



REGIONE BASILICATA  
PROVINCIA DI POTENZA  
COMUNE DI MELFI



AUTORIZZAZIONE UNICA  
ex. d.lgs. 387/03

Progetto Definitivo per la realizzazione del parco  
eolico "SANTA IRENE" e relative opere connesse  
nel comune di MELFI (Pz)

Titolo elaborato

A2 - Relazione Geologica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0389	A	R02	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

---

**Dott. Geol. Maurizio GIACOMINO**

Via Lucana, 337 - 75100 Matera

Tel. 3409134882 - mauriziogiacomino@pec.it



Proponente

**Oceano Rinnovabili s.r.l.**

Largo Augusto 3  
20122 Milano



Progettazione



**F4 Ingegneria srl**

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(ing. Giovanni DI SANTO)



Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).



# 1. Premessa

Su incarico conferitomi dalla Società F4 Ingegneria S.r.l., è stata condotta una Campagna di Indagine Geognostica, al fine di accertare le condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche dei terreni presenti a nord dell'abitato di Melfi (PZ), in località San Nicola, dove insiste la nota zona industriale, nei pressi della quale si intende realizzare un parco eolico, denominato "Santa Irene", composto da n. 7 aerogeneratori con annesse piste, piazzole di stoccaggio, cavidotto e sottostazione.

L'esame delle caratteristiche sopra descritte, permette di esprimere una serie di considerazioni sui terreni di sedime interessati dalla costruzione degli aerogeneratori in modo da valutare il loro comportamento in relazione con le strutture di fondazione.

L'acquisizione dei dati tiene conto della vigente normativa tecnica, quale: il D.M. 11.03.1988, la L.R. n.38 del 06/08/1997, la L.R. 9/2011 sulla caratterizzazione sismica dei terreni e il D.M. 17 gennaio 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), inoltre, rispetta le norme dell'Autorità di Bacino della Puglia riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

L'area di interesse del parco eolico in progetto ricade nella piana alluvionale del Fiume Ofanto in località "San Nicola di Melfi", la cui continuità è interrotta dalle valli e dagli alvei dei suoi principali affluenti di destra di destra idrografica che scorrono circa perpendicolari dalle colline pre-appenniniche lucane e del complesso vulcanico del Monte Vulture.

L'indagine geognostica è consistita in rilievi geologici e geomorfologici di superficie, in indagini geognostiche in sito e nella verifica della pericolosità geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area.

I parametri fisico meccanici dei terreni interessati dalle strutture in progetto sono stati ottenuti dalle indagini dirette ed indirette eseguite nell'area e da indagini consultate abbondanti nella zona per la presenza della zona industriale San Nicola di Melfi.

Le indagini eseguite sono:

- n. 8 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW ubicati nell'area di sedime degli aerogeneratori e nell'area di sedime della sottostazione elettrica;
- n. 8 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti in Onde P e SH ubicati nell'area di sedime degli aerogeneratori e nell'area di sedime della sottostazione elettrica;

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata nell'Allegato A16.a7 "Planimetria Ubicazione Indagini" mentre l'intero lavoro si compone dei seguenti elaborati descrittivi e cartografici:

- A2.1 - Relazione Geologica

- A2.1.1 – Relazione di Fine Campagna Geognostica
- A16.a7 - Planimetria ubicazione indagini Scala 1:5000
- A16.a8 - Carta Geolitologica Scala 1:5000
- A16.a9 – Carta Geomorfologica Scala 1:5000
- A16.a10 - Carta Idrogeologica Scala 1:5000
- A16.a11 – Profili Geologici Scala 1:5000
- A16.a.11.1- Carta della Microzonazione Sismica Scala 1:5000
- A16.a11.2 – Carta di Sintesi Finale della Criticità e Pericolosità Geologica e Geomorfologica Scala 1:5000

## 2. Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico.

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, redatto ed adottato dall’Autorità di Bacino della Puglia, riporta nel territorio del Comune di Melfi varie aree a Rischio Idrogeologico determinate dalla presenza di movimenti franosi e aree vincolate per caratteristiche di alluvionabilità delle stesse.

Dall’esame della Carta del Rischio, messa a disposizione dall’Autorità di Bacino della Puglia, si evince che le zone interessate dall’ubicazione delle macchine eoliche non ricadono in aree vincolate per Rischio Idrogeologico, né in aree pericolose per la presenza di movimenti franosi.

Oltre ai nuovi aerogeneratori, anche le aree delle piazzole di stoccaggio, l’area di ubicazione della sottostazione e delle strade di progetto non ricadono in zone a pericolosità geomorfologica e dunque non interessano aree vincolate dell’Autorità di Bacino per rischio Idrogeologico.

### 3. Inquadramento Geologico Regionale

La configurazione geologica della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevoli proporzioni, da Ovest verso Est, verso l’Avanpaese Apulo.

L’azione di tali forze orogeniche riflette l’attuale assetto geo-strutturale rilevabile in superficie e, ad esse, sono da imputare la complessità dei rapporti geometrici tra le diverse unità litostratigrafiche.

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geologico-strutturale,

nell’ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell’Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico.

I tre domini del sistema orogenico sono: la Catena rappresentata dall’Appennino Campano-Lucano, l’Avanfossa rappresentata dall’Avanfossa Adriatica e l’Avanpaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

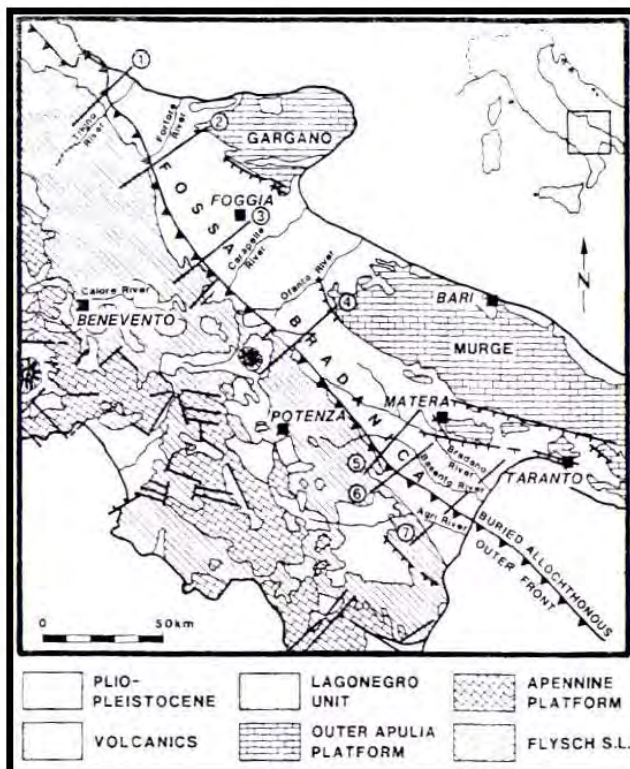


Fig. A - Unità strutturali principali del settore dell’Italia meridionale che si estende dal Tirreno all’Adriatico

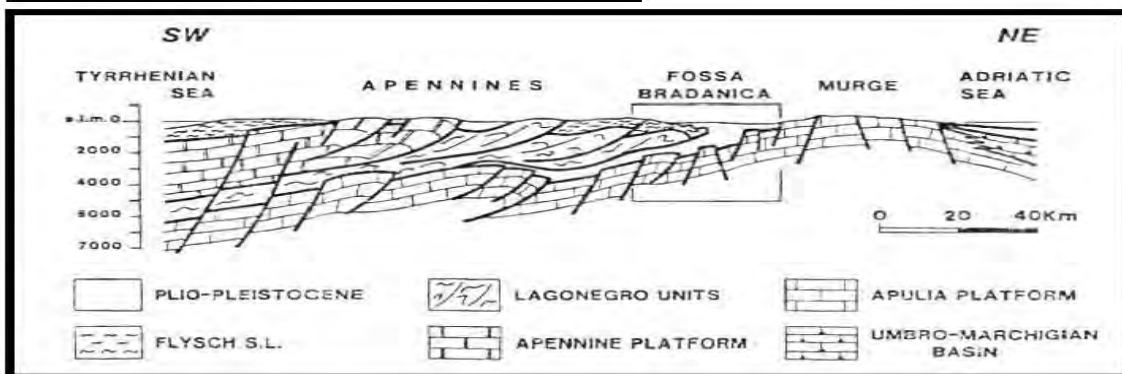


Fig. B - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell’Appennino Meridionale

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica/pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.

I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, si presentano diversi tra loro nel fornire una spiegazione delle diverse fasi della genesi appenninica, è comunque ormai comunemente accettato che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

I terreni affioranti nelle aree racchiuso nello stralcio del Foglio n.188 "Gravina in Puglia" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo di sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica, serie trasgressiva e regressiva sui Calcari Cretacei di Altamura e sul Flysch della Catena Appenninica.

L'Avanfossa Bradanica è un elemento strutturale situato tra le Murge e gli Appennini; più precisamente per Avanfossa Bradanica s'intende il tratto di Avanfossa plio-quadernaria a sud del Fiume Ofanto mentre quello a nord è denominato Avanfossa Periadriatica.

I lati della serie di sedimentazione murgiano e appenninico differiscono solo per i termini di apertura: sul primo troviamo le Calcareniti di Gravina in discordanza angolare sui calcari cretacei di Altamura, con una notevole corrispondenza tra litologia e morfologia; sul secondo vi sono il Sabbione di Garaguso e i Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano, due formazioni del tutto analoghe, anche se in letteratura sono riportate con nomi differenti. Poiché il territorio di Banzi ricade nella zona sud-occidentale del foglio n.188, zona più prossima all'appennino, allora il termine di apertura della serie sedimentaria della fossa Bradanica è costituito dai Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano.

La formazione dei **Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano** è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici che presentano caratteri di deposito litorale-neritico (di spiaggia), sono presenti difatti strutture come clinostratificazioni e stratificazione incrociata, nonché macrofauna tipica di tale ambiente. Data la presenza di Pectinidi, Ostreidi e Lamellibranchi la datazione è fatta risalire alla parte più alta del Pliocene. Questi depositi poggiano in trasgressione sui terreni in facies di flysch della catena appenninica e passano in alto in continuità alle Argille Subappennine.

Le **Argille Subappennine** costituiscono la gran parte del riempimento dell'Avanfossa Bradanica, esse sono di colore grigio-azzurre, costituite da quasi tutti i minerali argillosi, ricche in microfossili, con rapporto bentos/plancton elevato indicativo di un ambiente di sedimentazione di

piattaforma continentale, dove giungevano abbondanti apporti clastici molto fini. L'età è riferibile al Pleistocene Inferiore.

In continuità di sedimentazioni con le Argille Subappennine troviamo le **Sabbie di Monte Marano** formazione clastica sabbiosa silicatico-calcareo calcareo-silicatica con strutture sedimentarie come lamine incrociate bioturbazioni, lenti di ghiaia indicative di ambiente marino-litorale. Le scarse faune permettono di datarla Pleistocene inferiore. Il passaggio da argille a sabbie indica l'evoluzione da ambiente di piattaforma a nefritico-litorale.

Le Sabbie di Monte Marano passano poi gradualmente al **Conglomerato d'Irsina** che presenta anch'esso le caratteristiche di deposito litorale nefritico per gran parte del suo spessore e continentale nella parte più alta. La parte marina è stata evidenziata grazie alla presenza nelle lenti sabbiose di faune marine, oltre che dalla stratificazione incrociata, mentre quella continentale dalla colorazione della matrice che da gialla passa a rossastra (ossidi di ferro). L'origine appenninica del conglomerato è messa in evidenza dal fatto che esso è poligenico. Alcuni dei ciottoli sono addirittura policiclici, di fatto il grado di arrotondamento e alterazione varia. Vi sono elementi pliocenici derivanti da conglomerati del Miocene i quali in alcuni casi derivano a loro volta da conglomerati cretacei. Anche il Conglomerato d'Irsina, per la sua posizione stratigrafica, è databile al Pleistocene inferiore, in esso infatti mancano i minerali vulcanici presenti invece nei depositi marini terrazzati del Pleistocene medio. Datazioni assolute del monte Vulture hanno dato risultati di 7/800.000 anni fa, proprio al passaggio tra Pleistocene inferiore e medio.

