

# REGIONE CAMPANIA

Provincia di Benevento

## COMUNE DI San Marco dei Cavoti

PROGETTO DEFINITIVO

### Progetto per la realizzazione di un impianto eolico

LOCALITA': Ielardi, Macchioni, Motagna, Riccetto, Franzese

PROPONENTE

#### **ECOENERGIA S.r.l.**

Via Cardito n. 5  
83012 - Cervinara (AV)  
Tel/Fax 0824-835120

#### **ECOENERGIA S.r.l.**

Via Cardito, 5  
83012 . CERVINARA (AV)  
P. IVA 02195650649

*Saverio Di Matteo*

GEOLOGO

#### **Vincenzo DI MATTEO**

Via Largo Incoronatella  
83040 - Andretta (AV)  
email: vin1962@libero.it  
cell.: 3495876365



OGGETTO

## RELAZIONE GEOLOGICA

DATA marzo 2022

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	2
1.1	Lavoro eseguito.....	2
1.2	Ubicazione dell'area.....	3
1.3	Descrizione delle opere da realizzare e dei lavori previsti .....	3
2	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....	4
2.1	Geologia.....	4
2.1.1	Tettonica.....	5
2.2	Geomorfologia.....	5
2.2.1	Forme legate all'azione della gravità .....	5
2.2.2	Forme legate all'azione delle acque .....	6
2.3	Idrologia ed idrogeologia.....	6
3	AZIONE SISMICA .....	9
3.1	Individuazione della pericolosità del sito .....	11
3.2	Condizioni stratigrafiche e condizioni topografiche.....	13
3.2.1	Categoria di sottosuolo .....	13
3.2.2	Categoria topografica .....	14
3.2.3	Amplificazione stratigrafica .....	14
3.2.4	Amplificazione topografica .....	15
3.2.5	Accelerazione massima attesa .....	15
4	AUTORITA' DI BACINO .....	16
5	CONCLUSIONI .....	18

## ALLEGATI

Carta I.G.M.	scala 1:5.000
Carta Autorità di Bacino (AdB Liri-Garigliano-Volturno, AdB Puglia)	scala 1:5.000
Carta Geologica	scala 1:5.000
Carta Geomorfologica	scala 1:5.000
Carta Idrogeologica	scala 1:5.000



## 1 INTRODUZIONE

La società Ecoenergia S.r.l., intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica (aerogeneratori), nel territorio di San Marco dei Cavoti (BN), in località “Ielardi, Macchioni, Montagna, Ricetto e Franzese”, con punto di consegna (Sottostazione di Trasformazione Ecoenergia Srl) nel Comune di San Marco dei Cavoti in località Franzese, in prossimità della Stazione Elettrica già autorizzata alla Società Ecoenergia Franzese S.r.l.; dà incarico, pertanto al dott. Vincenzo Di Matteo, geologo libero professionista, iscritto all’Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 874, di redigere uno studio di compatibilità geologica.

L’impianto eolico è costituito da 7 turbine (aerogeneratori) indicate con le sigle SM 1, SM 2, SM 3, SM 4, SM 11, SM 12, SM 13, una sottostazione ed il cavidotto che trasporta l’energia prodotta dagli aerogeneratori alla sottostazione. Inoltre sono previsti per la realizzazione e per la manutenzione dell’impianto, sbancamenti e/o spianature di modeste entità necessarie al trasporto in sito degli impianti tecnologici, adeguamento di strade comunali esistenti, costruzione di brevi strade di accesso per gli aerogeneratori.

Nello specifico lo scrivente ha eseguito uno studio di compatibilità geologica e geomorfologica completo delle carte: geologica, geomorfologica ed idrogeologica.

Lo studio è stato eseguito secondo la normativa vigente D.M. 17.01.2018 (*Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*).

### 1.1 Lavoro eseguito

Prima di svolgere qualsiasi indagine in sito, è stata effettuata una preliminare visita allo stato dei luoghi, successivamente, a questa prima fase conoscitiva, è stato svolto il seguente piano di lavoro:

- *ricerca bibliografica e cartografica;*
- *rilevamento geologico e geomorfologico di superficie di un’area sufficientemente ampia e di quella direttamente interessata alla costruzione delle opere in progetto;*
- *esame di indagini in sito ed in laboratorio eseguite dallo stesso committente in aree adiacenti per la realizzazione di un altro impianto eolico con simili caratteristiche e già approvato;*
- *esame di alcuni scavi di sbancamento eseguiti in zone limitrofe;*
- *stesura della relazione illustrativa generale.*



## 1.2 Ubicazione dell'area

L'area in esame è ubicata a nord dell'abitato di San Marco dei Cavoti (BN). Il parco eolico comprende le località: Ielardi, Macchioni, Montagna, Ricetto e Franzese ed è riportato in catasto terreni del comune di San Marco dei Cavoti:

- Foglio 3 particelle 4, 26, 27, 307, 39, 46, 50, 54, 51, 97, 35, 99, 103, 114, 126, 142, 143, 154, 155, 161, 206, 301, 214, 228, 229, 230, 231, 232
- Foglio 9 particelle 18, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 62, 63, 222, 234
- Foglio 15 particelle 55, 56, 59, 60, 168
- Foglio 5 particelle 16, 15

Come riferimento cartografico si cita il Foglio 162 Campobasso della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 e la Tavoleta dell'I.G.M. 162 II S.E. " *Colle Sannita* " scala 1:25.000.

