



REGIONE BASILICATA
 PROVINCIA DI POTENZA
 COMUNI DI VENOSA E MONTEMILONE



AUTORIZZAZIONE UNICA ex d.lgs. 387/2003

Progetto Definitivo per la realizzazione del
 parco eolico "CARPINIELLO" e relative opere
 connesse nei comuni di VENOSA e
 MONTEMILONE (Pz)

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0410	A	R02	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Maggio 2022	Prima emissione	GDS	GDS	GMA

Proponente

Renexia S.p.a.
 Viale Abruzzo 410
 66010 Chieti



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 Srl, è stata condotta una Campagna di Indagini Geognostica, al fine di accertare le condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche dei terreni presenti nell'agro del Comune di Montemilone e quello di Venosa (PZ) dove si intende realizzare un parco eolico composto da n. 9 aerogeneratori con annesse piste e piazzole di stoccaggio sui terreni presenti lungo la SP che collega l'abitato di Montemilone all'abitato di Venosa, la quale interseca la Strada Statale n. 655 "Bradanica" nelle vicinanze della quale si trova la cabina primari di trasformazione.

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 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni), inoltre, rispetta le norme dell'Autorità di Bacino della Puglia riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

Per la redazione della presente Relazione Geologica sono state eseguite delle indagini Geologiche sia dirette che indirette ed è stato condotto un rilevamento geologico di superficie per la determinazione dei rapporti stratigrafici dei terreni affioranti.

L'indagine completa, estesa anche alle aree circostanti, è consistita in rilievi geologici e geomorfologici di superficie, in indagini geognostiche in sito sia eseguite direttamente sia e consultate 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 indirette eseguite nell'area, quali:

- n. 9 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW ubicati nell'area di sedime degli aerogeneratori in progetto.
- n.9 stendimenti sismici a rifrazione in Onde P e SH ubicati sempre nell'area di sedime degli aerogeneratori in progetto;

Le indagini eseguite sono state confrontate con altre indagini condotte per la progettazione di Parchi eolici vicini e soprattutto ubicati su terreni geologicamente simili a quelli di stretto interesse come quelli ricadenti su colline e terrazzi del Fiume Basentello.

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata nell'Allegato A16a7 "Planimetria Ubicazione indagini" mentre l'intero lavoro si compone dei seguenti elaborati descrittivi e cartografici, quali:

- R2 - Relazione Geologico Tecnica
- R3 – Report di Fine Campagna Geognostica
- T01 - Carta ubicazione indagini Scala 1:5.000
- T02 - Carta Geologica Scala 1:5.000
- T03 – Carta Geomorfologica Scala 1:5.000
- T04 - Carta Idrogeologica Scala 1:5.000
- T051 – Profili Geologici Scala 1:5.000
- T06 - Carta della Microzonazione Sismica Scala 1:5.000
- T07 – Carta di Sintesi della Criticità e Pericolosità Geologica,
Geomorfologica e Idrogeologica Scala 1:5.000

2. Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico.

Le aree interessate dall'installazione dei n. 9 nuovi aerogeneratori e l'intero percorso dei cavi-dotti ricadono nell'agro del Comune di Montemilone e di Venosa (PZ).

Tale territorio ricade nell'ambito territoriale dell'Autorità di Bacino della Puglia, la quale non ha vincolato delle aree a Pericolosità né tantomeno aree a Rischio Idrogeologico.

3. Inquadramento Geologico Regionale

La configurazione geologica della parte nord-est della Basilicata a confine con la Puglia 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

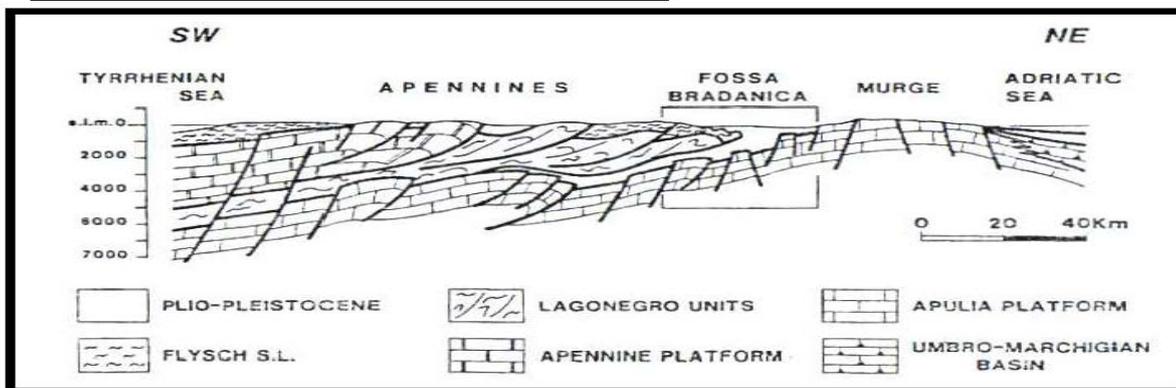
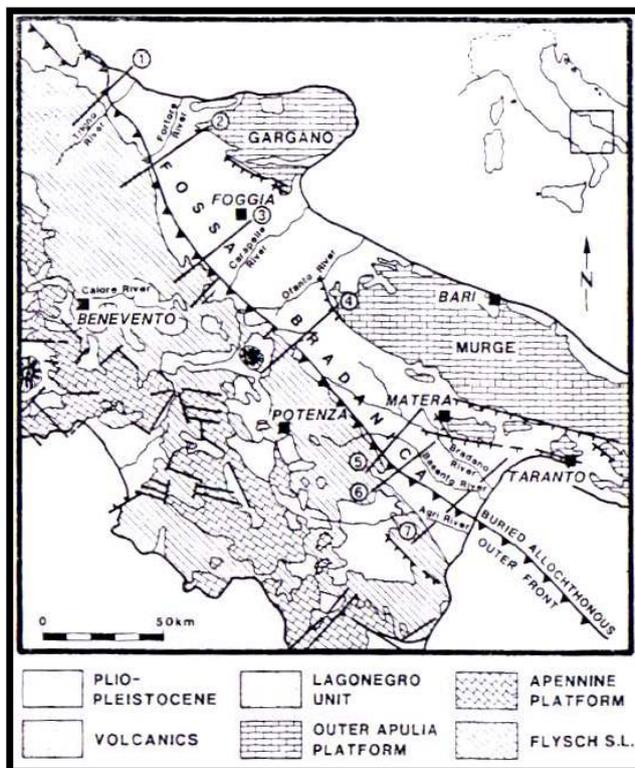


Fig. B - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell'Appennino Meridionale

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-paleogene e di unità sinorogeniche di Avanfossa.

