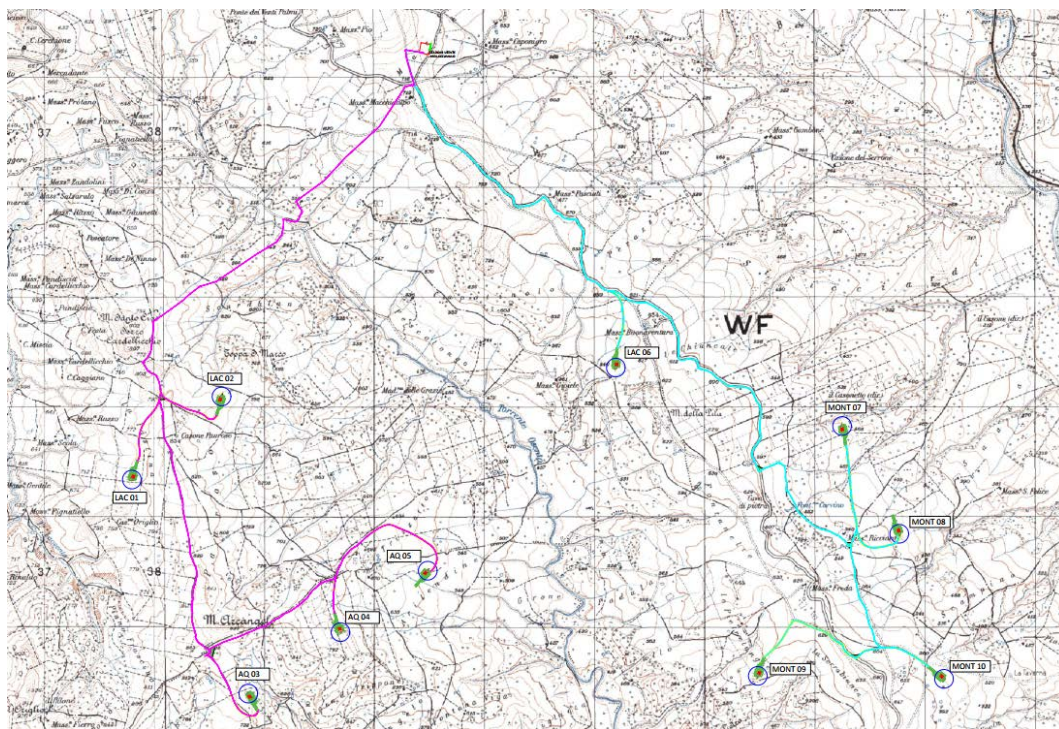


Fig. 1 – Corografia generale con l'ubicazione delle opere

Lo studio è stato eseguito per verificare la compatibilità sismica (prevenzione del rischio sismico) in relazione alla stabilità di insieme dell'area, nel rispetto delle norme tecniche vigenti (art. 14 della L.R. N° 9/83, dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e del D.M. 17/01/2018).



In sintesi, il lavoro può suddividersi in due fasi:

- la prima consiste in una ricerca bibliografica e cartografica, propedeutica al rilevamento geologico;
- la seconda consta di una indagine geognostica finalizzata all'acquisizione di tutti i parametri necessari a caratterizzare l'area sotto il profilo geologico-strutturale, geotecnico, geomorfologico, idrogeologico e sismico.

Nel redigere la medesima relazione è stato eseguito un accurato rilevamento geologico, sono state visionate stratigrafie, prove di laboratorio, prove SPT e prove sismiche relative a sondaggi geognostici eseguiti nelle stesse formazioni geologiche su cui si sviluppano le opere.

Le caratteristiche geotecniche e geofisiche reali dei terreni interessati dagli interventi saranno determinate successivamente, in fase esecutiva, con la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati su cui saranno effettuate opportune prove di laboratorio e la realizzazione di prove sismiche MASW.

Al presente lavoro si allegano:

- ✓ aerofotogrammetria con l'ubicazione delle opere in scala 1:10.000;
- ✓ aerofotogrammetria con l'ubicazione delle indagini;
- ✓ carta geolitologica con l'ubicazione delle opere e i tracciati per le sezioni geologiche in scala 1:10.000;
- ✓ sezioni geologiche in scala 1:10.000;
- ✓ carta idrogeologica con l'ubicazione delle opere in scala 1:10.000;
- ✓ carta geomorfologica del Piano dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Piano dell'Autorità di Bacino della Puglia) in scala 1:25.000;
- ✓ carta dei dissesti in scala 1:10.000;
- ✓ corografia generale con l'ubicazione delle opere in scala 1:25.000.