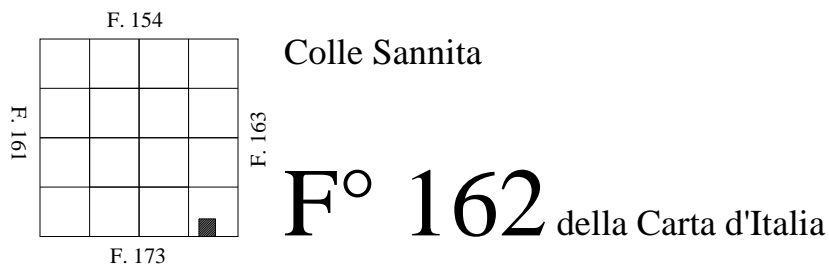


Figura 1.2-1 riferimento cartografico

## 1.3 Descrizione delle opere da realizzare e dei lavori previsti

Le opere da realizzare sono:

- parco eolico costituito da 7 aerogeneratori
- cavidotto interrato che convoglierà tutta l'energia prodotta dai singoli aerogeneratori alla Sottostazione di Consegna
- Sottostazione di Consegna

I lavori previsti per la realizzazione delle opere sono:

- scavo per le fondazioni degli aerogeneratori
- scavo per le fondazioni della sottostazione
- scavo a sezione obbligata per la posa dei cavidotti
- sbancamenti e/o spianature di modeste entità necessarie al trasporto in sito degli impianti tecnologici
- adeguamento delle strade comunali esistenti, nonché la costruzione di brevi strade che solcano i terreni dove saranno distribuiti ed installati gli aerogeneratori



## 2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito in esame è consistita nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, della pericolosità geologica del territorio.

### 2.1 Geologia

Il territorio in esame fa parte dei Monti del Sannio che rappresentano un settore di raccordo tra la porzione assiale e quella esterna del segmento molisano-sannitico della catena sud-appenninica. In questo settore della catena sono state riconosciute varie successioni sedimentarie che risultano strutturate in tre unità tettoniche disposte al margine della catena secondo una fascia ad andamento appenninico. Queste, da occidente verso le aree esterne, sono rappresentate *dall'Unità del Sannio, dall'Unità del Fortore e dall'Unità Dauna*. Le varie successioni presenti all'interno del territorio studiato, o nelle sue immediate vicinanze, fanno parte dell'Unità del Sannio e dell'Unità del Fortore e sono rappresentate da una successione di scarpata costituita da calciruditi, calcareniti, calcari marnosi, argille e argille marnose rosse, grigie e verdi (*Flysch Rosso*) passanti verso l'alto a quarzoareniti (*Flysch Numidico*). Una successione pelagica costituita da argille policrome, calcilutiti silicifere, diaspri e arenarie arcose, tuffitiche e quarzitiche.

Nel territorio studiato si distinguono varie successioni sedimentarie meso-cenozoiche di bacino e di scarpata oltre a lembi di depositi continentali di età quaternaria costituiti da depositi eluvio-colluviali. In particolare si distinguono: una successione costituita da calciruditi, calcareniti, calcilutiti, calcari marnosi e argille marnose grigie, rosse e verdi (*Flysch Rosso*), passanti verso l'alto a quarzoareniti (*Flysch Numidico*). A copertura dei suddetti terreni ritroviamo in modo diffuso e discontinuo coperture attuali e recenti rappresentate da depositi eluvio-colluviali.

Il rilevamento di dettaglio ha permesso di riconoscere le seguenti formazioni:

#### **Depositi eluvio-colluviali.**

Limi argillificati e umificati, suoli brunastri, con inclusi frammenti litoidi di piccole dimensioni derivanti dall'alterazione della roccia che costituisce il substrato. Si ritrovano in corrispondenza delle spianate sommitali e nelle aree concave non contornate da versanti molto acclivi. Derivano dall'alterazione del substrato ed hanno spessori molto variabili in funzione della morfologia del substrato.

#### **Litologie sabbioso-limoso-arenacee.**



Costituite da arenarie di colore giallastro e grigio-giallastro, con intercalazioni di livelli argillosi e marnosi di colore grigiastro, giallastro e biancastro, di spessore variabile da pochi centimetri fino a diversi decimetri; le marne argillose in genere presentano fratture concoidi.

#### **Litologie a prevalente composizione calcareo-marnosa.**

Costituite da calcareniti e calciruditi di colore grigio chiaro, in strati di vario spessore, in genere molto fratturate e tettonizzate, con intercalazioni di brecce calcaree stratificate e ben cementate, marne rossastre e argille rossastre e verdastre, a luoghi scagliettate. Gli strati calcarenitici e calciruditi a luoghi assumono spessori notevoli conferendo ai luoghi dove si presentano in affioramento un tipico aspetto rupestre.

#### **Litologie a prevalente composizione argilloso-marnosa.**

Flysch Rosso argilloso-marnoso. Queste litologie sono costituite da argille e argille marnose, in genere di colore rossastro e brunastro, a luoghi giallo-verdastro e grigiastro, associate a marne rossastre e calcareniti in strati di vario spessore, in genere fratturate; in esse è abbastanza frequente trovare blocchi di calcareniti e calciruditi anche di diversi metri cubi imballati nella matrice argillosa. Questi terreni in quasi tutti gli affioramenti si presentano con un assetto strutturale caotico, con strutture disorganizzate e numerose pieghe.