Nella piana di sedimentazione continentale "San Nicola di Melfi" gli apporti piroclastici del Monte Vulture sono importanti tanto che nei depositi di mare poco profondo e quelli alluvionali presentano livelli di prodotti vulcanici primari.

### 3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

L'area oggetto di studio e le zone limitrofe, come riportato nell'allegato A16.a8 – "Carta Geologica", ricadono nella destra idrografica della vasta pianura alluvionale del Fiume Ofanto ed, in particolare, ricade nell'area di affioramento dei Terrazzi di quota media del Fiume Ofanto, da depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Ofanto e dei suoi principali affluenti e da rocce effusive del vicino complesso vulcanico del Monte Vulture.

I terrazzi medi dell'Ofanto sono composti nella parte superiore da Argille limoso-sabbiose di colore marrone chiaro, nella parte bassa, invece, da Conglomerati a matrice sabbiosa.

Il deposito delle Argille e limi con intercalazioni sabbiose è caratterizzato dalle normali variazioni intraformazionali tipiche dei depositi alluvionali con sedimentazione incrociata ed imbriciata. Quello conglomeratico a matrice sabbiosa è granulometricamente costituito per lo più da ciottoli

eterometrici di natura calcarea, a luoghi cementati in puddinga, immersi in abbondante matrice sabbiosa di colore grigio chiaro - marroncino.

Il Conglomerato, in generale, presenta addensamento piuttosto apprezzabile che va aumentando con la profondità, così come il grado di cementazione di cui si è detto in precedenza.

Dai dati desumibili da precedenti esperienze, nonché da quanto noto in Letteratura, è possibile affermare che il litotipo conglomeratico è a contatto con le sottostanti Argille grigio-azzurre

La maggior parte delle torri eoliche è ubicata sui Depositi Terrazzati di quota media solo uno "M7" sarà ubicato sui Tufi del Vulture composti da: tufi sabbiosi e conglomeratici di ambiente fluvio-lacustre, materiale siliceo, lapilli e tifi cineritici.

Anche gran parte del cavidotto sarà realizzato lungo strade che percorrono terreni appartenenti ai depositi Terrazzati medi, e raggiungere la sottostazione che, invece, è ubicata sui terreni composti dalle sabbie giallo brune Plioceniche presenti alla base delle argille grigio-azzurre.



## 4. Tettonica

La deformazione tettonica di età tardo-terziaria ha generato le falde vergenti verso NE la cui testimonianza sono gli strati intensamente piegati della formazione delle Argille Varicolori.

Su questa formazione poggiano in discordanza angolare ed erosiva il complesso litologico costituito da ghiaie, sabbie, limi del Pliocene-Pleistocene.

Gli strati di questo complesso non sono piegati, ma solo fagliati, esistendo contatti tettonici con le vulcaniti più recenti.

Di età pleistocenica è il vulcano, le cui manifestazioni sono comprese fra 730.000 e 130.000 anni addietro. Deformazioni sono avvenute anche in questo intervallo di tempo; in particolare sembra che attorno a mezzo milione di anni fa si sia passati da una tettonica compressiva ad una distensiva, a cui è da attribuire la faglia che corre con direzione da E-W (zona. Gaudianello) a direzione WNW-ESE (zona Rionero in Vulture).

La struttura morfologica e tettonica del Monte Vulture è discussa da BENEDEUCE & GIANO (1996) e da BENEDEUCE & SCHIATTARELLA (1997).

Gli autori BENEDEUCE & SCHIATTARELLA (1997) concludono che i campi di stress locali generati dal vulcanesimo sono responsabili della genesi delle discontinuità nelle vulcaniti e nei sedimenti contigui, ed hanno causato una distribuzione radiale-concentrica di faglie e fratture. Agli effetti deformativi vulcanogenici vanno sommati, sempre secondo i due detti Autori, i contributi della coeva tettonica regionale.

Sul versante occidentale del vulcano sono state notate faglie con direzione N-S, E-W, NNW-SSE, NW-SE, NNE-SSW che interessano solo le vulcaniti e che mettono a contatto le vulcaniti con le ghiaie del Pliocene-Pleistocene.

La zona del Monte Vulture è da considerare caratterizzata da tettonica attiva, testimoniata da terremoti di varia intensità avvenuti nei decenni e nei secoli passati, come si può evincere dalla consultazione di varie pubblicazioni di carattere sismologico, Ricordiamo a tal proposito il terremoto di Melfi del 1851. Alla tettonica attiva è da legare anche la presenza di anidride carbonica che risale dal profondo in alcune aree del Monte Vulture, conferendo alle acque minerali l'effervescenza naturale per la quale esse sono famose.

## 5. Geomorfologia

La zona di ubicazione di tutte le torri eoliche è interamente compresa nella destra idrografica della valle alluvionale del Fiume Ofanto e precisamente i n. 7 aerogeneratori ricadono tra gli alvei che scorrono circa perpendicolari quella dell'Ofanto di due suoi principali affluenti: Torrente Olivento e il Vallone Gatapane.

Tali affluenti presentano un reticolo dentritico nella parte alta del loro percorso, ma quando arrivano nell'ampia valle del Fiume Ofanto scorrono con percorso meandriforme fino a raggiungere il collettore principale.

Proprio tra questi affiorano i Depositi Terrazzati di quota media sul quale è stata ubicata la zona industriale di San Nicola di Melfi con la grande Fabbrica della FCA.

La quota di ubicazione delle torri eoliche varia da 160 mt a 180 mt sul livello medio del mare. Solo la sottostazione sarà ubicata ad una quota di 220 mt sul livello medio del mare e si troverà nella sinistra idrografica del Vallone Gatapane.

## 6. Idrogeologia ed idrologia.

Le acque di precipitazione che raggiungono il suolo sono ripartite in aliquota di scorrimento superficiale, e d'infiltrazione nel sottosuolo, secondo il grado di permeabilità dei terreni affioranti.

Nel caso specifico della zona del Parco Eolico in progetto le caratteristiche granulometriche e litologiche degli strati superficiali permettono l'infiltrazione di acqua di precipitazione meteorica favorendo una circolazione di acqua nel sottosuolo, consentendo in tal modo l'accumulo di acqua di falda.

L'area di sedime delle torri eoliche ricade alla destra idrografica del Fiume Ofanto e precisamente tra gli alvei che scorrono circa perpendicolari quella dell'Ofanto di due suoi principali affluenti: Torrente Olivento e il Vallone Gatapane.

Tali affluenti presentano un reticolo dendritico nella parte alta del loro percorso, ma quando arrivano nell'ampia valle del Fiume Ofanto scorrono con percorso meandriforme fino a raggiungere il collettore principale.

In particolare risulta che nell'area è presente una successione di origine fluviale di potenza variabile, rappresentata da un'alternanza di depositi medio-fini, quali limi e sabbie, con intercalati lenti e livelli di ghiaie e sabbie o argille e argille limose. Tale successione, riconducibile alla formazione Qt2 della Carta Geologica d'Italia, poggia su di un substrato argilloso compatto di origine marina, ascrivibile alla formazione PQa della stessa cartografia.

La componente ghiaiosa del complesso alluvionale aumenta procedendo da sud verso nord: nei sondaggi ubicati lungo il bordo meridionale, nei primi 15-20 m prevale la componente sabbioso limosa, mentre in quelli ubicati lungo il perimetro settentrionale le alluvioni sono composte principalmente da frazioni ghiaiose o ghiaioso sabbiose.

Combinando le informazioni desunte dall'esame delle stratigrafie e dalle letture piezometriche, è stata ipotizzata una ricostruzione dell'assetto idrogeologico che prevede la presenza di un unico complesso acquifero di origine alluvionale, composto da alternanze di depositi grossolani e permeabili (ghiaie) intercalati a terreni più fini (limi e argille) che poggia direttamente sul substrato delle argille grigie plioceniche di origine marina.

Il complesso acquifero alluvionale ospita una falda libera che segue l'andamento del substrato pliocenico impermeabile e pertanto, procedendo da sud verso nord, tende ad approfondirsi rispetto al piano campagna. In alcune porzioni dell'area, dove i depositi alluvionali hanno uno spessore si-

gnificativo, può essere presente anche una falda sospesa sostenuta da livelli argilloso-limosi discontinui.

Dai rilievi di superficie e dai dati di bibliografia è emerso che la falda acquifera che interessa i pianori di stretto interesse, si trova ad una profondità di circa 10 m ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile.

Nell'elaborato A16.a10 – Carta Idrogeologica sono evidenziati i terreni a vario grado di permeabilità,

Di seguito si riportano i dati di uno studio della piovosità della Regione Basilicata eseguito dal dott. Stelluti e pubblicato nel settembre 2009 dall'ALSIA (Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura) nel quale mensilmente si riportano i dati della piovosità raccolti nell'arco di tempo trascorso tra il 1971 e 2001.

Le precipitazioni medie mensili superano ovunque i 62 mm durante il trimestre novembre – gennaio (periodo più piovoso), mentre nel corso del trimestre giugno – agosto si scende fino a quantità di 27 mm.

Tabella 1: Elenco delle stazioni pluviometriche prese in considerazione e relative quote e coordinate geografiche.

Codice	Stazione	Quota (m)	Longitudine			Latitudine		
1	Agromonte C.C.	500	16°	4'	24"	40°	4'	0"
2	Aliano	497	16°	15'	24"	40°	17'	1"
3	Armento	640	16°	5'	24"	40°	17'	1"
4	Bernalda	127	16°	42'	24"	40°	24'	1"
5	Calciano	450	16°	13'	24"	40°	35'	0"
6	Calvello	700	15°	52'	24"	40°	28'	0"
7	Calvera	605	16°	10'	1"	40°	8'	1"
8	Cancellara	620	15°	56'	24"	40°	44'	0"
9	Carbone	685	16°	6'	24"	40°	7'	1"
10	Castelsaraceno	950	16°	0'	24"	40°	9'	1"
11	Castronuovo S. Andrea	660	16°	12'	31"	40°	11'	0"
12	Cersosimo	563	16°	22'	24"	40°	2'	1"
13	Cogliandrino	700	15°	57'	24"	40°	6'	0"
14	Cognato	557	16°	9'	24"	40°	34'	0"
15	Corleto Perticara	746	16°	2'	8"	40°	23'	0"
16	Ferrandina	496	16°	28'	8"	40°	29'	0"
17	FrancaVilla in Sinni	421	16°	12'	8"	40°	5'	0"
18	Gorgoglione	800	16°	9'	8"	40°	24'	1"
19	Grancia	747	15°	57'	24"	40°	37'	0"
20	Grassano	577	16°	18'	24"	40°	38'	0"
21	Grottole	481	16°	24'	24"	40°	36'	0"
22	Grumento Nova	585	15°	55'	15"	40°	17'	0"
23	Irsina	533	16°	15'	38"	40°	44'	1"
24	Lagonegro	666	15°	47'	24"	40°	7'	0"
25	Laurenzana	850	15°	58'	8"	40°	28'	0"
26	Lauria Inferiore	630	15°	51'	24"	40°	2'	1"
27	Malabocca C.C.	175	16°	30'	8"	40°	19'	0"
28	Maratea	300	15°	44'	24"	39°	59'	0"
29	Marsico Nuovo	850	15°	45'	6"	40°	25'	0"
30	Marsicovetere	1039	15°	49'	8"	40°	22'	0"
31	Matera	450	16°	35'	43"	40°	39'	1"
32	Melfi	531	15°	39'	0"	41°	0'	0"
33	Metaponto	3	16°	49'	8"	40°	22'	0"
34	Mezzana di Lucania	918	16°	11'	24"	39°	58'	0"
35	Miglionico	466	16°	30'	8"	40°	34'	0"
36	Missanello	566	16°	11'	24"	40°	16'	1"
37	Moliterno	879	15°	52'	8"	40°	14'	0"
38	Montalbano Jonico	292	16°	34'	8"	40°	16'	1"
39	Montemurro	710	15°	59'	8"	40°	17'	1"
40	Montescaglioso	364	16°	40'	8"	40°	34'	0"
41	Noepoli	676	16°	21'	24"	40°	5'	1"
42	Nova Siri	300	16°	33'	24"	40°	8'	1"
43	Nova Siri Scalo	2	16°	39'	24"	40°	7'	1"
44	Palazzo San Gervasio	483	16°	0'	24"	40°	55'	1"
45	Pisticci	364	16°	34'	24"	40°	23'	0"
46	Poggiorsini	461	16°	16'	24"	40°	54'	1"
47	Policoro	31	16°	42'	24"	40°	13'	0"
48	Potenza	811	15°	48'	6"	40°	38'	0"
49	Rivello	450	15°	45'	8"	40°	5'	0"
50	Roccanova	654	16°	13'	24"	40°	13'	0"
51	Salandra	598	16°	19'	8"	40°	30'	1"
52	San Basilio	67	16°	42'	8"	40°	19'	0"
53	San Giorgio Lucano	416	16°	24'	24"	40°	7'	0"
54	San Martino d'Agri	661	16°	4'	24"	40°	14'	0"
55	San Mauro Forte	565	16°	16'	24"	40°	29'	0"
56	San Severino Lucano	884	16°	9'	24"	40°	0'	1"
57	Scifra	780	15°	47'	19"	40°	34'	0"
58	Senise	330	16°	18'	24"	40°	8'	1"
59	Stigliano	908	16°	14'	51"	40°	24'	1"
60	Teana	800	16°	9'	8"	40°	7'	1"
61	Terranova di Pollino	930	16°	18'	8"	39°	59'	0"
62	Tolve	568	16°	2'	24"	40°	42'	0"
63	Torre Accio	140	16°	40'	29"	40°	24'	0"
64	Tramutola	654	15°	45'	53"	40°	1'	0"
65	Trecchina	500	15°	48'	24"	40°	0'	1"
66	Tursi	348	16°	29'	24"	40°	15'	0"
67	Valsinni	250	16°	27'	24"	40°	9'	1"
68	Viggiano	1023	15°	53'	8"	40°	20'	0"



Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche.