I terreni affioranti nelle aree racchiuse nella parte nord-est del Foglio n.187 “Melfi” 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 murgiana 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 7-800000 anni fa, proprio al passaggio tra Pleistocene inferiore e medio.

3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

Nell'area oggetto di studio e nelle zone limitrofe, come riportato nella Carta Geologica in scala 1:5.000, affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

- ❖ **Argille Subappennine:** Argille e argille limose di colore grigio-azzurro mediamente consistente e mediamente plastiche, passanti in alternanza a sabbie da fine e medie di colore giallo ocra e a livelli arenacei decimetrici. Tale unità rappresenta il termine basale di sedimentazione per regressione marina e occupa la parte bassa dei versanti formando pendenze da mediamente a poco inclinati.
- ❖ **Sabbie di Monte Marano:** Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro ocra a luoghi rossastra a granulometria medio fine, intercalati ad essa ci sono: livelli sparsi di arenaria con spessori da centimetraci a decimetrici di colore dal grigiastro al giallastro; lenti ciottolose e conglomeratiche con spessori da decimetrici a metrici, i cui ciottoli si presentano di medie e grandi dimensioni, eterogenei, da sub-arrotondati ad appiattiti; livelli limoso-sabbiosi e infine, frequenti straterelli di calcare polverulento e concrezioni calcaree che si presentano nel complesso nodula-

ri. Tale unità rappresenta in termine mediano della sedimentazione per regressione marina ed occupa la parte medio alta dei versanti che in questa zona assumono pendenze maggiori.

- ❖ **Conglomerato d'Irsina:** Conglomerato marino moderatamente litificato con ciottoli eterogenei, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa di colore giallo marroncino. I ciottoli appiattiti si presentano iso-orientati evidenziando una stratificazione inclinata con immersione SE SSE. All'interno sono presenti lenti di arenaria sub-orizzontali, con spessori decimetrici e lenti di sabbia debolmente limose con spessori da decimetrici a metrici e che localmente superano i 2 metri. Tali sedimenti rappresentano il termine ultimo della sedimentazione per regressione marina e occupano la parte più alta dei versanti e i pianori stessi della spianata sommitale. Il ciglio dei versanti si presenta sempre molto in inclinato.
- ❖ **Depositi alluvionali attuali e recenti** composti da sabbie limose debolmente ghiaiose che affiorano lungo le valli dei torrenti che incidono la piana conglomeratica di sedimentazione marina.

La formazione del Conglomerato d'Irsina è in continuità di sedimentazione con quella delle Sabbie di Monte Marano pertanto risulta molto difficile stabilire con esattezza il limite stratigrafico delle due formazioni a causa del gran numero di lenti Conglomeratiche nelle Sabbie e lenti Sabbiose nei Conglomerati presenti al passaggio fra queste due Formazioni.

4. Tettonica

I sollevamenti tettonici che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica sono iniziati alla fine del Pleistocene inferiore e proseguiti fino ai giorni nostri; gli elementi che permettono di determinarlo sono due: il primo è che il Conglomerato d'Irsina si è depositato nel Pleistocene inferiore (assenza in esso dei prodotti vulcanici del Vulture iniziata circa 700.000 anni fa), quindi la sedimentazione nella gran parte dell'Avanfossa Bradanica si è conclusa proprio allora; il secondo elemento è la presenza di una serie di faglie inverse associate anche a pieghe che pongono a contatto terreni della catena Appenninica con quelli dell'Avanfossa Bradanica.

Si tratta di faglie compressive che hanno generato un piccolo raccorciamento associato ad un sollevamento; queste faglie sono un indizio dell'ultima fase compressiva avutasi al margine esterno della catena appenninica.

Sono comunque faglie che non interessano mai i depositi marini terrazzati del litorale ionico, permettendo la datazione delle stesse al Pleistocene inferiore.

Tra i vari sollevamenti che hanno interessato l'Avanfossa Bradanica quello della zona di Palazzo S.G. assume un'importanza particolare, in quanto ha determinato l'interruzione del corso dell'attuale torrente Basentello provocando la formazione, a monte, di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento ed il netto cambio di direzione dei torrenti nella zona di Venosa (uncinatura della testa dei torrenti).

A sud di Palazzo S.G. il sollevamento ha provocato la formazione di grosse valli incise dai torrenti Basentello, Banzullo e Fiumarella di Genzano e di grossi fossi formati dai loro affluenti.

Nel territorio di Montemilone, invece, il sollevamento regionale ha portato sempre alla creazione di profondi valli che hanno inciso i terreni granulari della sedimentazione della Fossa Bradanica, ma la direzione dei torrenti avviene verso Nord, dove tramite il Vallone San Nicola sfociano nel Torrente Il Loconcello fino al Mare Adriatico.

5. Geomorfologia

L'area oggetto di studio comprende le spianate di sedimentazione per regressione marina presenti tra l'abitato di Montemilone, di Venosa e di Lavello, dove in affioramento si trovano terreni granulari appartenenti ai depositi conglomeratici di chiusura del Ciclo Sedimentario dell'Avanfossa Bradanica (Argille Subappennine, Sabbie di Monte Marano e Conglomerato d'Irsina).

La continuità dell'intera spianata è interrotta da fossi a carattere torrentizio che scorrono secondo un reticolo dentritico verso Nord e Nord-Est, infatti la spianata interessata dal parco eolico in progetto a Nord è interrotta dal Torrente Lampeggiano che va ad alimentare il lago artificiale del Lampeggiano; mentre, a Este e Nord-est vi sono il Torrente della Valle Cornuta, il Torrente Pescariello e il Torrente della Valle Castagna che vanno tutti ad alimentare il lago artificiale del Locone.