### **2.1.1 Tettonica**

Dal punto di vista tettonico, non si rilevano, nell'area esaminata, strutture sismogenetiche (faglie attive o attivate dal sisma del novembre 1980) capaci di apportare locali fenomeni di rinforzo o di amplificazione dell'energia in relazione a futuri eventi parossistici.

## **2.2 Geomorfologia**

Sulla carta geomorfologica le forme presenti nell'area di studio sono state distinte, secondo le usuali formalizzazioni, in funzione dell'agente morfogenetico primario. Esse sono:

- forme legate all'azione della gravità
- forme legate all'azione delle acque

### **2.2.1 Forme legate all'azione della gravità**

I movimenti franosi sono per lo più di tipo “scorrimento rotazionale” e “colamento” o la combinazione dei due. Al primo gruppo appartengono quei movimenti che avvengono lungo superfici di rottura approssimativamente concave verso l'alto allorché il momento delle forze agenti supera il momento delle forze resistenti. Al secondo tipo appartengono quei movimenti che si evolvono relativamente lenti, senza una definita superficie di scorrimento, ma che coinvolgono tutta la massa secondo comportamenti propri dei corpi viscosi.



### **2.2.2 Forme legate all'azione delle acque**

L'azione meccanica delle acque superficiali si esplica in forma diffusa su vaste aree oppure in forma concentrata, dove le acque si incanalano e, attraverso pronunciate escavazioni, sviluppano i processi di erosione lineare. Questi fenomeni si svolgono quasi sempre in tempi brevi ed in concomitanza con le massime precipitazioni pluviali. I fattori che rendono particolarmente efficace l'azione delle acque correnti superficiali sono la scarsa permeabilità dei terreni, la concentrazione delle piogge nel solo periodo invernale ed i fattori antropici. Infatti i terreni vengono lavorati secondo la linea di massima pendenza ed in solchi profondi.

### **2.3 Idrologia ed idrogeologia**

Le acque di ruscellamento sono drenate da aste torrentizie secondarie, impostate su litotipi argillosi, verso il Torrente Reinello, Fosso Difesa, Vallone Penna e Vallone Borrilli, e presentano sensibili variazioni durante l'anno; si registrano cioè, valori minimi o nulli in estate e massimi in autunno-inverno.

In corrispondenza dei siti dove verranno impiantati gli aerogeneratori, ubicati quasi tutti in corrispondenza delle zone morfologicamente più elevate ed in prossimità degli spartiacque, il reticolo idrografico è rappresentato esclusivamente da scoline di campo e piccoli ruscelli attivi solo nei periodi invernale e primaverile in concomitanza di precipitazioni particolarmente intense o durature. Gli unici elementi idrografici di maggiore rilievo per la zona, sono rappresentati dal F.sso Difesa e dal Torrente Reinello. Si tratta di impluvi a carattere torrentizio che in molti tratti dei loro corsi presentano una sezione dell'alveo a V, e ciò ad indicare l'azione erosiva che le acque esercitano sul fondo.

Riguardo l'idrogeologia, nell'area in studio le litologie presenti sono caratterizzate da una permeabilità molto variabile in funzione delle variazioni di facies che caratterizzano le formazioni geologiche presenti. La permeabilità, in particolare, è variabile da strato a strato e dipende dalla granulometria e dal grado di fratturazione dei livelli lapidei. Di fatto i terreni presenti sono caratterizzati da una permeabilità medio-alta per quanto riguarda i livelli calcarei ed arenaceo-sabbiosi, mentre le varie intercalazioni argillose hanno comportamento praticamente impermeabile. In questo modo l'acqua, trovando vie preferenziali di infiltrazione e di percolazione nei livelli più permeabili, crea un sistema di tasche e falde idriche variamente ed irregolarmente ramificate e talora interconnesse.

Va comunque evidenziato che la realizzazione del progetto non altera la circolazione né delle acque sotterranee né di quelle superficiali, né comporta rischi di inquinamento per le falde.