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

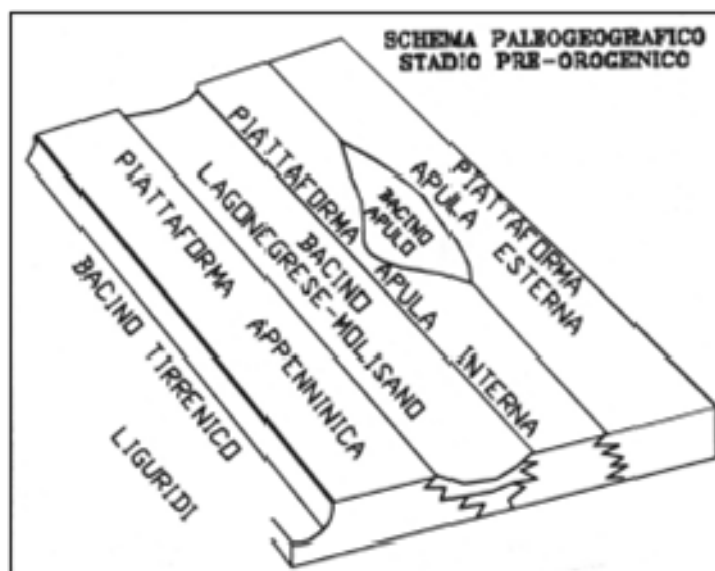
### 2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'attuale assetto strutturale del territorio delle regioni Campania, Basilicata e Puglia è il risultato delle fasi tettoniche mioceniche e plio-quadernarie che hanno modificato il quadro paleogeografico mesozoico costituito da fasce deposizionali, caratterizzate sia da successioni carbonatiche di piattaforma, sia da successioni silicee e argilloso-marnose di mare profondo (bacino).

In Italia Meridionale, nel settore che comprende Campania, Basilicata e Puglia, tale assetto è caratterizzato da tre domini di un sistema orogenico adriatico-vergente: la catena, rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano, l'Avanfossa Adriatica Meridionale denominata Fossa Bradanica e l'avampaese rappresentato dalla Regione Apulo- Garganica.

La genesi dell'Appennino Meridionale e quindi le condizioni che hanno portato alla creazione delle formazioni attualmente presenti, viene descritta attraverso diversi modelli che illustrano la paleogeografia dell'articolato bordo della zolla europea e di quella africana.

Lo schema proposto in numerosi lavori da diversi autori dell'Università napoletana "Università degli Studi di Napoli Federico II", individua un modello





paleogeografico con più piattaforme carbonatiche neritiche (Campano-Lucana o piattaforma interna, Abruzzese-Campana o piattaforma esterna, e Apula) separate da bacini pelagici (Bacino Silentino, Lagonegrese e Molisano).

Nel Langhiano si verifica una prima fase tettogenetica, a carattere regionale con componente traslativa, che porta le unità Sicilidi e Liguridi ad accavallarsi sulla piattaforma interna, che a sua volta si accavalla sui depositi del Bacino Lagonegrese.

Si origina, così, il Bacino Irpino (Cocco ed altri, 1972), il cui margine interno occidentale è costituito da falde alloctone di provenienza tirrenica (Unità Sicilidi, Unità Liguridi, Unità Campano-Lucane e Unità di Lagonegro) ed il margine esterno orientale è costituito dalla Piattaforma Abruzzese-Campana o dalla piattaforma Apula caratterizzata esclusivamente da movimenti verticali, generando su di essa una tipica sequenza sedimentaria di “annegamento” (Pescatore ed altri, 1980; Pescatore e Senatore, 1986).

Il Bacino Irpino, quindi, ha le caratteristiche di un’avanfossa e la sua evoluzione ha generato la migrazione del suo asse da SW verso NE con un diacronismo delle facies terrigene; in esso si depositano le Unità Iripine (Flysch di Castelvetere, di Gorgoglione e di Serrapalazzo). Fino al Tortoniano, nel Bacino Irpino, si ha un’attiva sedimentazione, per lo più terrigena con evidente tendenza regressiva. Il Tortoniano-Messiniano segna l’inizio del processo di rifting del Tirreno, producendo un intenso sollevamento del fronte orogenico, ed un incremento della velocità di spostamento della catena verso il margine passivo, coinvolgendo, così, il Bacino Irpino (Critelli & Le Pera, 1995). Infine, lo schema proposto da Pescatore nel 1989 individua nell’Oligocene-Miocene due ampie piattaforme carbonatiche neritiche, piattaforma Appenninica e Apula, separate da un bacino, Bacino di Lagonegro. Nel Miocene medio, dopo una fase tettonica con accavallamenti obliqui rispetto alle zone paleogeografiche mesozoiche, vengono progressivamente deformate la piattaforma Appenninica e il Bacino di Lagonegro.