Figura 3: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con serie storiche "lunghe" e "corte".

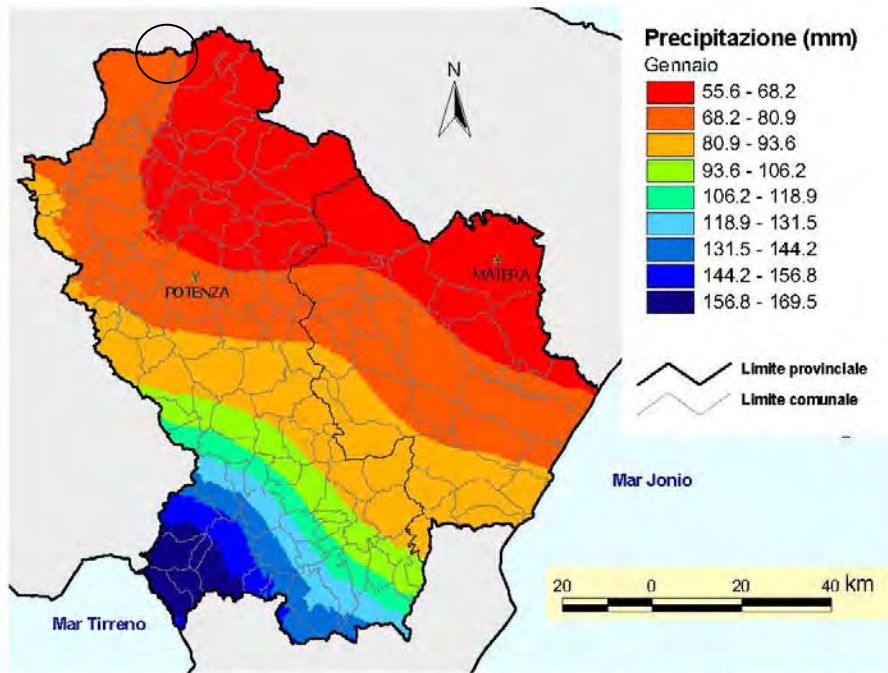


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

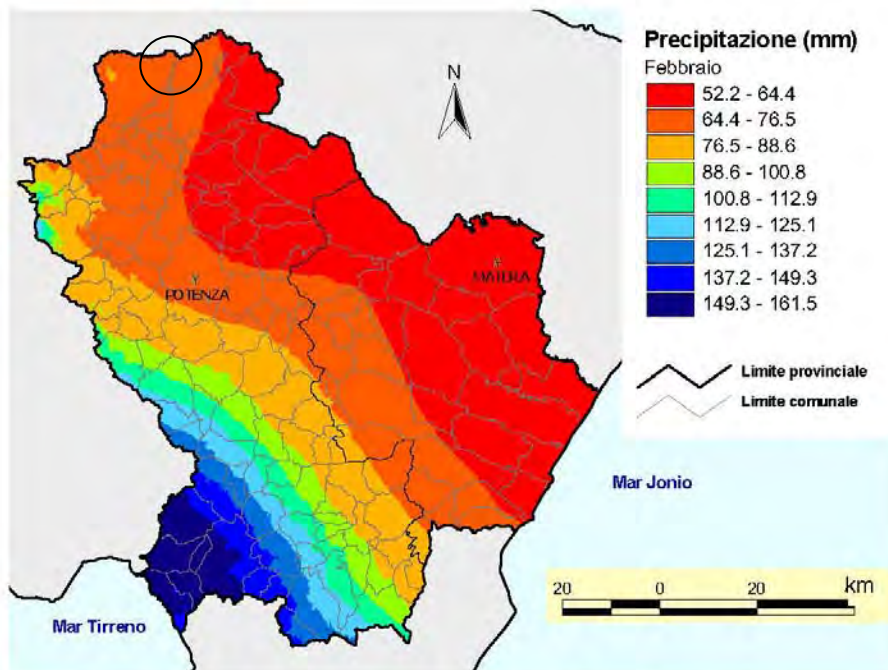


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



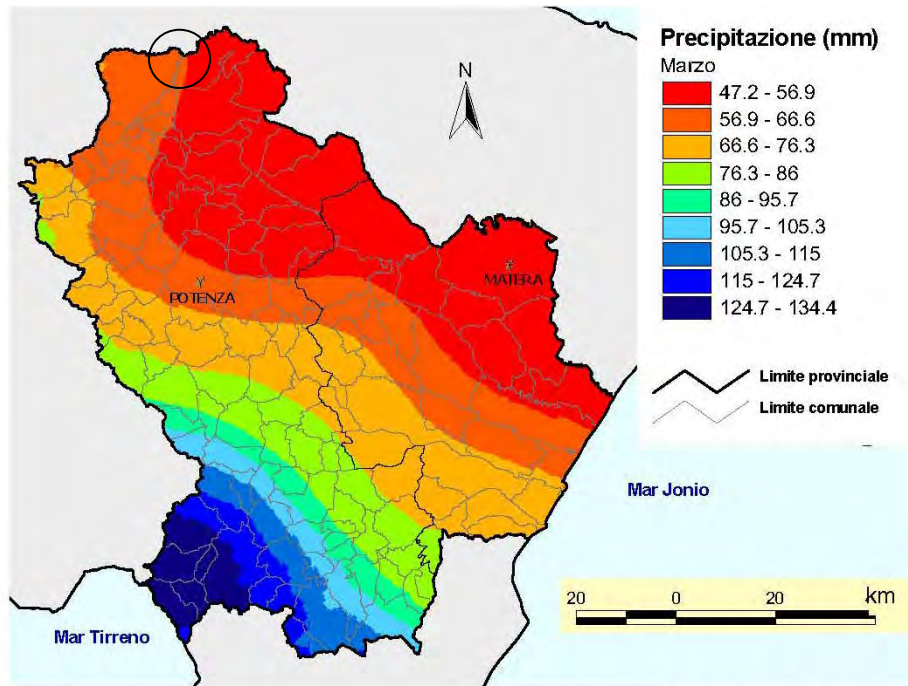


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

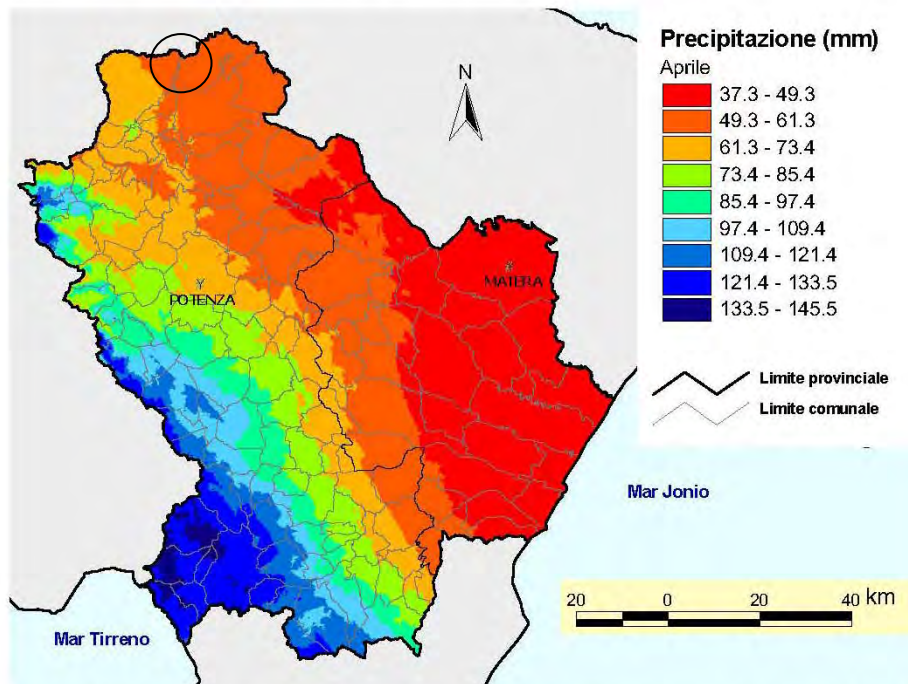


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



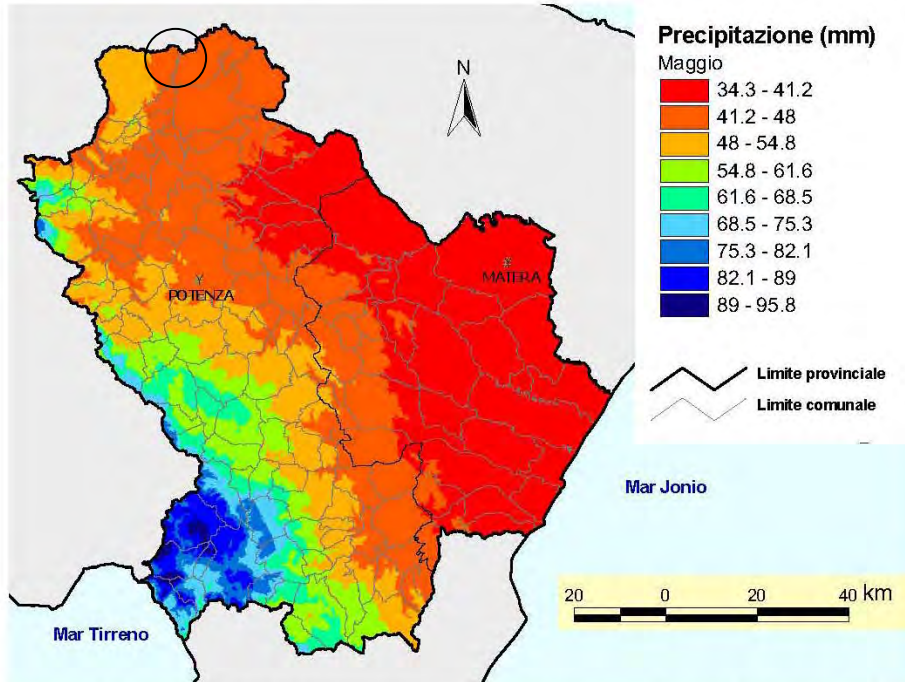


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

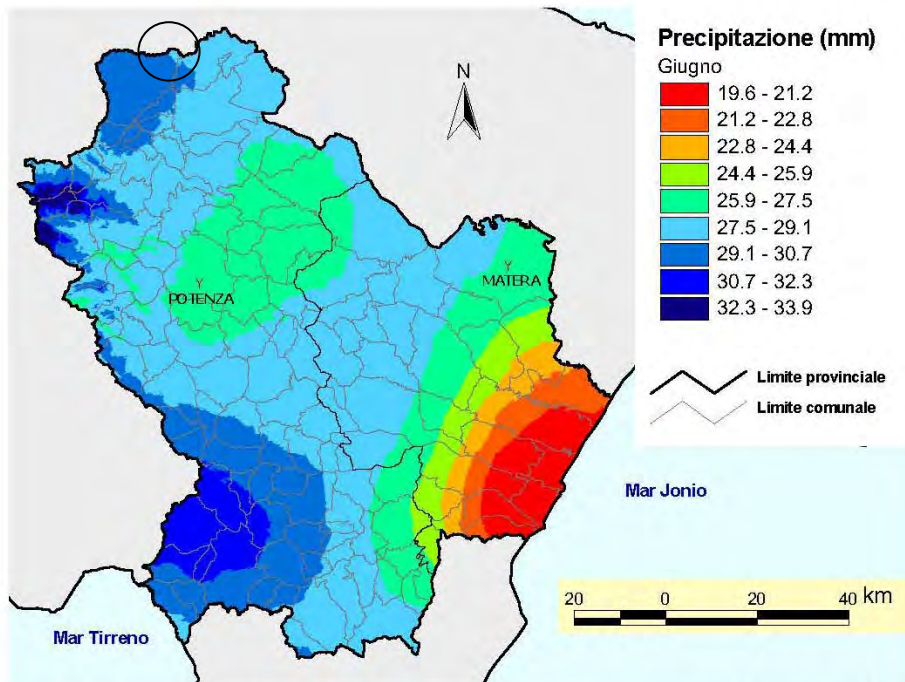


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

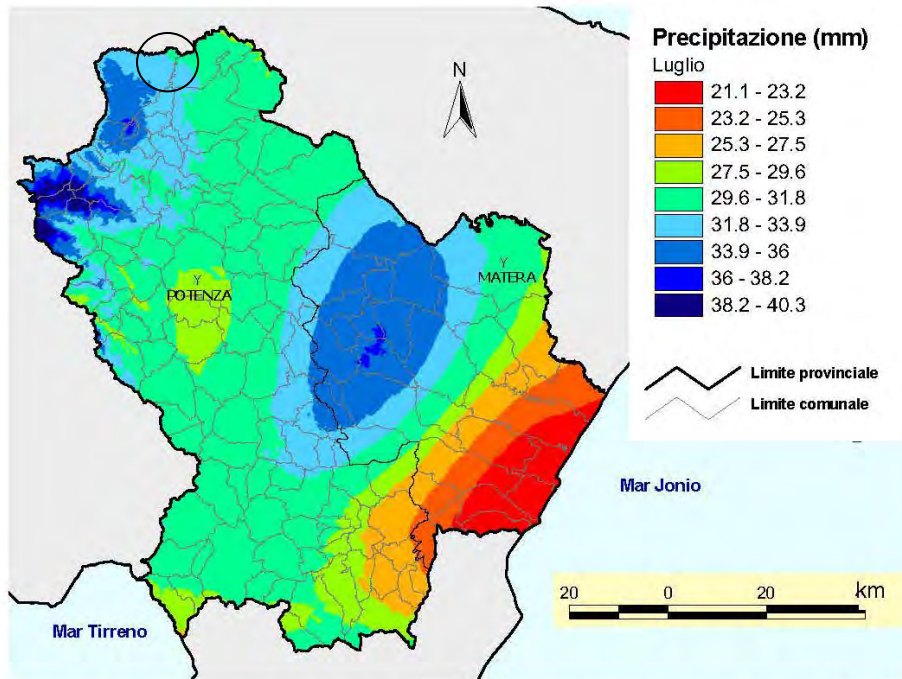


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