Nell'area di stretto interesse scorre la parte alta dei fossi appena descritti, tanto che essi non solcano i terreni profondi quali le argille subappennine, ma lungo i loro versanti affiorano solo i conglomerati superficiali e le sabbie intermedie.

Su tutti i pianori dove verranno ubicate le macchine eoliche, tali terreni risultano stabili, solo in prossimità dei cigli dei versanti si instaurano sui versanti sabbiosi e argillosi fenomeni franosi da scivolamento rototraslazionale o di erosione superficiale accelerata.

Tutti gli aerogeneratori sono ubicati a distanza di versanti soggetti ad instabilità dovuta ad intensa erosione.

Anche il percorso del cavidotto non interseca zone soggette da erosione accelerata sia superficiale che profonda poiché il suo percorso è quasi sempre ubicato nell'alto dei pianori seguendo tracciati stradali soprani.

Nell'allegato T03 –Carta Geomorfologica in scala 1:5.000, sono indicati le aree soggette ad erosione sia superficiale che profonda oltre a altre indicazioni delle forme geomorfologiche.

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 "Venosa-Montemilone" 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.

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 25/30 m ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile.

A luoghi si riscontra anche la presenza di piccole falde sospese che sono dovute alla presenza di lenti limose argillose presenti nelle formazioni granulari permeabili come le sabbie e i conglomerati superficiali.

Nell'elaborato T04 – Carta Idrogeologica in scala 1:5.000 sono evidenziati i terreni a vario grado di permeabilità ed i loro rapporti stratigrafici.

L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi profondi con fondo piatto che incidono i terreni della piana di sedimentazione marina di chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica.

Tali fossi formano un reticolo dendritico che termina nel collettore principale rappresentato dal torrente San Nicola.

Gran parte dell'anno i fossi sono in secca mentre si riattivano in occasione delle stagioni autunnali ed invernali quando la piovosità della zona aumenta notevolmente.

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	Sciffrà	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	Vaisinni	250	16°	27'	24"	40°	9'	1"
68	Viggiano	1023	15°	53'	8"	40°	20'	0"



Figura 1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche.

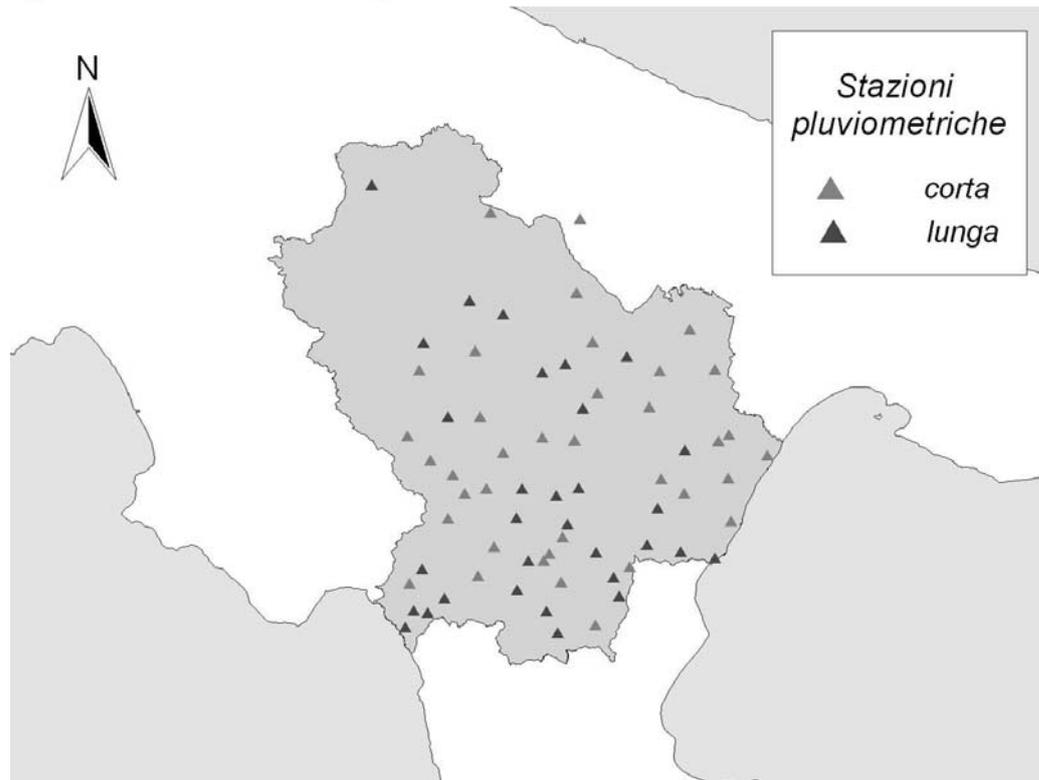


Figura 3: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con serie storiche "lunghe" e "corte".