---





Nel Bacino Irpino si distinguono diversi domini paleogeografici:

- bacini tipo “piggy-back” localizzati sulle coltri (Flysch di Gorgoglione);
- bacini di avanfossa in senso stretto ubicati al piede delle coltri (Formazione di Serrapalazzo e Flysch di Castelvetero);
- bacini di avampaese posti in aree non ancora interessate dai movimenti tettonici (Formazione di Faeto).

Pescatore definisce, infine, il Bacino Irpino come “l’avanfossa miocenica della catena appenninica”.



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area soggetta ad indagine interessata dalla costruzione delle strutture che ospiteranno gli aerogeneratori, la stazione utente-area accumulo e su cui si sviluppano i cavidotti interrati, è situata nei Comuni di Lacedonia (AV), Monteverde (AV) ed Aquilonia (AV), ad una quota variabile da circa 475 metri s.l.m. a circa 750 metri s.l.m. con pendenze variabili dal 5 al 2% circa, si presenta di tipo collinare ed è condizionata dalla natura dei terreni alluvionali, argillosi, argilloso-siltosi con brecciole calcaree e calcari bianchi, marnosi, arenacei e conglomeratici.

I territori comunali di Lacedonia, Monteverde ed Aquilonia si estendono sui seguenti cicli sedimentari costituiti, dal più recente al più antico: dal ciclo sedimentario del Pleistocene-Olocene-Attuale, dal ciclo sedimentario del Pliocene, dal ciclo sedimentario del Miocene e dal ciclo sedimentario Paleogenico.

Il ciclo sedimentario pleistocenico-olocenico-attuale è composto da:

- ✚ **materiali detritici (dt)**, caratterizzati da detriti di falda talora cementati o associati a materiali residuali, piroclastici; a luoghi si ritrova una copertura di detrito non cementato;
- ✚ **materiali alluvionali recenti e attuali terrazzati (Q)**, caratterizzati da ghiaie poligeniche ed eterometriche in banchi e strati a matrice sabbioso-limosa, talora pedogenizzate, alternate a lenti e strati decimetrici di sabbia limosa e limo argillificato.

Il ciclo sedimentario pliocenico è costituito da:

- ✚ **argille ed argille sabbiose (Pa)** grigie e giallastre del Pliocene superiore;
- ✚ **sabbie ed arenarie (Ps)** con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose plioceniche;
- ✚ **conglomerati poligenici (Pp)** del Pliocene inferiore con livelli sabbiosi di origine deltizio-lacustre, con ciottoli di diametro variabile da pochi centimetri fino a 20 – 30 centimetri, derivanti da terreni fliscioidi,



subordinatamente da calcari mesozoici ed eccezionalmente da rocce cristalline; il cemento è argilloso-sabbioso, sabbioso-calcareo e con grado di cementazione variabile.

Il ciclo sedimentario miocenico è caratterizzato da:

- ✚ **arenarie quarzose (Msa)** grigio-giallastre, spesso poco cementate, in strati e banchi, talvolta, con livelli di conglomerati a piccoli elementi e di marne con faune del Miocene superiore;
- ✚ **arenarie quarzose, sabbie e sabbie argillose (Ms)**, a luoghi, con microfaune del Miocene superiore;
- ✚ **materiali appartenenti alla Formazione della Daunia (bcD)** del Miocene inferiore-medio, formati da calcari pulverulenti organogeni, calcari microgranulari biancastri e giallastri, arenarie gialle e puddinghe poligeniche;
- ✚ **da marne calcaree, marne ed argille siltose (Mm)** del Miocene inferiore, prevalentemente rossastre con brecciole calcaree, calcari bianchi, arenarie giallo-ocracee e livelli di diaspro;
- ✚ **breccie, brecciole e calcareniti** paleogeniche, talvolta con nummuliti ed alveolinidi, con sottili intercalazioni di marne varicolori, generalmente rossastre.

Nel territorio comunale si ritrovano ampi affioramenti di terreni ascrivibili al Complesso Indifferenziato paleogenico: si tratta di argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, con differente grado di costipazione e scistosità, di colore giallo-rosso-verdastro e varicolori; nella parte superiore di tale complesso, si ritrovano intercalazioni più o meno sviluppate di pezzame litoide, costituito da calcari microdetritici, subcristallini, ceroidi e di colore biancastro, da calcareniti, da breccie calcaree, da arenarie calcaree rossastre e rosso-violacee, da diaspri, da scisti diasprini e, a luoghi, da molasse giallastre.

Tali terreni costituiscono anche il substrato di tutti i terreni prima esposti, hanno notevole spessore e sono caratterizzati da una generale omogeneità litologica,





anche se nel dettaglio si presentano caotici con rapide variazioni litologiche laterali e verticali.