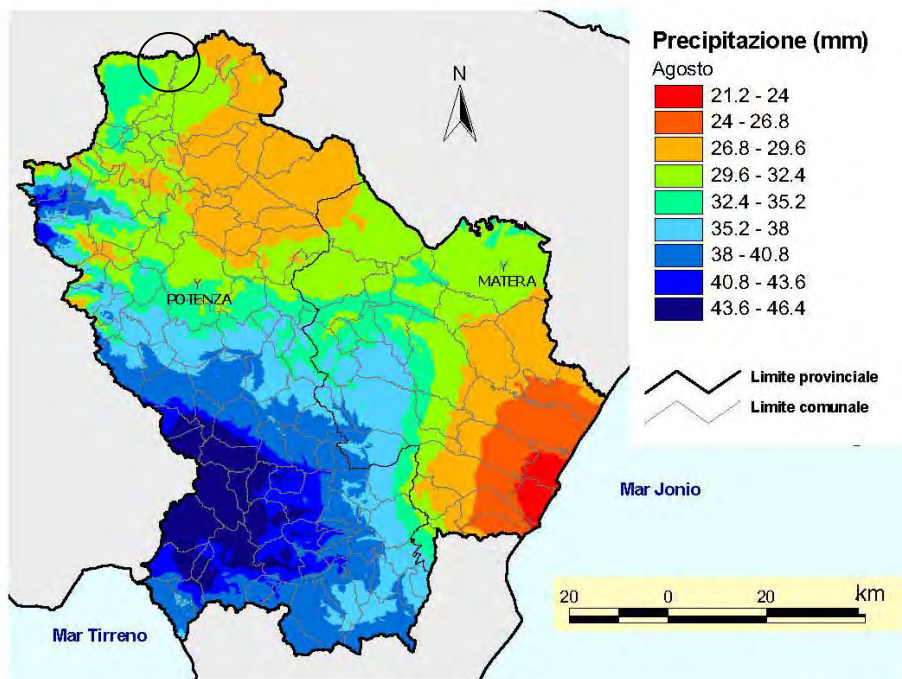


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.



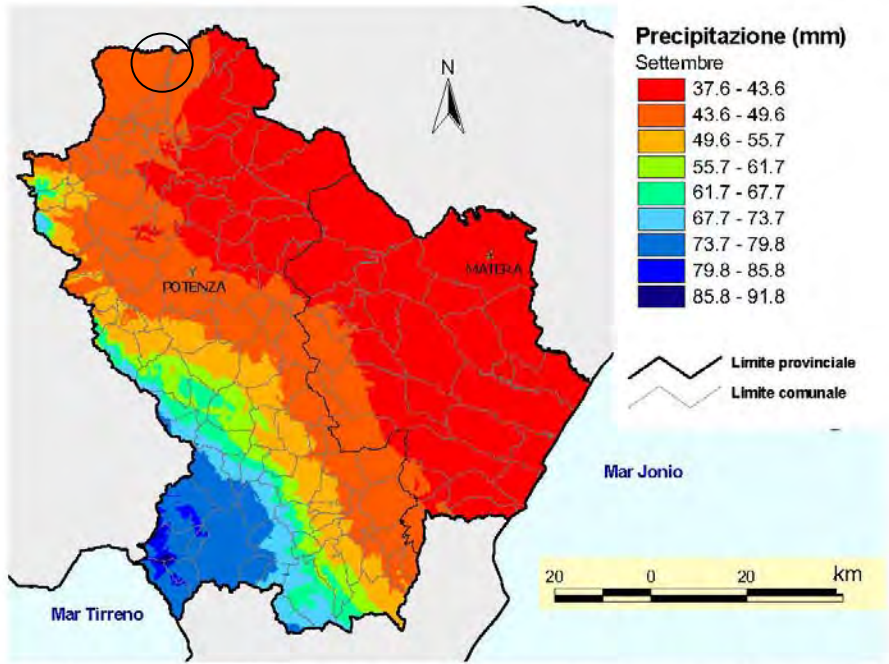


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

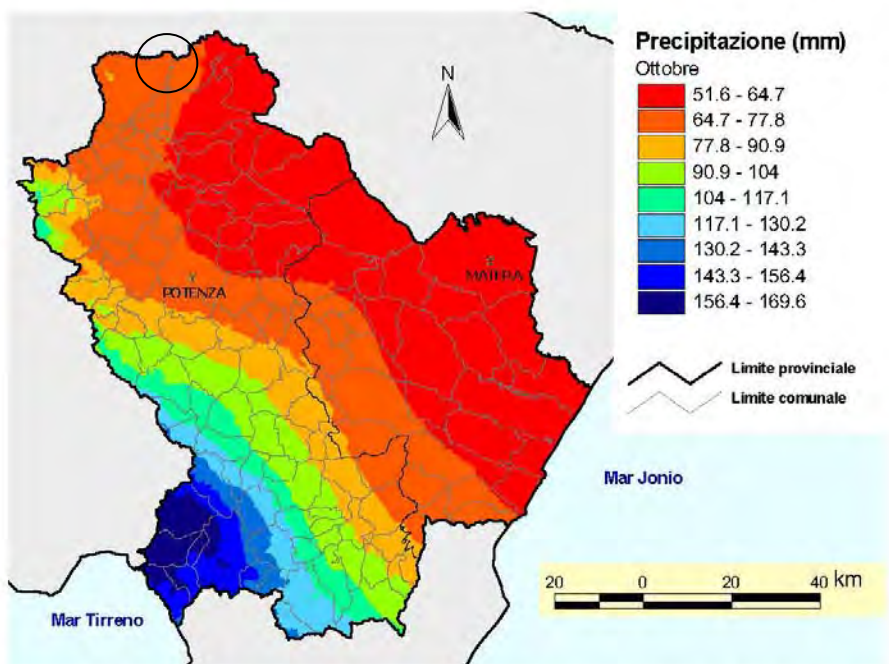


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

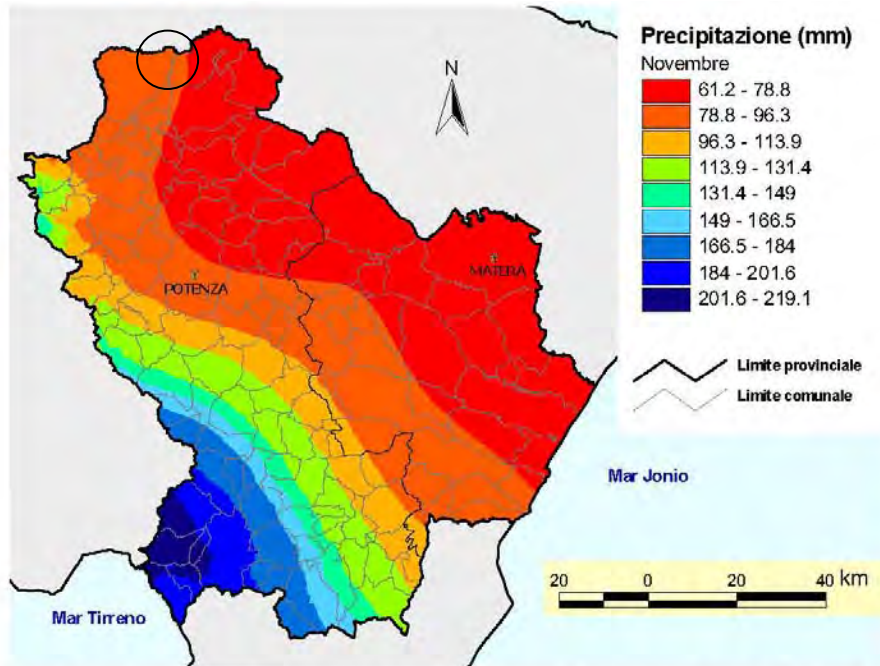


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

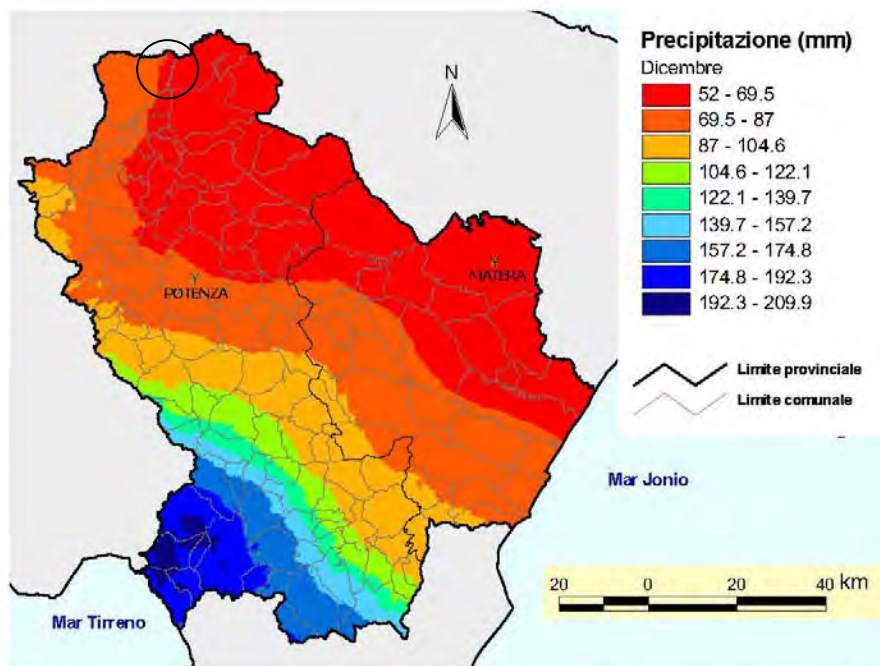


Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

## 7. Campagna di Indagini Geognostiche

La campagna di indagini geognostiche è stata strutturata in relazione alla natura dei litotipi affioranti ed ha visto l'esecuzione di prove sismiche indirette che hanno interessato l'area di sedime degli aerogeneratori in progetto.