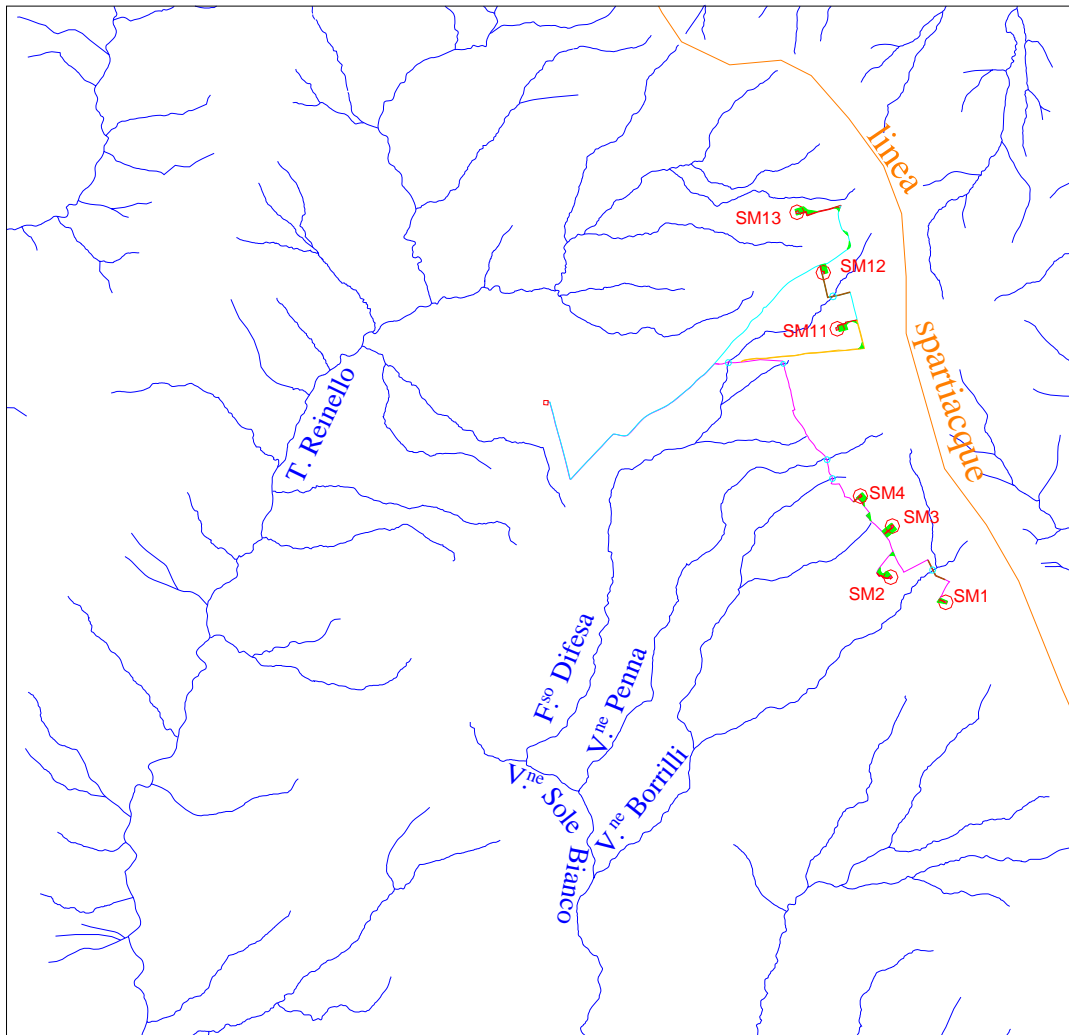


Figura 2.3-1 aste torrentizie, valloni e torrenti; ubicazione pale

Le caratteristiche litologiche, la composizione granulometrica e l'addensamento dei granuli, consentono di definire il grado di permeabilità relativa dei terreni.

Nell'elaborato grafico, i terreni affioranti nell'area in esame sono stati raggruppati, in due classi di permeabilità:

- terreni mediamente permeabili
- terreni scarsamente permeabili

I terreni definiti “*mediamente permeabili*” comprendono i **Terreni eluvio-colloviai** costituiti da terreni limo-argillosi di colore nerastro, i **Calcari con strati di marne e/o argille** costituiti da calcareniti e calcari con interstrati di argilla e marne siltose di vario colore, a luoghi brecce ed arenarie quarzose (scarsamente permeabili per porosità e/o fratturazione), e le **litologie sabbioso-limoso-arenacee** costituite da arenarie di colore giallastro.





I terreni definiti “*scarsamente permeabili*” comprendono le **litologie a prevalente composizione argilloso-marnosa** che sono caratterizzate da argille e marne argilloso-siltose varicolori con differente grado di costipazione e scistosità, con interstrati di calcari marnosi e calcareniti. In questi terreni, si possono rinvenire piccole falde acquifere disposte a più livelli, localizzate negli orizzonti di materiali più permeabili (strati di calcareniti fratturati).



### 3 AZIONE SISMICA

Al fine di trattare i problemi tecnico-amministrativi tipici della gestione del territorio, ogni Regione ha definito l'appartenenza di ciascun Comune o parte di esso, ad una determinata zona sismica, sulla base del valore massimo di un parametro di pericolosità sismica opportunamente valutato, all'interno dell'area considerata.

In particolare è stato utilizzato il valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo  $ag_{475}$ , ossia quella relativa al 50<sup>esimo</sup> percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni ed una probabilità di superamento del 10%.

In tal modo, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone sismiche così definite, con una tolleranza di 0,025 g che permetta di rendere più continua la classificazione sul territorio:

**zona 1** - ricadono in questa zona i comuni o parti di essi per i quali  $ag_{475} \geq 0,25g$ .

**zona 2** - ricadono in questa zona i comuni o parti di essi per i quali  $0,25 > ag_{475} \geq 0,15g$ .

**zona 3** - ricadono in questa zona i comuni o parti di essi per i quali  $0,15 > ag_{475} \geq 0,05g$ .

**zona 4** - ricadono in questa zona i comuni o parti di essi per i quali  $ag_{475} < 0,05g$ .

Ai fini di una valutazione dell'azione sismica indotta da un terremoto, è utile definire, il livello di "pericolosità sismica di base", riferita ad un suolo rigido con superficie topografica orizzontale e derivante da studi condotti a scala nazionale con procedure e metodologie validate (D.M. 14.01.2008- "Norme tecniche per le costruzioni").