Nel dettaglio le opere a realizzarsi si estenderanno sulle seguenti formazioni geologiche, il tutto, ben evidenziato graficamente sulla carta geologica allegata:

- gli aerogeneratori denominati Lac 1, Lac 2, Lac 6, Aq 5 e Mont 9, i tratti (B<sub>A</sub> – C<sub>A</sub>; F<sub>A1</sub> – F<sub>A2</sub>; F<sub>A</sub> – G<sub>A</sub> – G<sub>A1</sub>; H<sub>A</sub> – I<sub>A</sub> – I<sub>A1</sub>; L<sub>A</sub> – M<sub>A</sub>; N<sub>A</sub> – O<sub>A</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta e i tratti (F<sub>B</sub> – G<sub>B</sub>; L<sub>B</sub> – M<sub>B</sub>; P<sub>B</sub> – Q<sub>B</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea B colore ciano, si estenderanno sui terreni appartenenti al Complesso Indifferenziato paleogenico, costituito da argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, con differente grado di costipazione e scistosità, di colore giallo-rosso-verdastro e varicolori; nella parte superiore di tale complesso, si ritrovano intercalazioni più o meno sviluppate di pezzame litoide, costituito da calcari microdetritici, subcristallini, ceroidi e di colore biancastro, da calcareniti, da brecce calcaree, da arenarie calcaree rossastre e rosso-violacee, da diaspri, da scisti diasprini e, a luoghi, da molasse giallastre;
- ✚ il tratto (M<sub>A</sub> – N<sub>A</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta e i tratti (B<sub>B</sub> – C<sub>B</sub>; D<sub>B</sub> – E<sub>B</sub>; N<sub>B</sub> – O<sub>B</sub>; R<sub>B</sub> – S<sub>B</sub>; T<sub>B</sub> – U<sub>B</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea B colore ciano, si svilupperanno sulle **brecce, brecciole e calcareniti** paleogeniche, talvolta con nummuliti ed alveolinidi, con sottili intercalazioni di marne varicolori, generalmente rossastre;
- la stazione utente, l'area di accumulo, gli aerogeneratori denominati Mont 8 e Mont 10, l'intero tratto (A<sub>AT</sub> – B<sub>AT</sub>) del cavidotto alta tensione AT, il tratto (A<sub>A</sub> – B<sub>A</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta e i tratti (A<sub>B</sub> – A<sub>B1</sub> B<sub>B</sub>; C<sub>B</sub> – D<sub>B</sub>; E<sub>B</sub> – F<sub>B</sub>; A<sub>B1</sub> – A<sub>B2</sub> – H<sub>B</sub>; A<sub>B2</sub> – A<sub>B3</sub> – A<sub>B4</sub>; A<sub>B3</sub> – L<sub>B</sub>; M<sub>B</sub> – M<sub>B1</sub> – M<sub>B2</sub>; M<sub>B1</sub> – N<sub>B</sub>; O<sub>B</sub> – P<sub>B</sub>; M<sub>B2</sub> – R<sub>B</sub>; S<sub>B</sub> – T<sub>B</sub>; U<sub>B</sub> – V<sub>B</sub>) del cavidotto media tensione MT – linea B colore ciano, ricadranno sui terreni appartenenti alla formazione geologica denominata **“marne calcaree, marne ed argille siltose” (Mm)** del Miocene inferiore, caratterizzata da marne calcaree, marne ed argille siltose



- prevalentemente rossastre con brecciole calcaree, calcari bianchi, arenarie giallo-ocracee e livelli di diaspro;
- l'aerogeneratore denominato Mont 7 e il tratto ( $H_B - I_B$ ) del cavidotto media tensione MT – linea B colore ciano, si svilupperanno sui terreni appartenenti alla formazione geologica denominata **arenarie quarzose (Msa)** del Miocene superiore, caratterizzata da arenarie quarzose grigio-giallastre, spesso poco cementate, in strati e banchi, talvolta, con livelli di conglomerati a piccoli elementi e di marne con faune del Miocene superiore;
  - gli aerogeneratori denominati Aq 3, Aq 4 e i tratti ( $I_{A1} - I_{A2}$ ;  $I_A - L_A - L_{A1}$ ) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta, saranno ubicati sui terreni appartenenti alla formazione geologica dei **conglomerati poligenici (Pp)** del Pliocene inferiore con livelli sabbiosi di origine deltizio-lacustre, con ciottoli di diametro variabile da pochi centimetri fino a 20 – 30 centimetri, derivanti da terreni flisciodi, subordinatamente da calcari mesozoici ed eccezionalmente da rocce cristalline; il cemento è argilloso-sabbioso, sabbioso-calcareo e con grado di cementazione variabile.
  - i tratti ( $C_A - D_A$ ;  $E_A - F_A - F_{A1}$ ;  $G_A - H_A$ ) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta, si allungheranno sui terreni appartenenti alla formazione geologica delle **sabbie ed arenarie (Ps)** plioceniche con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose;
  - 🚧 il tratto ( $D_A - E_A$ ) del cavidotto media tensione MT – linea A colore magenta, si prolungherà sui **materiali alluvionali recenti e attuali terrazzati (Q)**, caratterizzati da ghiaie poligeniche ed eterometriche in banchi e strati a matrice sabbioso-limosa, talora pedogenizzate, alternate a lenti e strati decimetrici di sabbia limosa e limo argillificato.