L'allegato A16.a7 - "Planimetria ubicazione indagini" riporta in scala 1:5000 l'intero progetto del Parco eolico dove sono indicate l'ubicazione di tutte le indagini eseguite e l'ubicazione delle nuove torri eoliche e della sottostazione.

Di seguito si riportano una breve descrizione delle indagini eseguite e consultate, invece, nell'allegato A2.1 – Report di Fine Campagna Geognostica sono riportati tutti gli elaborati grafici e descrittivi delle indagini eseguite.

### 7.1 SISMICA A RIFRAZIONE CON TECNICA MASW

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nelle aree oggetto di studio, il sottosuolo di fondazione è stato classificato ai sensi delle normative che attualmente regolano il settore (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recepita dalla Regione Basilicata con DGR n° 2000/2003, e dalle modifiche allo stesso portate dal Consiglio dei ministri con Ordinanza n° 3431 del 03/05/2005, DM 17/01/2018). Si rammenta che le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" individuano n. 5 categorie di sottosuolo e precisamente:

<b>Categoria A</b>	Ammassi 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
<b>Categoria B</b>	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
<b>Categoria C</b>	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
<b>Categoria D</b>	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 m/s e 180 m/s
<b>Categoria E</b>	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 30m

Le indagini MASW hanno consentito la stima dei valori delle velocità delle onde sismiche di taglio e, da queste, il calcolo della VS equivalente risultante, applicando la seguente formula:

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

Con:

- $h_i$  spessore (in mt) dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strato;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiori a 800 m/s.

Per lo stendimento **MASW01**, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a **494 m/sec**, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo **B**: *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.*

Nello Stendimento sismico MASW01 è stato intercettato il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s) alla profondità di 14 mt.

Per lo stendimento **MASW02**, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a **346 m/sec**, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo **C**: *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.*

Nello Stendimento sismico MASW02 è stato intercettato il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s) alla profondità di 16 mt.

Per lo stendimento **MASW03**, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a **515 m/sec**, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo **B**: *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.*

Nello Stendimento sismico MASW03 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).

Per lo stendimento **MASW04**, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a **500 m/sec**, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo **B**: *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.*

*Nello Stendimento sismico MASW04 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).*

Per lo stendimento MASW05, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a 484 m/sec, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo B: *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.*

*Nello Stendimento sismico MASW05 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).*

Per lo stendimento MASW06, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a 398 m/sec, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo B: *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.*

*Nello Stendimento sismico MASW06 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).*

Per lo stendimento MASW07, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a 367 m/sec, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo B: *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.*

*Nello Stendimento sismico MASW07 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).*

Per lo stendimento MASW08, il valore equivalente di VSeq calcolato pari a 363 m/sec, colloca i litotipi presenti nella Categoria di sottosuolo B: *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.*

*Nello Stendimento sismico MASW08 non è stato intercettato, fino alla profondità investigata, il badrock sismico (sismostrato con  $V_s > 800$  m/s).*

Tutti i dati rivenienti dall'indagine sismica eseguita con tecnica MASW sono riportati nell'Allegato A2.1.

## 7.2 SISMA A RIFRAZIONE ONDE P E SH

In base alle indicazioni ricavate dalle prove geofisiche, si riportano le tabelle riassuntive delle principali caratteristiche elasto-meccaniche dei sismostrati individuati per i siti d'interesse come risultato dalle indagini svolte. I valori delle Vs sono stati ricavati in modo indiretto dalle prove sismiche MASW. Le determinazioni dei moduli elastici (dinamici), eseguite mediante tali metodologie sismiche, sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali, cioè relative ad un modesto volume di roccia e/o terreno. I moduli elastici sismici ottenuti, possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (ad es. Rzhovsky et alii, 1971,  $E_{din} = 8,3 * E_{stat} + 0,97$ ) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

- **Stendimento ST01**

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
A (0,00÷2,30)	511	250	1,67	0,34	280	104	297	227
B (2,30÷8,70)	1450	526	2,03	0,42	1600	562	3519	3145
C (8,70÷15,00≈)	2638	656	2,27	0,46	2866	977	14495	13843

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m <sup>2</sup> s)	$E_d$ (MPa)
A (0,00÷2,30)	417	471
B (2,30÷8,70)	1067	3787
C (8,70÷15,00≈)	1489	12531

- **Stendimento ST02**

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
A (0,00÷2,00)	352	154	1,56	0,38	102	37	144	119
B (2,00÷10,20)	831	305	1,83	0,42	484	170	1037	923
C (10,20÷15,00≈)	2577	796	2,26	0,44	4145	1432	13099	12145

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m <sup>2</sup> s)	$E_d$ (MPa)
A (0,00÷2,00)	240	224
B (2,00÷10,20)	558	1244
C (10,20÷15,00≈)	1798	11959

- **Stendimento ST03**

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
A (0,00÷2,40)	403	223	1,59	0,28	202	79	153	100
B (2,40÷8,10)	1468	521	2,03	0,42	1574	551	3640	3273
C (8,10÷15,00≈)	2478	743	2,25	0,45	3604	1242	12160	11332



<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,40)	354	293
<b>B</b> (2,40÷8,10)	1057	3883
<b>C</b> (8,10÷15,00≈)	1671	11061

- **Stendimento ST04**

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	<b>E<sub>y</sub></b> (MPa)	<b>G<sub>0</sub></b> (MPa)	<b>M<sub>0</sub></b> (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,00)	427	214	1,61	0,33	196	74	195	146
<b>B</b> (2,00÷9,70)	1113	494	1,94	0,38	1304	473	1772	1456
<b>C</b> (9,70÷15,00≈)	2064	504	2,17	0,46	1619	551	8509	8142

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,00)	344	329
<b>B</b> (2,00÷9,70)	958	2232
<b>C</b> (9,70÷15,00≈)	1093	7674

- **Stendimento ST05**

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	<b>E<sub>y</sub></b> (MPa)	<b>G<sub>0</sub></b> (MPa)	<b>M<sub>0</sub></b> (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷1,90)	377	202	1,57	0,30	166	64	138	95
<b>B</b> (1,90÷10,20)	726	385	1,78	0,31	688	264	586	411
<b>C</b> (10,20÷15,00≈)	1865	452	2,13	0,46	1278	435	6828	6538

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷1,90)	317	255
<b>B</b> (1,90÷10,20)	685	950
<b>C</b> (10,20÷15,00≈)	962	6261

- **Stendimento ST06**

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	<b>E<sub>y</sub></b> (MPa)	<b>G<sub>0</sub></b> (MPa)	<b>M<sub>0</sub></b> (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,00)	294	110	1,51	0,41	52	18	106	94
<b>B</b> (2,00÷9,60)	679	374	1,76	0,28	631	246	483	319
<b>C</b> (9,60÷15,00≈)	1554	436	2,06	0,45	1141	392	4453	4192

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,00)	166	156
<b>B</b> (2,00÷9,60)	658	830
<b>C</b> (9,60÷15,00≈)	898	4348

- **Stendimento ST07**

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	<b>E<sub>y</sub></b> (MPa)	<b>G<sub>0</sub></b> (MPa)	<b>M<sub>0</sub></b> (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,10)	331	137	1,54	0,39	81	29	130	111
<b>B</b> (2,10÷8,00)	1462	302	2,03	0,47	547	185	4092	3969
<b>C</b> (8,00÷15,00≈)	2099	391	2,18	0,48	988	333	9160	8938

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A</b> (0,00÷2,10)	210	198

<b>B (2,10÷8,00)</b>	<b>613</b>	<b>3848</b>
<b>C (8,00÷15,00≈)</b>	<b>852</b>	<b>7930</b>

• **Stendimento ST08**

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	$\bar{V}_p$ (m/sec)	$\bar{V}_s$ (m/sec)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\mu$	$E_y$ (MPa)	$G_0$ (MPa)	$M_0$ (MPa)	$\lambda$ (MPa)
<b>A (0,00÷2,10)</b>	468	236	1,64	0,33	243	91	237	177
<b>B (2,10÷9,40)</b>	964	249	1,88	0,46	341	117	1592	1514
<b>C (9,40÷15,00≈)</b>	1842	364	2,13	0,47	835	282	6851	6663

<b>Sismostrato</b> Profondità media (mt da pc)	<b>R</b> (tonn/m <sup>2</sup> s)	<b>E<sub>d</sub></b> (MPa)
<b>A (0,00÷2,10)</b>	387	395
<b>B (2,10÷9,40)</b>	468	1674
<b>C (9,40÷15,00≈)</b>	775	6109

Con:

$\bar{V}_p$ = velocità media onde di compressione;

$\bar{V}_s$ = velocità media onde di taglio;

$\gamma$ = Peso unità di volume naturale;

$\mu$ = coefficiente di Poisson;

$E_y$ = modulo di Young;

$G_0$ = modulo di taglio;

$M_0$ = modulo di compressibilità volumetrica;

$\lambda$ = coefficiente di Lamé;

R= rigidità sismica;

$E_d$ = modulo edometrico.

Tutti i dati rivenienti dall'indagine sismica eseguita in Onde P e SH, con le sismo-stratigrafie ottenute dall'interpretazione delle velocità delle Onde P, sono riportati nell'Allegato A2.1

## 8. Considerazioni sulla Sismicità dell'aera

### 8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO

La normativa sulla individuazione delle zone sismiche, OPCM n. 3274/2003 e s.m.i., dispone che l'abitato di Melfi sia classificato come zona sismica di 1<sup>a</sup> categoria con un grado di sismicità  $S=12$  a cui compete una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico **ag** maggiore di **0.25**.

La normativa regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato di Melfi sia classificato Zona Sismica “**2b**” con un PGA (Peak Ground Acceleration) pari a **0.225** e una magnitudo attesa a distanza di **30** km pari a **6.3**.

Il suolo di fondazione di tutti i n. 6 aerogeneratori e della sottostazione in progetto può essere associato, in base ai dati delle indagine sismiche eseguite nella campagna geognostica, alla categoria di suolo “B” “*Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati o di argille di media consistenza*”. I valori del  $V_{s30}$ , della categoria di terreno “B”, sono compresi tra 360 e 800 m/sec, tranne per la torre eolica “M2” dove i terreni sono classificati “C” *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*.