Allo stato attuale, la pericolosità sismica sul reticolo e nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) in cui, i valori di  $ag$  riportati sono quelli calcolati dal Gruppo di Lavoro MPS (2004) che ha redatto la carta di Pericolosità Sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 gennaio 2003.

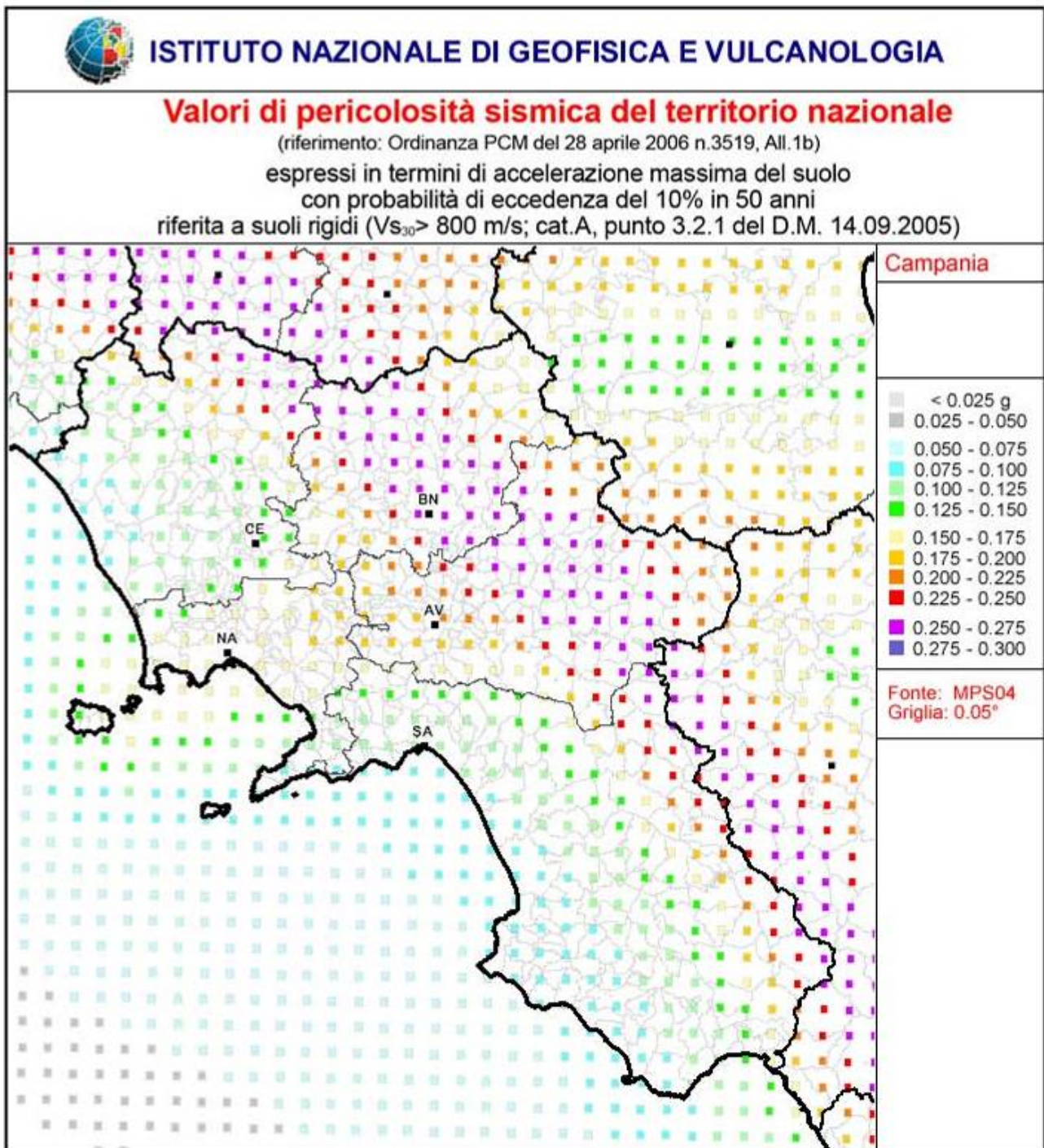


Figura 3-1 valori pericolosità sismica della Campania.  
"ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA"

Con il D.M. 14 gennaio 2008, quindi, cambia la metodologia per la stima della pericolosità sismica che è "sito dipendente" e non più "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto, in base al quale valutare il rispetto dello stato limite considerato, è stata definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito in esame.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione dell'azione sismica.



### 3.1 Individuazione della pericolosità del sito

In conformità con il D.M. 17.01.2018 sono stati identificati i parametri sismici sulla base delle coordinate del sito in esame, facendo riferimento agli Allegati A e B al D.M. 14.01.2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*” e successivi aggiornamenti.