La parte superficiale di tutti i terreni prima esposti è costituita da un manto vegetale (suolo) avente spessore di circa 1,00 - 1,50 metri, caratterizzato da una componente organica (radici, gambi, foglie e steli in vario stato di decomposizione), da una componente granulare e da una componente di



materiali a granulometria fine. Il suolo rilevato rispecchia le stesse proprietà della roccia madre: composizione mineralogica, porosità e permeabilità. Esso, dove è lavorato, assume un colore grigio-biancastro e/o giallastro-marrone.

Grazie al substrato argilloso, la composizione granulometrica del suolo è tendenzialmente argillosa, con piccole percentuali limo-sabbiose e, a luoghi, con la presenza di una componente ciottolosa. Questi suoli, essendo allo stato sciolto, sono soggetti a fenomeni di elevata erosione sia idrica che eolica, che si esplica in particolare nei punti di maggiore acclività e privi di vegetazione.

Dal punto di vista idrogeologico, essendo i terreni in esame costituiti da sedimenti a granulometria eterogenea, anche le caratteristiche di permeabilità sono diverse e precisamente i calcari, le breccie calcaree e le calcareniti presentano un'alta permeabilità per fratturazione, i conglomerati, le sabbie, le arenarie, le molasse e i limi presentano una medio-bassa permeabilità per porosità e fratturazione, le marne sono scarsamente permeabili ed infine le argille sono impermeabili.

Nei materiali calcarei, nei conglomerati, nelle arenarie, nelle sabbie, nei limi e nelle molasse vi è una limitata circolazione idrica sotterranea, per cui si hanno varie sorgenti di piccola entità ubicate ai margini degli affioramenti dove questi litotipi vengono a contatto con i termini argillosi e marnosi; mentre nelle argille e nelle marne, la circolazione idrica sotterranea è assente o ridotta e limitata ad accumuli temporanei, locali e superficiali, connessi esclusivamente ad eventi pluviali.



### 3. CARATTERISTICHE SISMOLOGICHE

La classificazione sismica dell'area in oggetto ai sensi del D. M. 17 gennaio 2018 è intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_s > 800$  m/s) e la stima della sua pericolosità viene definita mediante un approccio sito dipendente.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dello stato limite considerato, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito oggetto di studio. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per la caratterizzazione sismica dell'area al fine di stabilire la categoria di suolo, il calcolo delle  $V_s$  non è sempre relativo a 30 m. Per strati con  $V_s \geq 800$  m/s posti a profondità inferiore ai 30 m, si considera solo tale profondità e la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s). Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S30}$ , ottenuto ponendo  $H = 30$  e considerando le proprietà sismiche degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il parametro  $V_{s,eq}$  è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$



Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto (Ordinanza n. 3274, modificata dal D.M. 17/01/2018), sono stati definite 5 categorie di sottosuolo di fondazione ( da tabella 3.2.II della Norma):

### 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<b><i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i></b> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<b><i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i></b> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i></b> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b>	<b><i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i></b> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
<b>E</b>	<b><i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i></b> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

I coefficienti stratigrafici e i coefficienti funzione della categoria di sottosuolo (da tabella 3.2. IV della Norma):

**tabella 3.2. IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$**

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F \cdot \sigma_{a_g} / g \leq 1,20$	$1,10 \cdot \left( T_c^* \right)^{-0,20}$



C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F \text{ o } a_g/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F \text{ o } a_g/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F \text{ o } a_g/g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Le categorie topografiche e i coefficienti di amplificazione topografica (da tabella 3.2.III e tabella 3.2.V della Norma):

**tabella 3.2.III – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superfici pianeggianti, Pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$

**tabella 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	ST
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore	1,4

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite nelle stesse formazioni geologiche, i siti indagati vengono classificati come categoria **B** di sottosuolo, così definita: **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà





meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s., a cui corrispondono i coefficienti di amplificazione **S<sub>s</sub>** e **C<sub>c</sub>** (che si possono calcolare con le espressioni in tabella 3.2. IV una volta scelto lo stato limite da considerare per la costruzione), e considerando che l'inclinazione dei pendii in corrispondenza della stazione utente-area accumulo e in corrispondenza degli aerogeneratori di progetto sono minori di 15° la categoria topografica è **T1** (tabella 3.2.III) a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica **S<sub>T</sub> = 1,0** (tabella 3.2.V).