Di seguito si riporta i Parametri sismici sia dei terreni di sedime delle torri classificata “C” e sia quelli dei terreni classificati “B”

Per tali terreni i parametri sismici con un coefficiente topografico **T1**, sono:

#### PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: C

Periodo di riferimento: 50 anni

#### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:30 [anni]

ag: 0,047 g

Fo: 2,472

Tc\*: 0,288 [s]

#### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,197 g

Fo: 2,464

Tc\*: 0,395 [s]

Categoria topografica: T1

Coefficiente cu: 1

#### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,062 g

Fo: 2,534

Tc\*: 0,298[s]

#### Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

g: 0,278 g

Fo: 2,379

Tc\*: 0,415 [s]

**COEFFICIENTI SISMICI**

<u>SLO:</u>	<u>SLD:</u>	<u>SLV:</u>	<u>SLC:</u>
Ss: 1,500	Ss: 1,500	Ss: 1,410	Ss: 1,300
Cc: 1.580	Cc: 1,570	Cc: 1,430	Cc: 1,400
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,013	Kh: 0,017	Kh: 0,067	Kh: 0,112
Kv: 0,006	Kv: 0,008	Kv: 0,033	Kv: 0,056
Amax: 0.691	Amax: 0.908	Amax: 2.727	Amax: 3.541
Beta: 0,180	Beta: 0,180	Beta: 0,240	Beta: 0,310

Per tali terreni i parametri sismici con un coefficiente topografico **T1**, sono:

**PARAMETRI SISMICI**

Categoria sottosuolo: B

Periodo di riferimento: 50 anni

**Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:30 [anni]

ag: 0,047 g

Fo: 2,472

Tc\*: 0,288 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,197

Fo: 2,464

Tc\*: 0,395 [s]

**COEFFICIENTI SISMICI**

<u>SLO:</u>	<u>SLD:</u>	<u>SLV:</u>	<u>SLC:</u>
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,160
Cc: 1410	Cc: 1,400	Cc: 1,320	Cc: 1,310
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,010	Kh: 0,013	Kh: 0,057	Kh: 0,098
Kv: 0,005	Kv: 0,006	Kv: 0,028	Kv: 0,049
Amax: 0.553	Amax: 0.726	Amax: 2.321	Amax: 3.105
Beta: 0,180	Beta: 0,180	Beta: 0,240	Beta: 0,310

Categoria topografica: T1

Coefficiente cu: 1

**Danno (SLD):**

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,062 g

Fo: 2,534

Tc\*: 0,298[s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0.278

Fo: 2,379

Tc\*: 0,415 [s]

**8.2 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO**

Nella progettazione di nuove opere o di interventi su opere esistenti, gli studi di Microzonazione Sismica evidenziano la presenza di fenomeni di possibile amplificazione dello scuotimento sismico atteso legati alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e di fenomeni di instabilità e deformazione permanente che possono essere attivati dal sisma.

Gli studi di Microzonazione Sismica, quindi, possono offrire elementi conoscitivi utili per la progettazione di opere, con differente incisività in funzione del livello di approfondimento e delle caratteristiche delle opere stesse, indirizzando alla scelta delle indagini di dettaglio.

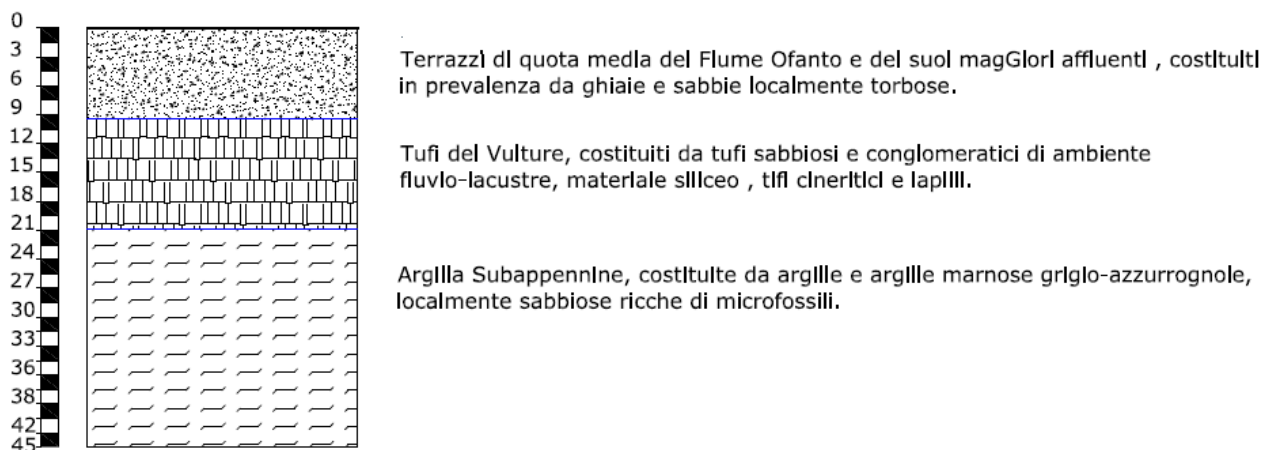
Nel presente studio è stato eseguito un approfondimento di I° livello, mappando l'intera zona circostante l'area di sedime del parco eolico in progetto in zone a suscettibilità sismica differente.

Come riportato nell'elaborato A16.a11.1 - Carta della Microzonazione Sismica in scala 1:5.000, l'area di sedime del parco eolico in progetto è diviso in varie zone sismiche differenti sia classifica-

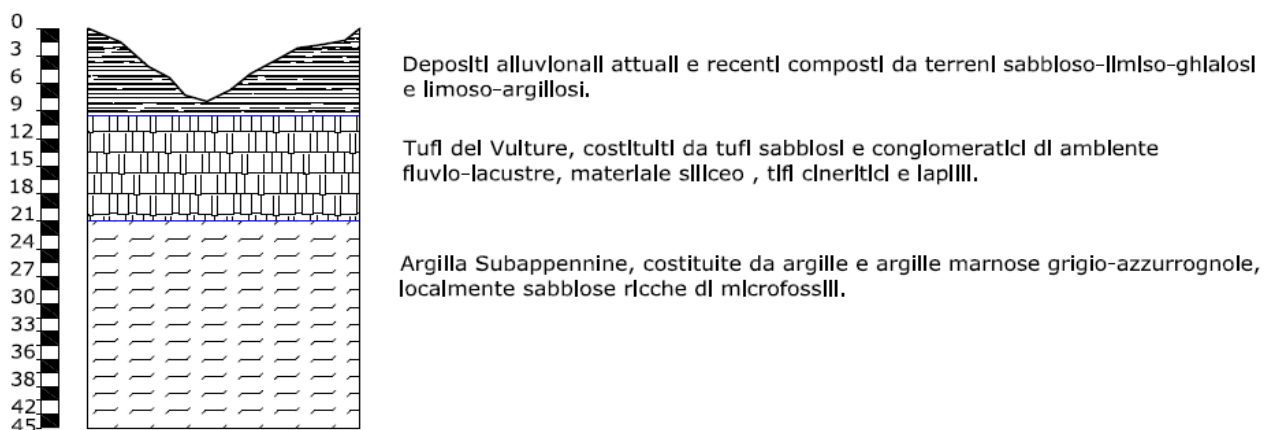
te **Zone Stabili (b) suscettibili di amplificazioni locali**, sia classificate **Zona suscettibili di instabilità (c) in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del terreno** come l'instabilità di versante sia profonda che superficiale.

Tutti gli aerogeneratori in progetto e la sottostazione, saranno ubicati in zona stabili (b) suscettibili di amplificazione locale, le quali sono state suddivise in relazione alla litologia del sottosuolo, in quattro zone differenti.

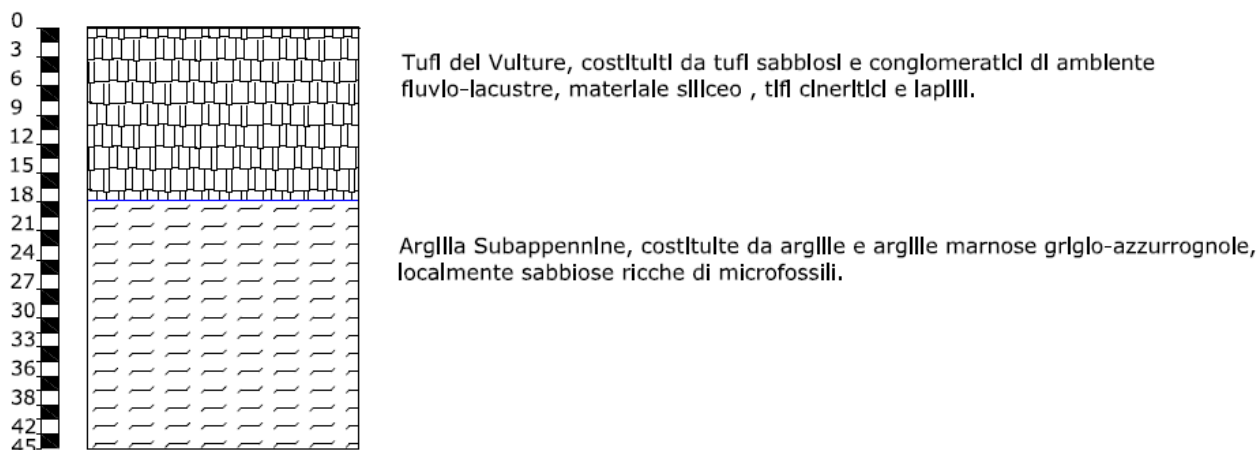
Precisamente gli aerogeneratori **“M1, M2, M3, M5 e M6”** ricadono in una microzona sismica **Mzb-2** in cui i terreni di fondazione sono costituiti dai seguenti litotipi:



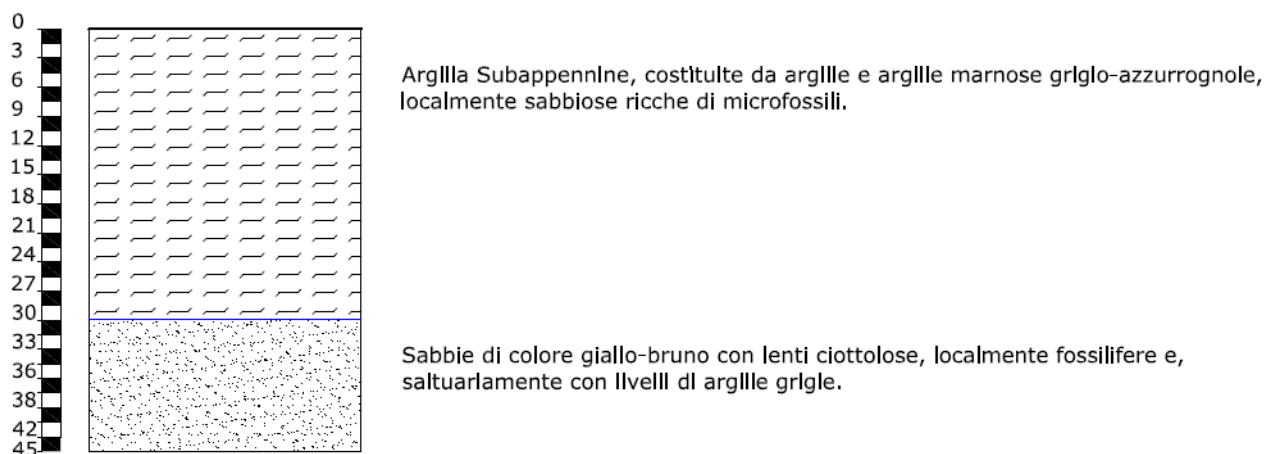
L'aerogeneratore **“M4”** Ricade al limite tra la zona sismica **Mzb-2** indicata in precedenza la **Mzb-1** in cui i terreni di fondazione sono costituiti dai seguenti litotipi:



L'aerogeneratore **“M7”** ricade nella zona sismica **Mzb-4** in cui i terreni di fondazione sono costituiti dai seguenti litotipi:



La sottostazione ricade nella zona sismica **Mzb-3** in cui i terreni di fondazione sono costituiti dai seguenti litotipi:



Le zone suscettibili di instabilità per la presenza di aree instabili “Mz-c-1” e “Mz-c-2” non saranno interessate dalla realizzazione degli aerogeneratori e nemmeno dal passaggio del cavidotto che collega i vari aerogeneratori.

Gli stessi non interesseranno la microzona “Mz-liq-1” che è un’area di attenzione per instabilità per possibili fenomeni di liquefazione dei terreni.

### 8.3 VERIFICA DELLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per la classificazione sismica dei terreni di sedime delle n. 7 torri eoliche come terreni Stabili soggetti ad amplificazione locale e non in zone suscettibili di instabilità, è stata presa in considerazione anche la possibilità di liquefazione dei terreni, infatti nella Microzonazione Sismica eseguita della Protezione Civile per la Zona Industriale di San Nicola di Melfi, emerge che gran parte della zona è classificata come zone stabili suscettibile di amplificazione locale, mentre una parte, quella più distante dall'area di ubicazione delle torri eoliche è un'area instabile per possibili fenomeni di liquefazione.