Per ogni sito dove è prevista la costruzione dell’aerogeneratore e della sottostazione, sono stati, in base alle coordinate, individuati i vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* (ID) contenente il punto in esame.

aerogeneratori				
	coordinate piane UTM Fuso 33-WGS84		coordinate geografiche WGS84	
	Est	Nord	Long	Lat
<b>SM1</b>	492410	4576328	14,90928640°	41,33840227°
<b>SM2</b>	491966	4576526	14,90397722°	41,34018149°
<b>SM3</b>	491980	4576932	14,90413918°	41,34383875°
<b>SM4</b>	491721	4577169	14,90104020°	41,34597095°
<b>SM11</b>	491534	4578495	14,89878647°	41,35791319°
<b>SM12</b>	491422	4578940	14,89744119°	41,36192041°
<b>SM13</b>	491210	4579419	14,89489957°	41,36623279°

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA SSE		
Coordinate piane UTM-WGS84-FUSO 33	Coordinate geografiche WGS84	Coordinate geografiche ED 50
Est 489 180 Nord 4 577 854	Long 14,870655° - Lat 41,352111°	Long 14,871500° - Lat 41,353094°

I vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* (ID), sono:

ID 30767 ID 30768 ID 30769

ID 30989 ID 30990 ID 30991

SSE	ID 30767	SM1-SM2-SM3-SM4-SM11-SM12-SM13	ID 30989
	ID 30768		ID 30990
	ID 30989		ID 30769
	ID 30990		ID 30991

Figura 3.1-1 punti del reticolo di riferimento contenenti i punti in esame

I valori dei parametri  $p$  ( $a_g$   $F_o$   $T_C^*$ ) dei vertici del *reticolo di riferimento* (ID), sono:



ID	LON	LAT	T <sub>R</sub> =30			T <sub>R</sub> =50			T <sub>R</sub> =72			T <sub>R</sub> =101			T <sub>R</sub> =140			T <sub>R</sub> =201			T <sub>R</sub> =475			T <sub>R</sub> =975			T <sub>R</sub> =2475		
			a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *	a <sub>g</sub>	F <sub>o</sub>	T <sub>C</sub> *
30989	14.822	41.327	0.598	2.41	0.28	0.785	2.36	0.31	0.946	2.37	0.32	1.119	2.38	0.33	1.334	2.36	0.34	1.595	2.36	0.35	2.430	2.32	0.38	3.334	2.30	0.41	4.741	2.38	0.43
30767	14.823	41.377	0.577	2.42	0.29	0.745	2.39	0.31	0.888	2.41	0.33	1.040	2.42	0.34	1.208	2.45	0.35	1.452	2.42	0.36	2.175	2.34	0.41	2.973	2.33	0.43	4.279	2.35	0.43
30990	14.888	41.326	0.570	2.41	0.28	0.738	2.39	0.32	0.881	2.41	0.33	1.035	2.42	0.34	1.218	2.42	0.35	1.468	2.38	0.36	2.200	2.32	0.42	3.018	2.32	0.43	4.342	2.35	0.43
30768	14.889	41.376	0.548	2.42	0.29	0.695	2.42	0.32	0.814	2.47	0.34	0.958	2.45	0.35	1.129	2.43	0.36	1.322	2.44	0.38	1.916	2.43	0.42	2.600	2.41	0.44	3.746	2.41	0.46
30991	14.955	41.326	0.542	2.42	0.29	0.689	2.42	0.32	0.810	2.47	0.34	0.959	2.45	0.35	1.136	2.41	0.36	1.337	2.41	0.38	1.956	2.42	0.42	2.676	2.41	0.44	3.931	2.39	0.46
30769	14.956	41.376	0.522	2.43	0.29	0.652	2.46	0.32	0.766	2.49	0.34	0.918	2.43	0.36	1.050	2.47	0.37	1.215	2.54	0.37	1.729	2.54	0.43	2.299	2.53	0.44	3.271	2.51	0.47

Figura 3.1-2 valori dei parametri spettrali dei quattro punti del reticolo (riportato nella [tabella 1](#) nell'allegato B del D.M. 14 gennaio 2008)

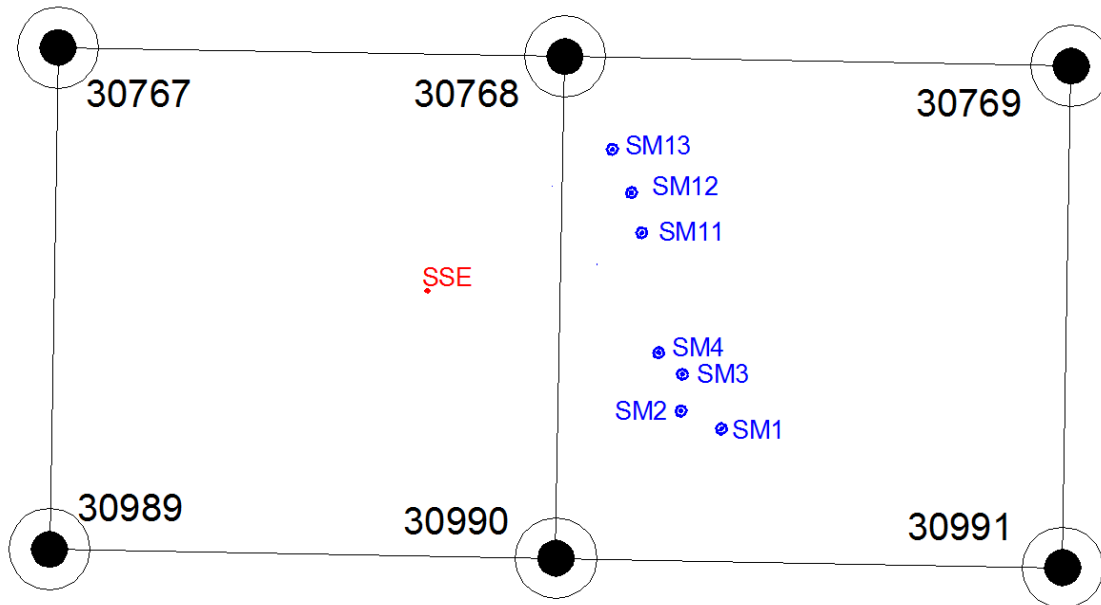


Figura 3.1-3 vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento*, ubicazione aerogeneratori, sottostazione.