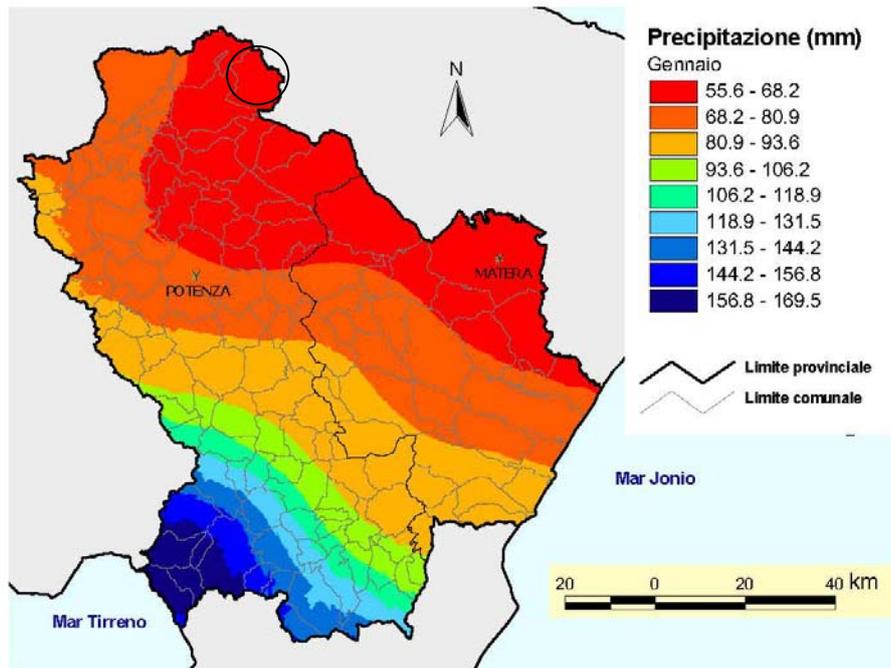


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

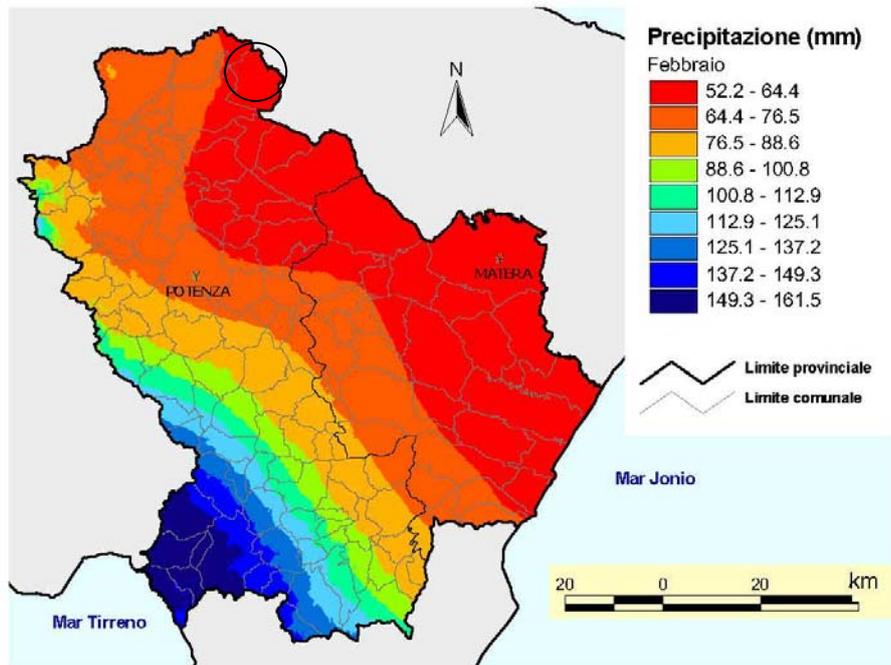


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

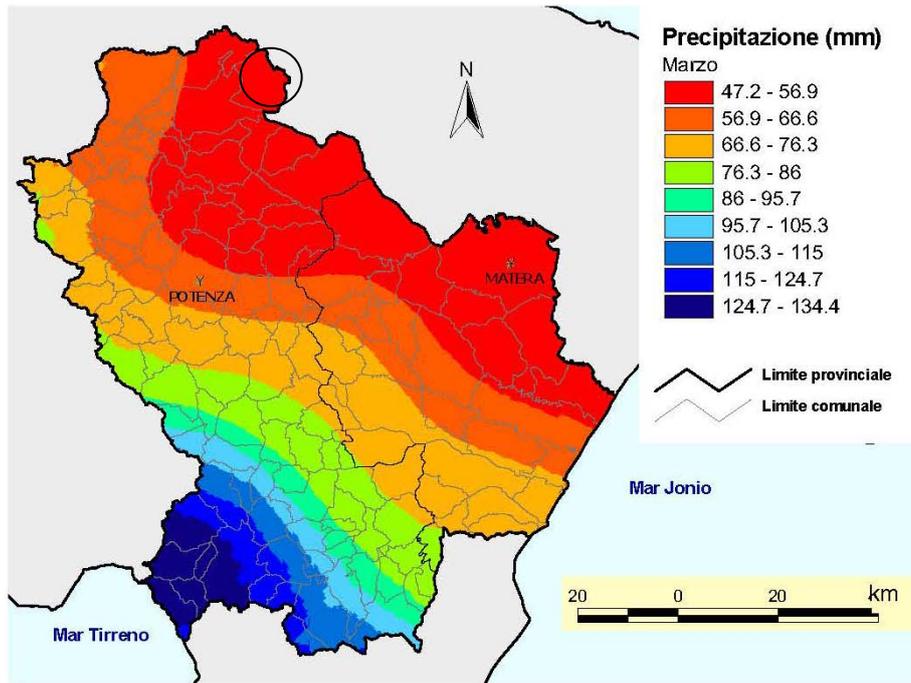


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

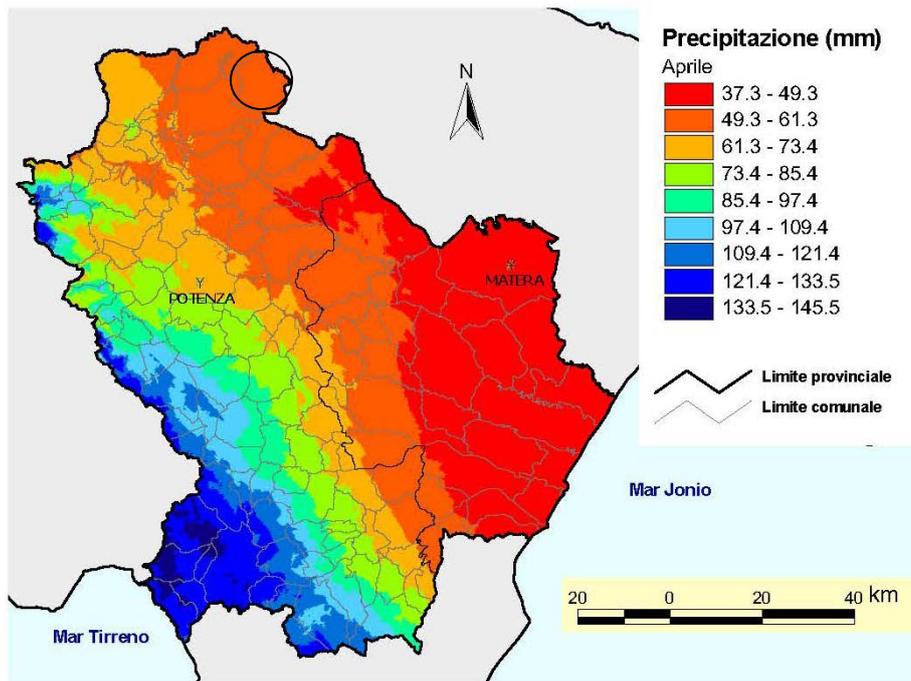


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

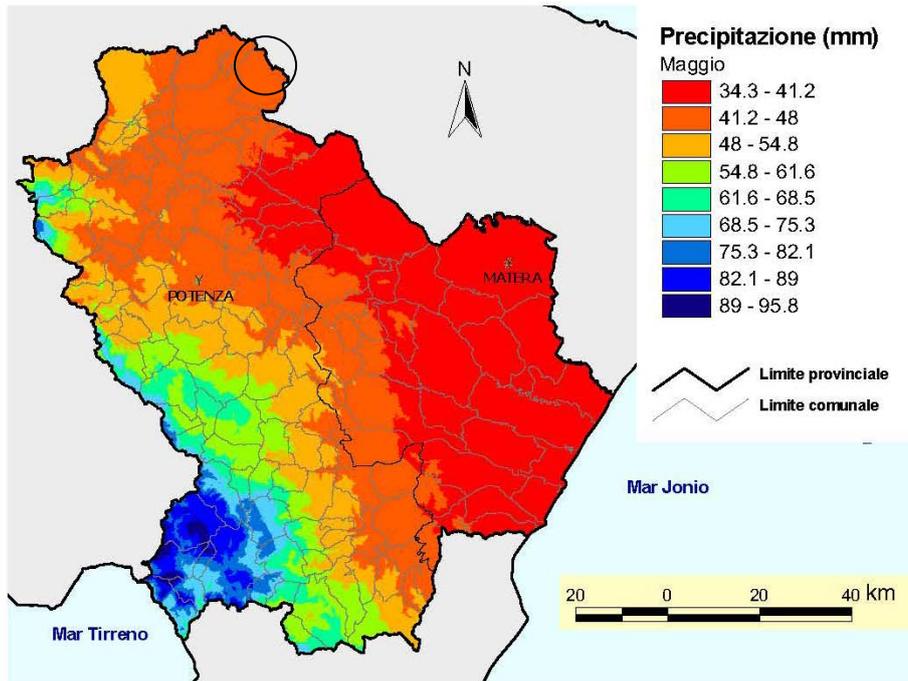


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

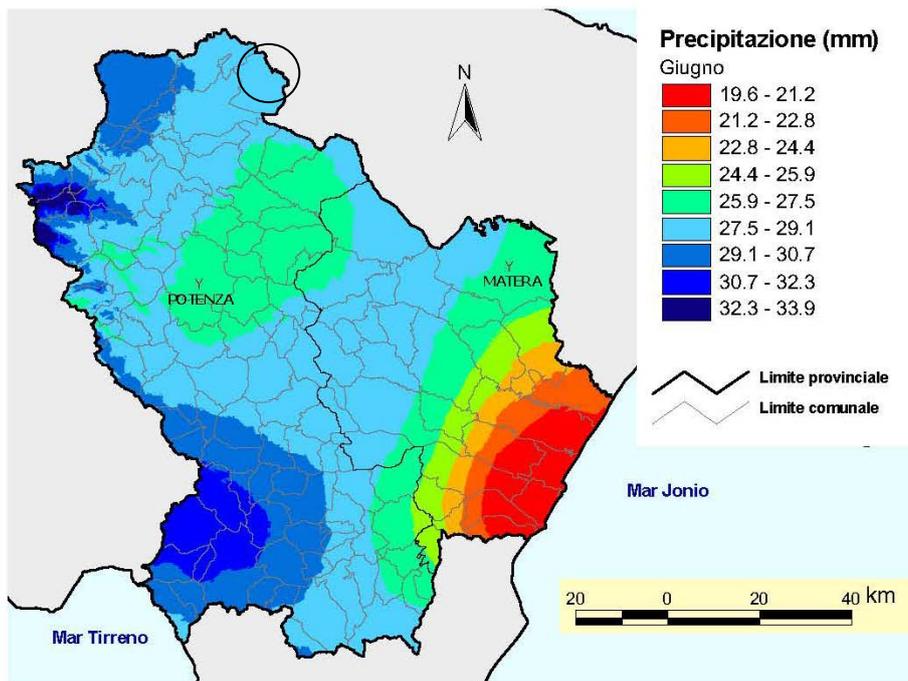


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

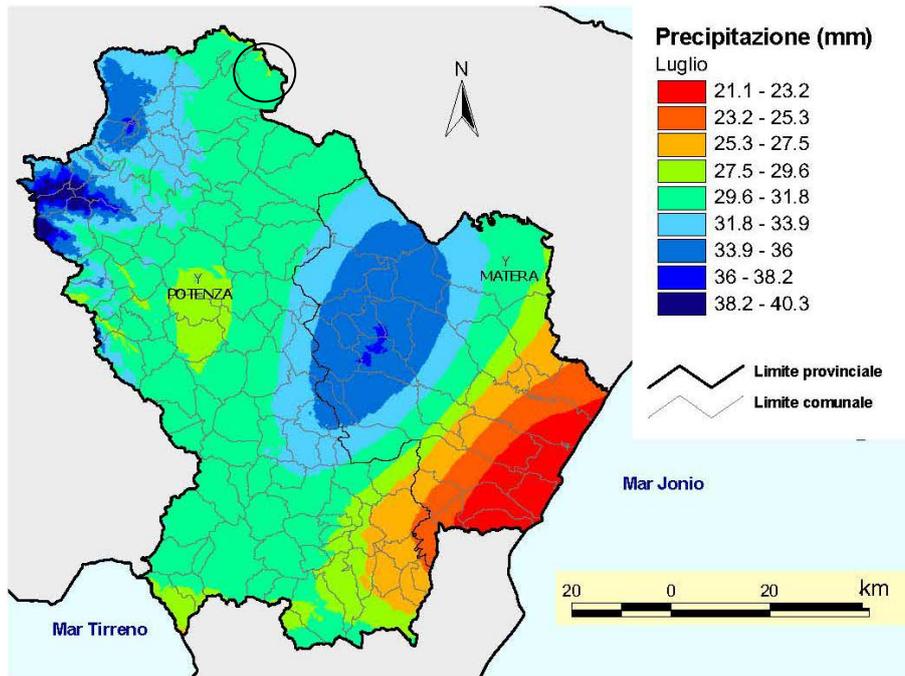


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

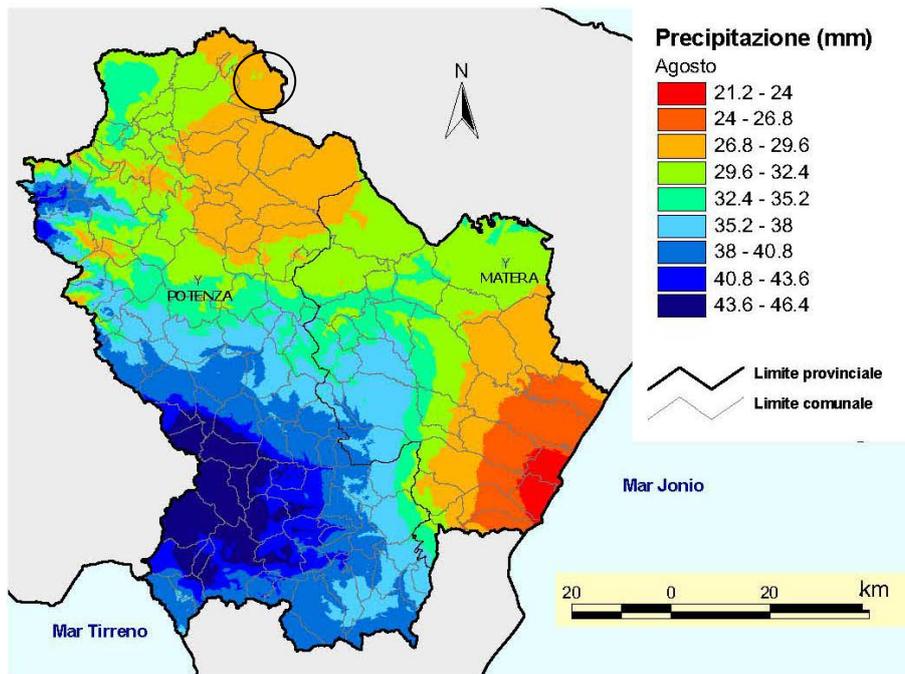


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