Nelle NTC del 17-01-2018 vengono elencati tutti i casi di esclusione dalla verifica a Liquefazione dei terreni, come elencato nel paragrafo 7.11.3.4.2

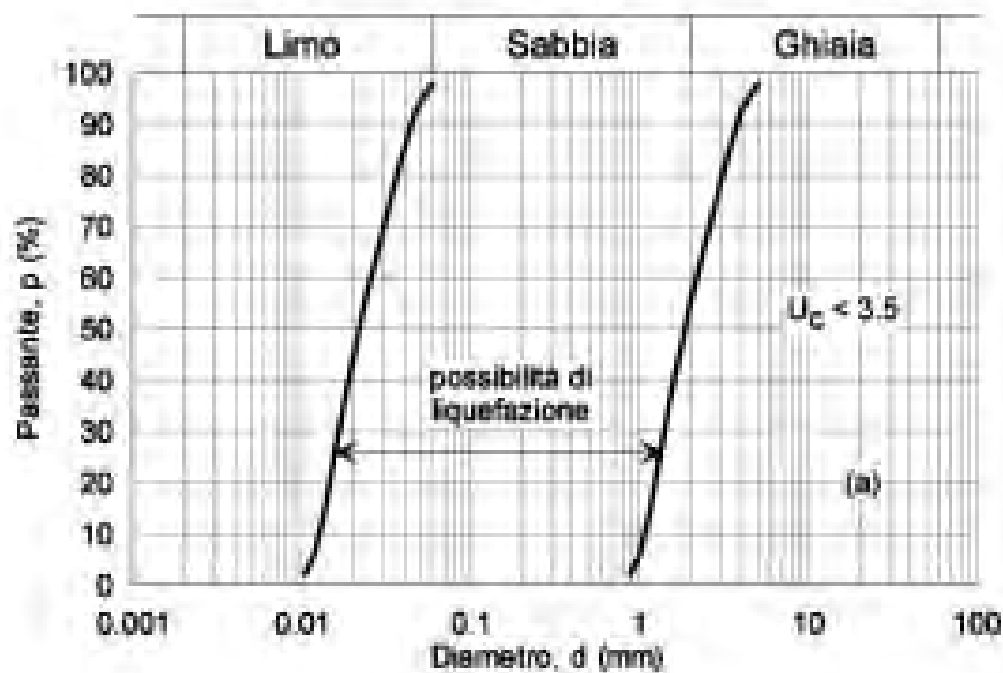
#### 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

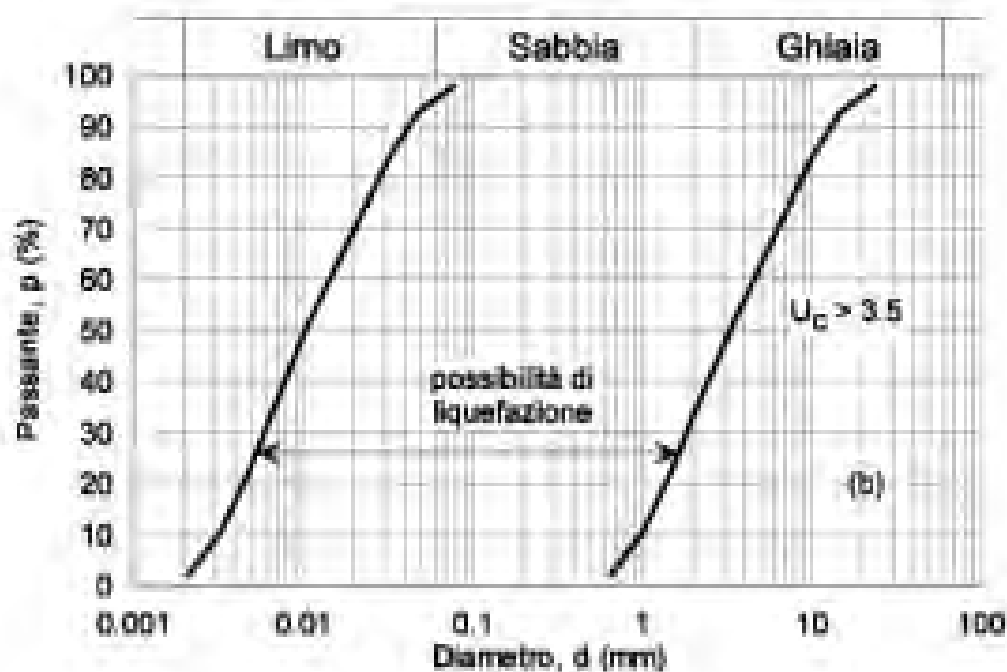
1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

Dalla verifica eseguita per le aree di sedime delle torri eoliche emerge che i terreni appartenenti ai Terrazzi di quota media del Fiume Ofanto e dei suoi maggiori affluenti, costituiti in prevalenza da ghiaie e sabbie localmente torbose, in cui saranno realizzati n. 6 di 7 torri eoliche e i terreni composti da tufi del Vulture, costituiti da tufi sabbiosi e conglomeratici di ambiente fluvio-lacustre, materiale siliceo, tufi cineritici e lapilli, in cui saranno realizzati n. 1 di 7 torri eoliche non sono soggetti a fenomeni di liquefazione.

Infatti, dalle analisi granulometriche eseguite, sui campioni prelevati nella campagna geognostico consultate non sono mai composti da sabbie sciolte ricadenti nei due fusi, come quelli indicati nella NTC del 17/01/2018, indicati nel cap. 7.11.3.4.2 della NTC e riportati di seguito.



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Considerato le caratteristiche sopra descritte, in relazione alle indicazioni della NTC 17-01-2018, si esclude la verifica alla liquefazione dei terreni di sedime delle opere in progetto.



## 9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aerogeneratori in progetto

Il parco eolico in progetto è composto da n. 7 aerogeneratori disposti nella piana di sedimentazione continentale (fluvio-lacustre) dove affiorano terreni olocenici di natura argillosa limosa sabbiosa e terreni di natura vulcanica, sovrapposti ai terreni argillosi appartenenti al ciclo di chiusura della sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica.

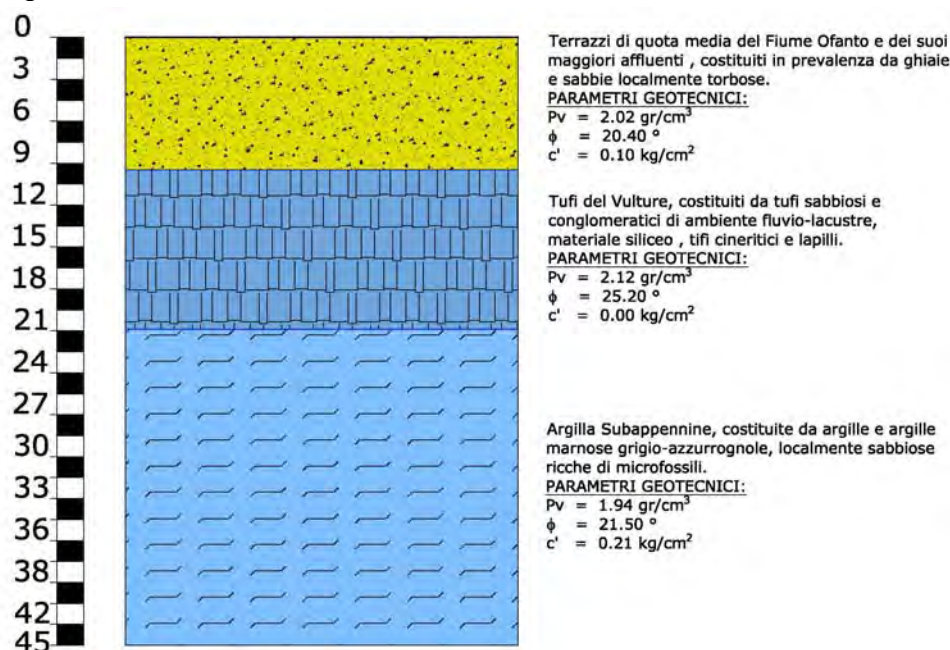
Gli aerogeneratori sono tutti ubicati in aree pianeggianti la cui continuità è interrotta da fossi poco profondi dei principali affluenti del Vallone Gatapane e del Torrente Olivento.

I terreni presenti in questa piana sono terreni con discrete caratteristiche geotecniche, privi di instabilità sia profonda che superficiale o areale.

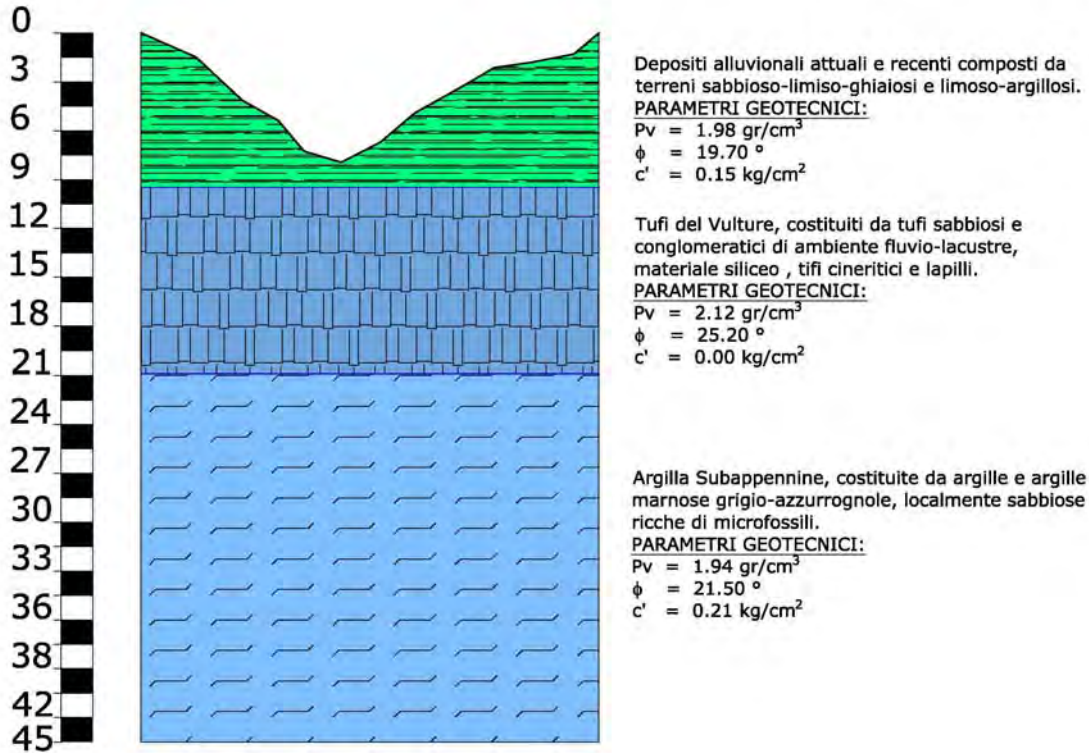
In generale sono terreni ghiaioso e sabbiosi a luoghi linosi, sovrapposti a terreni costituiti da tufi sabbiosi e conglomeratici di ambiente fluvio-lacustre, materiale siliceo, tifi cineritici e lapilli o a terreni argilloso limosi

Come indicato nell'Allegato A16a11 "Sezioni Geologiche", i terreni di sedimentazione della piana di "San Nicola di Melfi" si trovano in continuità di sedimentazione sui terreni di sedimentazione marina composti dalla Argille di subappennine di colore grigio-azzurre.