I valori dei parametri  $p$  ( $a_g F_o T_C^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto del punto in esame possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad [1]$$

$p$  = valore del parametro di interesse nel punto in esame;

$P_i$  = valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

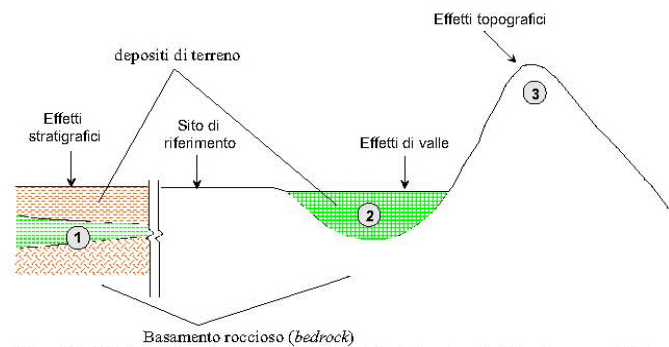
$d_i$  = distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

Sostituendo i rispettivi parametri  $p$  ( $a_g F_o T_C^*$ ) nella [1] si ricavano i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_C^*$  relativi al sito di interesse per i relativi tempi di ritorno.



### 3.2 Condizioni stratigrafiche e condizioni topografiche

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico ( $V_s > 800 \text{ m/s}$ ) affiorante o sub-affiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie (Figura 3.2-1).



**Figura 3.2-1** tipiche configurazioni responsabili di effetti di sito (stratigrafici, di bordo e topografici) rispetto ad un sito roccioso con superficie libera orizzontale (sito di riferimento) (Lanzo, 2005).

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Le suddette condizioni, come indicato nel Cap. 3.2 del D.M. del 14 gennaio 2008, possono essere così valutate:

- la categoria di suolo di fondazione mediante la stima del parametro  $V_{s,eq}$ ;
- la categoria topografica mediante le caratteristiche della superficie topografica.

#### 3.2.1 Categoria di sottosuolo

Per la stima del parametro  $V_{s,eq}$ , in questa fase di progettazione definitiva, si è fatto riferimento ad indagini eseguite nell'area in esame ed in precedenti lavori e ad indagini eseguite dallo scrivente su terreni aventi simili caratteristiche litologiche. Queste indagini sono basate sull'impiego della sismica di superficie tipo *MASW*, tipo ReMi e Tomografia sismica.

Gli spessori e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione del  $V_{s,eq}$  (m/sec), indicando un suolo che sta a cavallo tra la Categoria C e la Categoria B, a vantaggio della sicurezza può essere considerato suolo di Categoria C.

SM1-SM2-SM3-SM4-SM11-SM12-SM13 SSE	Categoria C
------------------------------------	-------------



**Tabella 3.2.II (NTC 2018) –** Categorie di sottosuolo

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

### 3.2.2 Categoria topografica

La categoria topografica (*tabella 3.2.III*) considerando che l’inclinazione media del pendio è maggiore di 15° è:

DENOMINAZIONE TORRE	CATEGORIA TOPOGRAFICA <b>T</b>
SM1-SM2-SM3-SM4-SM11-SM12-SM13 SSE	T1

**Tabella 3.2.III (NTC 2018) –** Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

### 3.2.3 Amplificazione stratigrafica

I coefficienti di amplificazione  $S_s$  e  $C_c$  possono calcolare con le espressioni in (*tabella 3.2.IV*) una volta scelta la strategia di progettazione.

**Tabella 3.2.IV (NTC 2018)–** Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$



### 3.2.4 Amplificazione topografica

Il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (tabella 3.2.V) in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera risulta essere:

DENOMINAZIONE TORRE	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA $S_T$
SM1-SM2-SM3-SM4-SM11-SM12-SM13 SSE	1,0

Tabella 3.2.V (NTC 2018) – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
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 uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

### 3.2.5 Accelerazione massima attesa

L'accelerazione massima attesa al sito può essere calcolata, una volta scelta la strategia di progettazione, con la seguente espressione:

$$a_{max} = S * a_g = S_s * S_T * a_g$$

$a_{max}$ =	accelerazione massima attesa al sito	(m/s <sup>2</sup> )
$S_s$ =	coefficiente di amplificazione stratigrafica	(-)
$S_T$ =	coefficiente di amplificazione topografica	(-)
<sup>1</sup> $a_g$ =	accelerazione al suolo	(m/s <sup>2</sup> )

In fase di progettazione esecutiva si provvederà ad eseguire indagini dirette ed indirette puntuali tese alla individuazione dei parametri sismici dei singoli strati.

<sup>1</sup> Dal valore nominale  $a_g$  (g), accelerazione orizzontale massima attesa al sito, si passa ad  $a_g$  (m/s<sup>2</sup>) moltiplicando per 9,81





#### 4 AUTORITA' DI BACINO

Le turbine da installare, indicate in cartografia con le sigle SM1-SM2-SM3-SM4-SM11-SM12-SM13, il cavidotto **linea A**, avente lunghezza di circa **6.530** metri, il cavidotto **linea B**, avente lunghezza di circa **5.366** metri e la sottostazione ricadono nell'area di competenza dell' Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno.