La classificazione sismica reale del sito sarà determinata in fase esecutiva con la realizzazione di prove sismiche MASW.



#### 4. CARATTERISTICHE, MORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E DI STABILITA'

L'area in esame che ospiterà l'impianto di produzione di energia della potenza di 62 MW da eolico e 18,60 MW di storage, ricade nei territori comunali di Lacedonia (AV), Monteverde (AV) ed Aquilonia (AV), ad una quota variabile da circa 475 metri s.l.m. a circa 750 metri s.l.m. con pendenze variabili dal 5 al 26% circa. Dall'analisi delle carte del rischio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino della Puglia) nel cui ambito ricadono i territori comunali di Lacedonia (AV), Monteverde (AV) ed Aquilonia (AV), si evince che le superfici interessate dalla realizzazione delle opere di progetto ricadono in aree non vincolate.

Viste le caratteristiche stratigrafiche, morfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche delle aree in esame per la costruzione delle opere edili che ospiteranno gli aerogeneratori relativi all'impianto eolico di progetto, si prescrive la realizzazione di fondazioni profonde (pali con una platea di coronamento), per la costruzione della stazione utente-area accumulo si prescrive la realizzazione di fondazioni superficiali a travi continue e/o a platea armata attestata al di sotto del terreno vegetale e del terreno alterato.

Inoltre, è necessario ridurre il tempo di esposizione agli agenti atmosferici degli scavi che ospiteranno i cavidotti e la compattazione del materiale di riempimento al fine di evitare fenomeni di erosione.

Geolitologicamente l'area in esame si estende sui seguenti terreni:

- ✚ **materiali alluvionali recenti e attuali terrazzati (Q)**, caratterizzati da ghiaie poligeniche ed eterometriche in banchi e strati a matrice sabbioso-limosa, talora pedogenizzate, alternate a lenti e strati decimetrici di sabbia limosa e limo argillificato;
- ✚ **sabbie ed arenarie (Ps)** con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose plioceniche;



- ✚ **conglomerati poligenici (Pp)** del Pliocene inferiore con livelli sabbiosi di origine deltizio-lacustre, con ciottoli di diametro variabile da pochi centimetri fino a 20 – 30 centimetri, derivanti da terreni fliscioidi, subordinatamente da calcari mesozoici ed eccezionalmente da rocce cristalline; il cemento è argilloso-sabbioso, sabbioso-calcareo e con grado di cementazione variabile;
- ✚ **arenarie quarzose (Msa)** del Miocene superiore, caratterizzata da arenarie quarzose grigio-giallastre, spesso poco cementate, in strati e banchi, talvolta, con livelli di conglomerati a piccoli elementi e di marne con faune del Miocene superiore;
- ✚ **da marne calcaree, marne ed argille siltose (Mm)** del Miocene inferiore, prevalentemente rossastre con brecciole calcaree, calcari bianchi, arenarie giallo-ocracee e livelli di diaspro;
- ✚ **breccie, brecciole e calcareniti (co)** paleogeniche, talvolta con nummuliti ed alveolinidi; si ritrovano sottili intercalazioni di marne varicolori, generalmente rossastre;
- ✚ **terreni ascrivibili al Complesso Indifferenziato (i)** paleogenico: si tratta di argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, con differente grado di costipazione e scistosità, di colore giallo-rosso-verdastro e varicolori; nella parte superiore di tale complesso, si ritrovano intercalazioni più o meno sviluppate di pezzame litoide, costituito da calcari microdetritici, subcristallini, ceroidi e di colore biancastro, da calcareniti, da breccie calcaree, da arenarie calcaree rossastre e rosso-violacee, da diaspri, da scisti diasprini e, a luoghi, da molasse giallastre.



## 5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

A seguito di una ricerca bibliografica storica e dall'esame dei risultati delle prove di laboratorio effettuate su campioni indisturbati prelevati da sondaggi geognostici eseguiti nelle stesse formazioni geologiche, i parametri geotecnici assunti per i terreni costituenti il substrato delle aree di intervento sono:

- ✚ **materiali alluvionali recenti e attuali terrazzati (Q)**, caratterizzati da ghiaie poligeniche ed eterometriche in banchi e strati a matrice sabbioso-limosa, talora pedogenizzate, alternate a lenti e strati decimetrici di sabbia limosa e limo argillificato

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>22° - 27°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.02 – 0.08 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1800 – 2000 Kg/m<sup>3</sup></i>

- ✚ **sabbie ed arenarie (Ps)** con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose plioceniche;

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>23° - 30°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.01 – 0.15 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1700 – 2000 Kg/m<sup>3</sup></i>