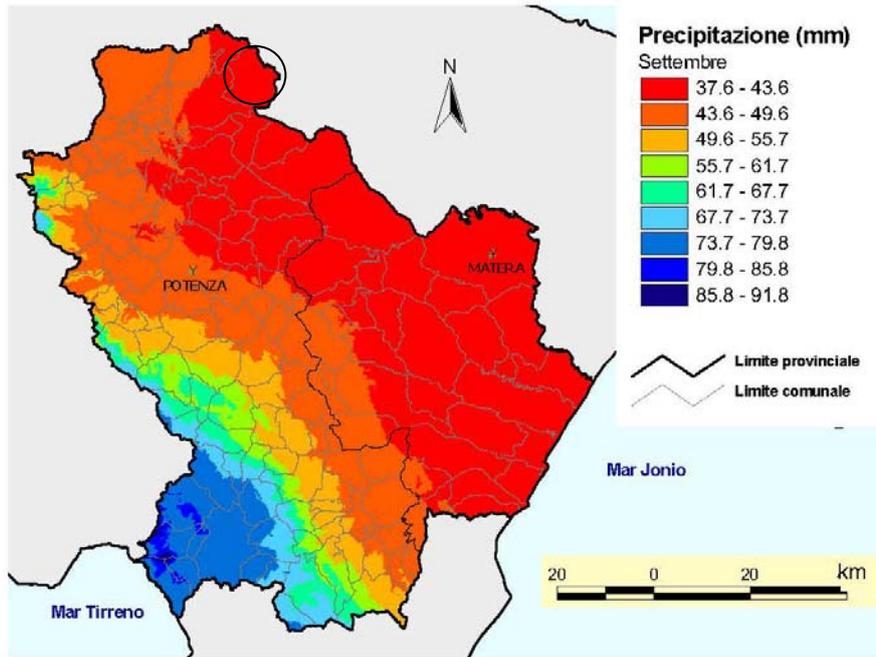


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

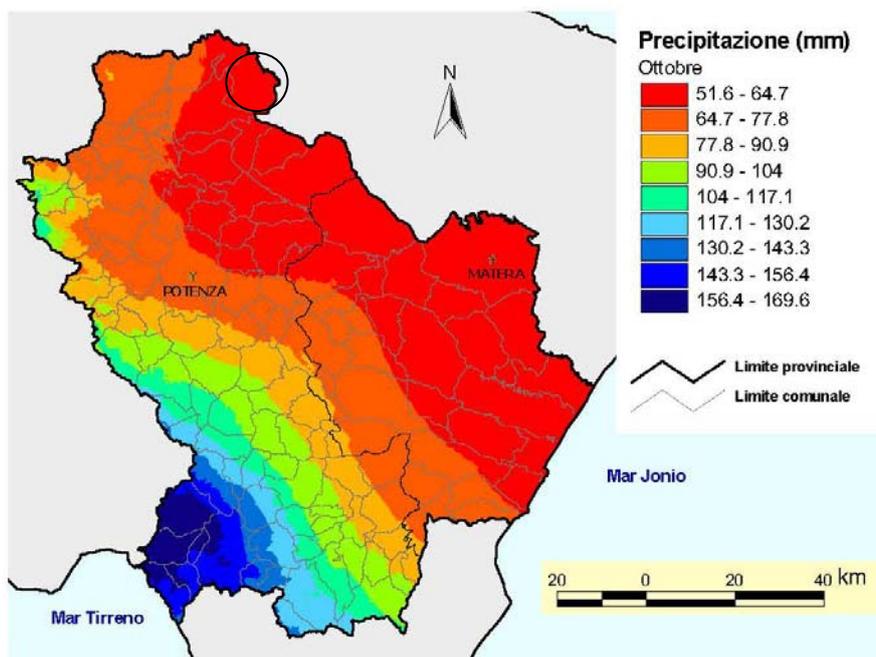


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

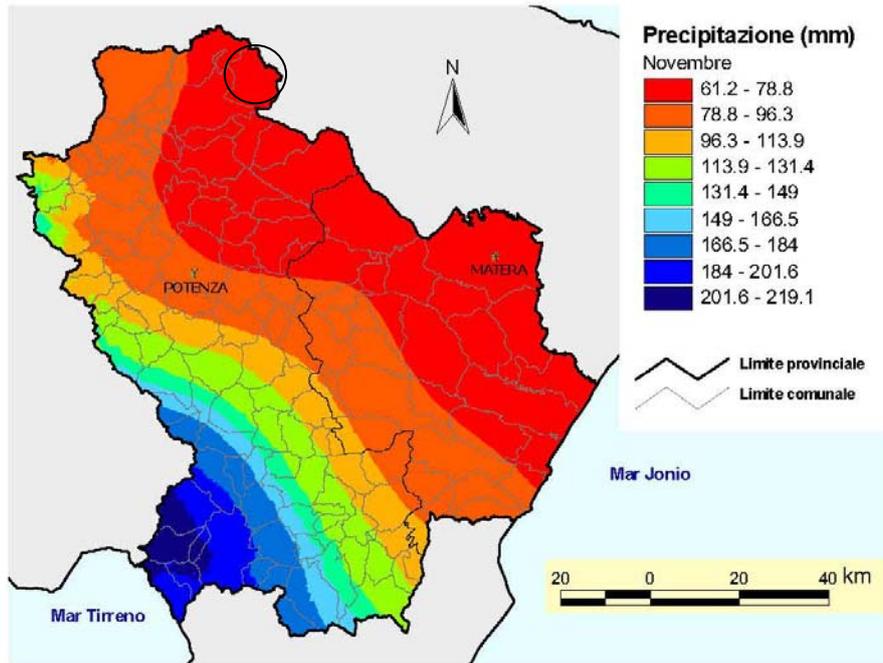


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

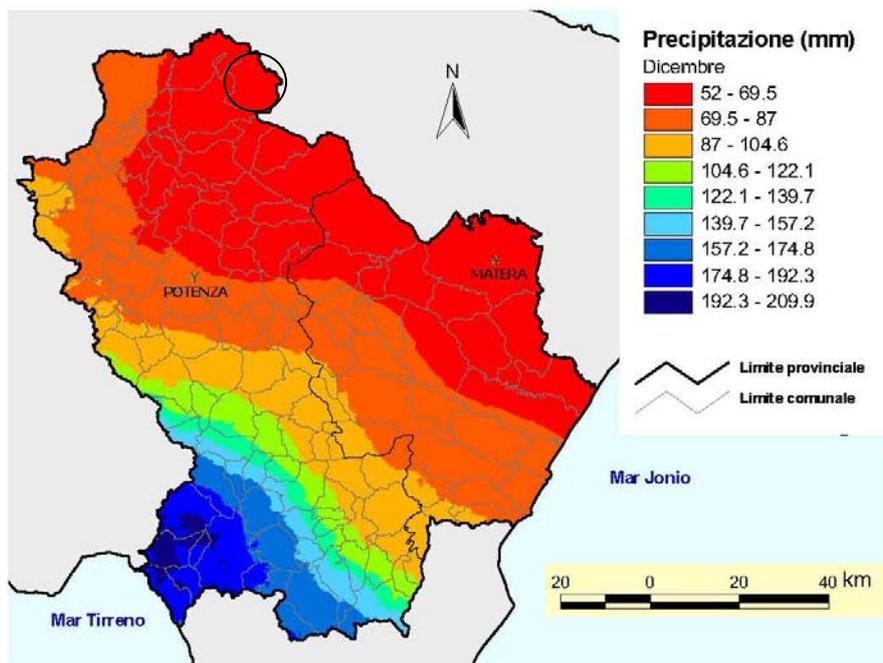


Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

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 geotecniche indirette che hanno interessato le aree di sedime degli aerogeneratori in progetto.

Le indagini indirette sono consistite in n. 9 Stendimenti sismici a Rifrazione eseguiti con tecnica MASW per la determinazione della Categoria del Suolo e altrettanti stendimenti eseguiti in Onde P e SH per la verifica stratigrafica dei primi metri di sottosuolo.

La loro ubicazione, indicata nell'allegato T01 - "Planimetria ubicazione indagini" in scala 1:5.000.

7.1 INADGINE SISMICA – 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:

Categoria A	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
Categoria 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
Categoria 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
Categoria D	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
Categoria E	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 V_{seq} calcolato pari a **529 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.*

Per lo stendimento **MASW02**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **594 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.

Per lo stendimento **MASW03**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **472 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.

Per lo stendimento **MASW04**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **436 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.

Per lo stendimento **MASW05**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **444 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.*

Per lo stendimento **MASW06**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **447 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.

Per lo stendimento **MASW07**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **458 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.