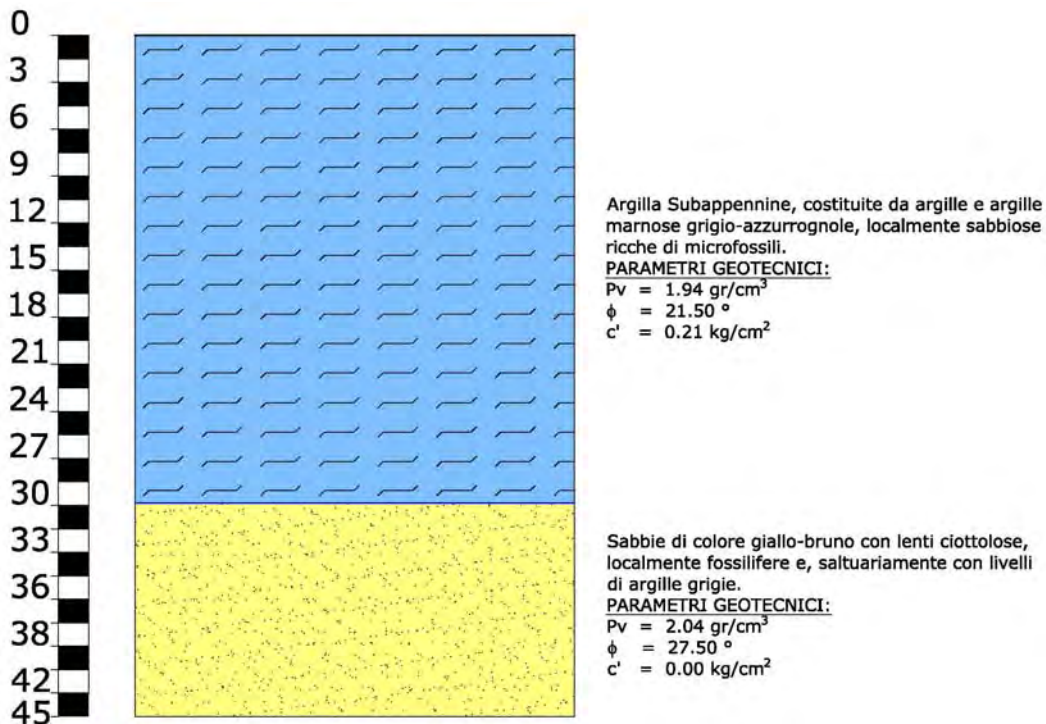
Di seguito si riporta uno schema geotecnico dei sedimenti della valle della Piana di San Nicola di Melfi per la zona di sedime delle Torri Eoliche "M1, M2, M3, M5, M6.



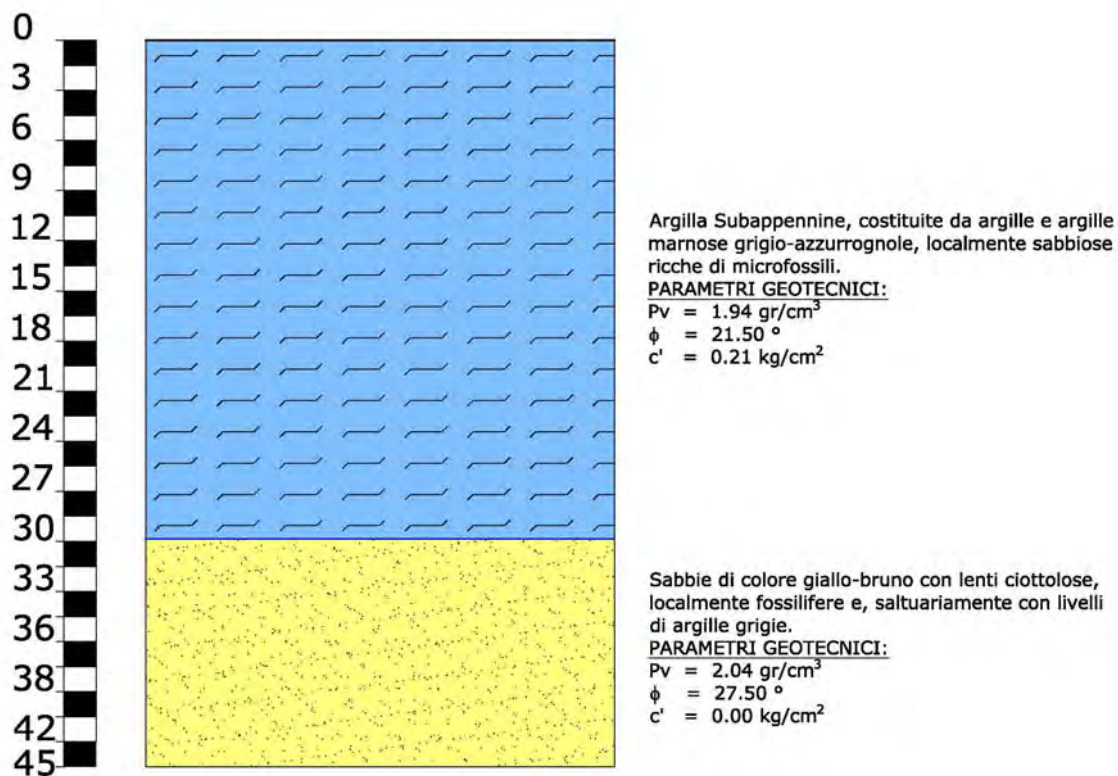
Di seguito si riporta uno schema geotecnico dei sedimenti della valle della Piana di San Nicola di Melfi” per la zona si sedime della Torre eolica “M4”.



Di seguito si riporta uno schema geotecnico dei sedimenti della valle della Piana di San Nicola di Melfi” per la zona si sedime della Torre eolica “M7”.



Di seguito si riporta uno schema geotecnico dei sedimenti della valle della Piana di San Nicola di Melfi” per la zona si sedime della Sottostazione.



### 10.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

#### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni composti da sabbie grossolame e ghiaie superficiali appartenenti ai terrazzi di quota media del Fiume Ofanto**

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 2,02 \text{ gr/cm}^3$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c' = 0,10 \text{ kg/cm}^2$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 20.40^\circ$

#### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni composti da sabbie e conglomerati fluvio-lacustri appartenenti ai Tufi del Vulture**

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 2,12 \text{ gr/cm}^3$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 25.20^\circ$

#### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni di sabbioso limoso ghiaiosi appartenenti ai depositi alluvionali attuali e recenti)**

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 1.98 \text{ gr/cm}^3$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 0.15 \text{ kg/cm}^2$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 19.70^\circ$

#### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni di sedimentazione marina composti dalle argille grigio-azzurre**

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 1.94 \text{ gr/cm}^3$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 0.21 \text{ kg/cm}^2$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 21.50^\circ$

#### **- Valori medi ( $V_m$ ) dei terreni di sedimentazione marina composti sabbie giallo-brune**

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 2.04 \text{ gr/cm}^3$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 27.50^\circ$

Il D.M. 17 Gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” prevede per la definizione del grado di sicurezza di una struttura relativamente alla possibilità di rottura del terreno di fondazione, un approccio di semiprobabilistico, o di I livello, adottando il concetto di stato limite ultimo (SLU). Pertanto dai valori medi ( $V_m$ ) dei parametri del terreno si passa a valori caratteristici  $V_k$ , come richiesto dalle verifiche allo SLU e allo SLE.

**10.2 PARAMETRI CARATTERISTICI**

In prima approssimazione i valori caratteristici di  $c'$  e  $\phi'$  sono determinabili con le seguenti relazioni:

- (1)  $\phi'_k = \phi'_m (1+X \cdot V_\phi)$
- (2)  $c'_k = c'_m (1+X \cdot V_c)$
- (3)  $C_{uk} = C_{um} (1+X \cdot V_{Cu})$

Secondo le NTC 2018 il valore caratteristico può essere valutato con un approccio di tipo Bayesiano anche nelle condizioni in cui non sia presente nessun valore di prove disponibile. In questo caso il valore caratteristico  $X_k$  del parametro ricercato, secondo Cherubini e Orr (1999) è ottenuto dalla seguente relazione

$$X_k = X_m \cdot (1-CV/2)$$

con

$$X_m = (a+4b+c)/6$$

$$CV = (c-a) / (a+4b+c)$$

dove :

- a = valore minimo stimato
- b = valore più probabile
- c = valore massimo stimato

**10.3 PARAMETRI DI PROGETTO**

I valori dei parametri di progetto  $\phi'$  e  $c'$  si ottengono in relazione alla Combinazione Azioni/Resistenze dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nella Tabella 6.2.II delle NTC.

In pratica, in problemi connessi al raggiungimento dello stato limite ultimo SLU del terreno, Combinazione 2 Approccio 1 (A2+M2+R2), i valori di progetto  $V_d$  di pertinenza geotecnica (M2) si ottengono come indicato nella tabella:

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

L'utilizzo dei parametri di progetto  $V_d$  avviene esclusivamente nell' Approccio 1 Combinazione 2 (A2-M2-R2) relativa al raggiungimento dello Stato Limite Ultimo (SLU).

## 10. Analisi di stabilità di versante

I n. 7 aerogeneratori e la sottostazione elettrica sono ubicati in zone pianeggianti da versanti la cui pendenza necessita di essere investigata tramite l'esecuzione di verifiche di stabilità di versante.

Pertanto, per le caratteristiche morfologiche delle aree interessate dell'ubicazione degli aerogeneratori, dall'ubicazione della sottostazione e delle strade di progetto non è necessario eseguire delle verifiche specifiche.

## 11. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di n. 7 macchine eoliche disposte sulla piana di sedimentazione alluvionale di “San Nicola di Melfi” in cui affiorano terreni di sedimentazione marina composta alle argille limose grigio-azzurre sovrapposte da depositi terrazzati alluvionali e depositi alluvionali attuali e recenti e anche da terreni alluvionali ricche dei prodotti vulcanici

Tali opere trasmettono al terreno di fondazione un discreto carico unitario; pertanto, allo scopo di assicurare una buona stabilità del complesso terreno-fondazione, in relazione agli scarichi a livello d'imposta, le strutture fondali dovranno assolvere a vari compiti quali:

- avere una sufficiente superficie di contatto;
- avere una sufficiente sezione inerziale;
- avere adeguata rigidità tale da assorbire eventuali cedimenti.

La verifica delle fondazione deve necessariamente tenere conto dei fattori inerenti la stabilità dell'opera; composizione geotecnica dell'area di sedime; portanza del terreno; geologia della zona direttamente interessata e quella delle zone circostanti; stato di addensamento; compressibilità del terreno; permeabilità; falda acquifera; distribuzione nel terreno delle tensioni indotte; spessore dello strato reagente; zonazione sismica; consolidazione; condizioni orografiche e geomorfologiche; stabilità del versante; assetto intrafissurale del terreno di sedime.

L'ubicazione degli aerogeneratori, riportata in tutti gli elaborati cartografici, evidenzia l'ottima disposizione delle stesse in relazione alla litologia dei terreni affioranti e alla geomorfologia delle zone interessate, infatti, esse ricadono tutte su terreni con discrete caratteristiche geotecniche e poste ad una distanza di sicurezza dall'alveo del Vallone Gatapane” e da quello del Torrente “Olivento” e dei loro fosso principali.

Dal punto di vista sismico, i terreni del sito indagato appartengono alla categoria “B” del suolo di fondazione per n. 6 gli aerogeneratori, mentre solo per la Torre M2 sia ha la Categoria di suolo “C”.

In conclusione, dalle risultanze ottenute riportate nella presente relazione, sulla base degli elementi a disposizione derivanti dai dati fisici e meccanici ottenuti nella campagna di indagine eseguita, dai rilievi geologici e geomorfologici di superficie, considerando altresì le discrete qualità portanti del terreno, si evince che l'area in esame, da un punto di vista geologico-tecnico è idonea

Studio Tecnico di Geologia – Dott. Maurizio Giacomino

Via Dei Messapi, 66 – 75100 Matera

Tel/fax 08351970214 e-mail: mauriziogiacomino@gmail.com

come terreno di fondazione e, pertanto, si formula parere positivo per la realizzazione del parco eolico in progetto.

Matera 15 marzo 2021

Il Geologo

Dott. Maurizio Giacomino



## INDICE

1. Premessa .....	1
2. Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico. ....	3
3. Inquadramento Geologico Regionale.....	4
3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	6
4. Tettonica .....	8
5. Geomorfologia.....	9
6. Idrogeologia ed idrologia.....	10
7. Campagna di Indagini Geognostiche.....	20
7.1 sismica a rifrazione con tecnica MASW .....	20
7.2 sisma a rifrazione onde p E sH.....	23
8. Considerazioni sulla Sismicità dell'aera .....	26
8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO .....	26
8.2 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO.....	27
8.3 Verifica della liquefazione dei terreni.....	30
9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aereogeneratori in progetto .....	32
10.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	35
10.2 Parametri caratteristici .....	36
10.3 Parametri di progetto.....	36
10. Analisi di stabilità di versante .....	37
11. Considerazioni conclusive.....	38