- ✚ **conglomerati poligenici (Pp)** del Pliocene inferiore con livelli sabbiosi di origine deltizio-lacustre, con ciottoli di diametro variabile da pochi centimetri fino a 20 – 30 centimetri, derivanti da terreni fliscioidi, subordinatamente da calcari mesozoici ed eccezionalmente da rocce



cristalline; il cemento è argilloso-sabbioso, sabbioso-calcareo e con grado di cementazione variabile

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>30° - 35°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.05 – 0.20 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1700 – 2100 Kg/m<sup>3</sup></i>

✚ **arenarie quarzose (Msa)** del Miocene superiore, caratterizzata da arenarie quarzose grigio-giallastre, spesso poco cementate, in strati e banchi, talvolta, con livelli di conglomerati a piccoli elementi e di marne con faune del Miocene superiore;

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>27° - 32°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.03 – 0.15 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1900 – 2100 Kg/m<sup>3</sup></i>

✚ **marne calcaree, marne ed argille siltose (Mm)** del Miocene inferiore, prevalentemente rossastre con brecciole calcaree, calcari bianchi, arenarie giallo-ocracee e livelli di diaspro;

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>22° - 27°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.1 – 0.25 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1900 – 2100 Kg/m<sup>3</sup></i>



- ✚ **brecce, brecciole e calcareniti (co)** paleogeniche, talvolta con nummuliti ed alveolinidi; si ritrovano sottili intercalazioni di marne varicolori, generalmente rossastre

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>30° - 35°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.00 – 0.10 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1900 – 2100 Kg/m<sup>3</sup></i>

- ✚ **terreni ascrivibili al Complesso Indifferenziato (i)** paleogenico: si tratta di argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, con differente grado di costipazione e scistosità, di colore giallo-rosso-verdastro e varicolori; nella parte superiore di tale complesso, si ritrovano intercalazioni più o meno sviluppate di pezzame litoide, costituito da calcari microdetritici, subcristallini, ceroidi e di colore biancastro, da calcareniti, da brecce calcaree, da arenarie calcaree rossastre e rosso-violacee, da diaspri, da scisti diasprini e, a luoghi, da molasse giallastre

<i>Angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>18° - 26°</i>
<i>Coesione drenata C</i>	<i>0.16 – 0.35 Kg/cm<sup>2</sup></i>
<i>Peso naturale del terreno <math>\gamma</math></i>	<i>1900 – 2100 Kg/m<sup>3</sup></i>

La stratigrafia e le caratteristiche geotecniche reali saranno determinate successivamente, in fase esecutiva, con la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e relative prove di laboratorio.





## 6. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Nella presente relazione saranno esaminate le problematiche idrologiche, idrogeologiche e gli interventi da proporre per la realizzazione delle opere di progetto.

Idrologicamente, l'area in esame è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nella zona strettamente interessata dall'intervento, le acque superficiali presentano un reticolo idrografico (che si sviluppa sulle aree prospicienti limitrofe) riconducibile al tipo dendritico; esse solitamente presentano attività idraulica alquanto rilevante solo in concomitanza con eventi idrometeorici pronunciati e prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante e/o quasi nullo.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità, risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative.

Comunque, a livello indicativo, in riferimento a quanto descritto nel paragrafo inerente l'inquadramento geologico, sulla base della successione stratigrafica dei terreni strettamente sottostanti in sito, per le condizioni morfologiche e per l'eterogeneità granulometrica, i terreni in esame presentano caratteristiche di permeabilità diverse e precisamente i calcari, le calcareniti, le calcilutiti, le calcareniti e le breccie calcaree presentano un'alta permeabilità per fratturazione ( $K > 10^{-2}$  cm/sec.), i conglomerati, le arenarie, le sabbie, le molasse e i materiali alluvionali presentano un grado di permeabilità medio-basso per porosità ( $K = 10^{-3} - 10^{-5}$  cm/sec.), le marne presentano un grado di permeabilità basso ( $K = 10^{-5} - 10^{-7}$  cm/sec.) ed infine le argille presentano un grado di permeabilità scarso o addirittura nullo ( $K < 10^{-7}$  cm/sec.).

Nei materiali calcarei, nelle molasse, nelle sabbie, nei conglomerati e nelle arenarie vi è una limitata circolazione idrica sotterranea, per cui si hanno varie sorgenti di piccola entità situate ai margini degli affioramenti dove questi litotipi



vengono a contatto con terreni argillosi e marnosi; nelle argille la circolazione idrica sotterranea è assente o ridotta e limitata ad accumuli temporanei, locali e superficiali, connessi esclusivamente ad eventi pluviali.