La definizione di stabilità delle diverse aree coinvolte dalla realizzazione del Parco Eolico in progetto, è basata, al di là delle osservazioni dirette (in situ) realizzate dallo scrivente durante i rilievi di campagna, su quanto riportato dal piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell' Autorità di Bacino, competente per il territorio, ed in particolare dalla cartografia allegata e relativa al Rischio di frana.

L'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno con il *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio di frana – PsAI-Rf*, approvato con DPCM del 12/12/2006, ha perimetrato le aree in frana e nella *Carta degli scenari di rischio* del suddetto PsAI-Rf, sulla base di elementi quali l'intensità, la probabilità di accadimento dell'evento, il danno e la vulnerabilità, ha classificato queste aree.

Dalla sovrapposizione del parco eolico in progetto con la cartografia dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno si evince:

- che le turbine indicate in cartografia con le sigle SM11-SM12-SM13, e il 40% circa del cavidotto ricadono nell'area di competenza dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno denominata "C<sub>1</sub>"<sup>2</sup>;
- che le turbine indicate in cartografia con le sigle SM1-SM2-SM3, la Sottostazione Ecoenergia e il 50% circa del cavidotto ricadono nell'area di competenza dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno denominata "C<sub>2</sub>"<sup>3</sup>;

---

2

**Art.13 - Aree di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco (C<sub>1</sub>)**

1. Nelle aree di cui alla rubrica gli interventi sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n.127 del 1/06/88), nella Circolare LL.PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239).

3

**Art. 14 - Aree di versante in cui non è stato riconosciuto un livello di rischio o di attenzione significativo (C<sub>2</sub>)** 1. Nelle aree di cui alla rubrica gli interventi sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. G.U. n.127 del 1/06/88), nella Circolare LL.PP. 24/09/88 n. 3483 e successive norme e istruzioni e nel D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia - G.U. n. 245 del 20 ottobre 2001- s.o. n. 239).



- che la turbina indicata in cartografia con la sigla SM4 ed il 10% circa del cavidotto ricadono nell'area di competenza dell'ex Autorità di Bacino dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno denominata "A<sub>Pb</sub>"<sup>4</sup>.

I lavori previsti per la realizzazione dell'impianto sono:

- scavo per le fondazioni degli aerogeneratori
- scavo per le fondazioni della sottostazione
- scavo a sezione obbligata per la posa dei cavidotti
- sbancamenti e/o spianature di modeste entità necessarie al trasporto in sito degli impianti tecnologici
- adeguamento delle strade comunali esistenti, nonché la costruzione di brevi strade che solcano i terreni dove saranno distribuiti ed installati gli aerogeneratori

Gli scavi ed i movimenti terra saranno limitati a quelli previsti in progetto ed il materiale di risulta idoneo verrà parzialmente riutilizzato nell'ambito del cantiere per la sistemazione delle aree, mentre il materiale di risulta non idoneo sarà allontanato e depositato in discariche opportunamente autorizzate.

Le strade di nuova realizzazione e quelle esistenti da adeguare, saranno costruite ed adeguate con tutte le opere necessarie al regolare deflusso delle acque, canalizzate e smaltite negli impluvi naturali esistenti. Questo aspetto sarà curato anche per gli scavi e fronti di scavo provvisori (costruzione delle fondazioni, piazzole provvisorie ecc).

Il rinterro del cavidotto avverrà in tempi brevi e le opere temporanee (es: piazzole di montaggio e manovra), a fine lavoro, saranno dimesse e ripristinato lo stato dei luoghi conforme alla orografia originaria dei terreni.

Gli interventi in progetto non comportano aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, e le opere saranno progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area.

---

<sup>4</sup> Art. 12 - (Prescrizioni nelle aree a rischio idrogeologico potenzialmente basso e di attenzione potenzialmente bassa) (Rpb - Apb) 1. Nelle aree richiamate nella rubrica del presente articolo, urbanizzate e non, si applica la disciplina di cui all'articolo 10. Art. 10 - (Prescrizioni nelle aree a rischio idrogeologico moderato) (R1) 1. Nelle aree definite a "rischio idrogeologico moderato", la costruzione e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che l'opera sia progettata ed eseguita in misura adeguata al rischio dell'area.



## 5 CONCLUSIONI

Lo studio svolto, ha consentito di caratterizzare dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, geotecnico e sismico l'area in esame.

I risultati ottenuti permettono di concludere affermando che l'area studiata è stabile dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico ed in prospettiva sismica.

In ogni caso si precisa che:

- le operazioni di scavo e rinterro per la posa dei cavi dell'elettrodotto e la costruzione delle strade di accesso non alterano o modificano negativamente le condizioni e i processi geomorfologici delle aree interessate dall'intervento;
- le opere provvisorie, necessarie all'esecuzione dell'opera, sono compatibili con il deflusso delle acque;
- è garantito il ruscellamento diffuso delle acque ove queste siano intercettate dalle opere in questione.

Tanto dovevo.  
Andretta, marzo 2022

**geologo**  
Vincenzo Di Matteo