Le aree interessate dalla realizzazione delle opere, a causa della presenza della componente argillosa e marnosa, presenta una rete idrografica sotterranea poco sviluppata. Inoltre, vi è la presenza di accumuli di acque superficiali ed episuperficiali dovuti ad eventi pluviali, per cui si prescrive la regimentazione delle acque attraverso la realizzazione di opportune opere idrauliche: per la costruzione della stazione utente-area accumulo si prescrive la realizzazione di un efficace drenaggio perimetrale alle opere che si approfondisce fino e non oltre il piano di posa delle fondazioni; per la costruzione dell'impianto eolico, si prescrive la realizzazione di efficaci drenaggi perimetrali alle piazzole che ospiteranno gli aerogeneratori e alle cabine di trasformazione, confluenti nelle zanelle che si estendono lungo le strade di accesso e di servizio; le acque provenienti da tali opere drenanti dovranno avere come recapito finale gli impluvi naturali presenti o dovranno essere smaltite sui versanti a valle delle opere in modo laminare.



## **7. CONCLUSIONI**

La relazione geologica avente lo scopo di verificare la fattibilità delle opere di progetto (fatti salvi tutti i vincoli dettati dagli strumenti urbanistici adottati dai vari enti preposti), ha messo in evidenza condizioni favorevoli.

In adempimento alle prescrizioni dettate dal Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino della Puglia) (PAI), finalizzate al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica per ridurre gli attuali livelli di pericolosità e consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, è stato eseguito un accurato studio geologico, idrogeologico e geotecnico generale dell'area di intervento.

Da tale studio e dall'analisi della cartografia allegata del Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino della Puglia) risulta che le superfici interessate dalle opere di progetto, ricadono in aree non vincolate.

Viste le caratteristiche stratigrafiche, morfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche delle aree in esame, per la costruzione delle opere edili che ospiteranno gli aerogeneratori relativi all'impianto eolico di progetto, si prescrive la realizzazione di fondazioni profonde (pali con una platea di coronamento), per la costruzione della stazione utente-area accumulo si prescrive la realizzazione di fondazioni superficiali a travi continue e/o a platea armata attestata al di sotto del terreno vegetale e del terreno alterato.

Inoltre, è necessario ridurre il tempo di esposizione agli agenti atmosferici degli scavi che ospiteranno i cavidotti e la compattazione del materiale di riempimento al fine di evitare fenomeni di erosione.

Le aree interessate dalla realizzazione delle opere, a causa della presenza della componente argillosa e marnosa, presenta una rete idrografica sotterranea poco sviluppata. Inoltre, vi è la presenza di accumuli di acque superficiali ed episuperficiali dovuti ad eventi pluviali, per cui si prescrive la regimentazione



delle acque con la realizzazione di opportune opere idrauliche: per la costruzione della stazione utente-area accumulo si prescrive la realizzazione di un efficace drenaggio perimetrale alle opere che si approfondisce fino e non oltre il piano di posa delle fondazioni; per la costruzione dell'impianto eolico, si prescrive la realizzazione di efficaci drenaggi perimetrali alle piazzole che ospiteranno gli aerogeneratori e alle cabine di trasformazione, confluenti nelle zanelle che si estendono lungo le strade di accesso e di servizio; le acque provenienti da tali opere drenanti dovranno avere come recapito finale gli impluvi naturali presenti o dovranno essere smaltite sui versanti a valle delle opere in modo laminare.

Alla luce delle nuove normative, in Campania, per la valutazione della pericolosità sismica nel rispetto del D.M. 17 gennaio 2018, coerente con l'EuroCodice 8, ha definito il grado di sismicità con riferimento ai valori delle accelerazioni al suolo. Pertanto, sulla base dei risultati delle indagini eseguite nelle stesse formazioni geologiche, i siti indagati vengono classificati come categoria **B** di sottosuolo, così definita: **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s., a cui corrispondono i coefficienti di amplificazione **S<sub>s</sub>** e **C<sub>c</sub>** (che si possono calcolare con le espressioni in tabella 3.2. IV una volta scelto lo stato limite da considerare per la costruzione), e considerando che l'inclinazione dei pendii in corrispondenza della stazione utente-area accumulo e in corrispondenza degli aerogeneratori di progetto sono minori di 15° la categoria topografica è **T1** (tabella 3.2.III) a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica **S<sub>T</sub> = 1,0** (tabella 3.2.V). Per fronti di scavo superiori a 1,00 – 1,50 metri di altezza, si prescrive la realizzazione di opportune strutture di contenimento.

Le opere da realizzare sono pertanto compatibili con l'assetto geologico, morfologico, idrogeologico e di stabilità dell'area in oggetto, a condizione che vengano rispettate le prescrizioni sopra esposte.



E' necessario, in fase esecutiva, per la caratterizzazione geotecnica e sismica reale dei terreni interessati dalle opere, integrare tale relazione geologica con l'attuazione di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche con la realizzazione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati, su cui dovranno essere effettuate opportune prove di laboratorio e l'esecuzione di prove sismiche MASW.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Il Geologo

Dott. Vito Antonio Miele