Per lo stendimento **MASW08**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **403 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.*

Per lo stendimento **MASW09**, il valore equivalente di V_{seq} calcolato pari a **374 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.*

7.2 INADGINE SISMICA – SISMICA A RIFRAZIONE IN 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)	γ (gr/cm ³)	μ	E_y (MPa)	G_0 (MPa)	M_0 (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,50)	452	298	1,63	0,12	323	145	140	44
B (2,50÷8,90)	1565	652	2,06	0,39	2443	876	3878	3294
C (8,90÷15,00=)	2630	839	2,27	0,44	4613	1598	13571	12506

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E _d (MPa)
A (0,00÷2,50)	485	368
B (2,50÷8,90)	1343	4409
C (8,90÷15,00≈)	1904	12458

Tabella 2-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST01

• Stendimento ST02

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E _y (MPa)	G ₀ (MPa)	M ₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,70)	587	235	1,71	0,40	265	94	463	400
B (2,70÷8,40)	1490	638	2,04	0,38	2305	830	3422	2868
C (8,40÷15,00≈)	2189	652	2,20	0,45	2715	935	9295	8671

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E _d (MPa)
A (0,00÷2,70)	401	620
B (2,70÷8,40)	1301	4001
C (8,40÷15,00≈)	1434	8630

Tabella 3-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST02

• Stendimento ST03

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E _y (MPa)	G ₀ (MPa)	M ₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,80)	397	186	1,59	0,36	150	55	177	141
B (2,80÷10,40)	1239	457	1,97	0,42	1170	411	2476	2201
C (10,40÷15,00≈)	2121	482	2,19	0,47	1499	509	9174	8834

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E _d (MPa)
A (0,00÷2,80)	295	284
B (2,80÷10,40)	900	2764
C (10,40÷15,00≈)	1055	8103

Tabella 4-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST03

• Stendimento ST04

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E _y (MPa)	G ₀ (MPa)	M ₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,70)	374	130	1,57	0,43	76	27	184	167
B (2,70÷10,30)	1141	369	1,94	0,44	762	264	2173	1997
C (10,30÷15,00≈)	2068	413	2,18	0,47	1100	372	8827	8579

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E _d (MPa)
A (0,00÷2,70)	204	251
B (2,70÷10,30)	715	2347
C (10,30÷15,00≈)	900	7699

Tabella 5-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST04

• Stendimento ST05

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E _y (MPa)	G ₀ (MPa)	M ₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,30)	367	198	1,57	0,30	159	62	129	88

B (2,30÷9,50)	1011	332	1,90	0,43	603	209	1633	1523
C (9,50÷15,00≈)	1964	546	2,15	0,45	1869	641	7439	7011

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,30)	310	242
B (2,30÷9,50)	630	1842
C (9,50÷15,00≈)	1173	6943

Tabella 6-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST05

• Stendimento ST06

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E_y (MPa)	G₀ (MPa)	M₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,60)	419	196	1,61	0,36	168	62	200	159
B (2,60÷8,80)	1062	409	1,92	0,41	908	321	1737	1523
C (8,80÷15,00≈)	2094	461	2,18	0,47	1366	463	8941	8632

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,60)	317	316
B (2,60÷8,80)	785	2030
C (8,80÷15,00≈)	1004	7900

Tabella 7-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST06

• Stendimento ST07

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E_y (MPa)	G₀ (MPa)	M₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,20)	393	217	1,59	0,28	192	75	146	96
B (2,20÷10,30)	972	280	1,88	0,45	429	147	1580	1481
C (10,30÷15,00≈)	1804	488	2,12	0,46	1475	505	6226	5890

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,20)	345	279
B (2,20÷10,30)	526	1702
C (10,30÷15,00≈)	1034	5858

Tabella 8-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST07

• Stendimento ST08

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	\bar{V}_p (m/sec)	\bar{V}_s (m/sec)	γ (gr/cm ³)	μ	E_y (MPa)	G₀ (MPa)	M₀ (MPa)	λ (MPa)
A (0,00÷2,60)	383	198	1,58	0,32	163	62	149	108
B (2,60÷10,80)	869	296	1,85	0,43	465	162	1181	1073
C (10,80÷15,00≈)	1806	526	2,12	0,45	1705	587	6133	5742

Sismostrato Profondità media (mt da pc)	R (tonn/m ² s)	E_d (MPa)
A (0,00÷2,60)	312	264
B (2,60÷10,80)	547	1361
C (10,80÷15,00≈)	1115	5872

Tabella 9-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST08

• Stendimento ST09

Sismostrato	\bar{V}_p	\bar{V}_s	γ	μ	E_y	G_0	M_0	λ
Profondità media (mt da pc)	(m/sec)	(m/sec)	(gr/cm ³)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
A (0,00÷2,10)	410	148	1,60	0,42	100	35	222	199
B (2,10÷11,30)	881	316	1,85	0,42	527	185	1190	1066
C (11,30÷15,00≈)	1767	405	2,11	0,47	1019	346	6127	5896

Sismostrato	R	E_d
Profondità media (mt da pc)	(tonn/m ² s)	(MPa)
A (0,00÷2,10)	236	303
B (2,10÷11,30)	584	1397
C (11,30÷15,00≈)	854	5623

Tabella 10-Riepilogo delle caratteristiche elasto-meccaniche degli strati identificati dalle indagini geofisiche in situ per lo stendimento sismico ST09

Con:

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

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

γ = Peso unità di volume naturale;

μ = coefficiente di Poisson;

E_y = modulo di Young;

G_0 = modulo di taglio.

M_0 = modulo di compressibilità volumetrica;

E_d = modulo edometrico;

λ = coefficiente di Lamé;

R= rigidità sismica;

E_d = modulo edometrico;

8. Considerazioni sulla Sismicità dell'area

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 Montemilone e quello di Venosa siano classificati come zona sismica di 2^a categoria con un grado di sismicità $S=9$ a cui compete una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag pari a **0.25**.

La normativa regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato di Montemilone 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**; mentre, quello di Venosa sia classificato Zona Sismica "2c" con un PGA (Peak Ground Acceleration) pari a **0.200** e una magnitudo attesa a distanza di **50 km** pari a **6.7**

Il suolo di fondazione per le aree di ubicazione delle torri eoliche, può essere associato, in base ai dati delle indagini 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_{seq} , della categoria di terreno "B", sono compresi tra 360 e 800 m/sec

Di seguito si riportano i Parametri sismici di tutti e quattro gli stati limite (NTC), relativi alla macrozona sismica comprendente le aree di sedime delle pale eoliche in progetto le quali ricadono tutte nella Categoria Topografica T1.

PARAMETRI SISMICI

CATEGORIA SOTTOSUOLO: B

PERIODO DI RIFERIMENTO: 50 ANNI

CATEGORIA TOPOGRAFICA: T1

COEFFICIENTE CU: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:30 [anni]

ag: 0,043 g

Fo: 2,530

Tc*: 0,282 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,185 g

Fo: 2,504

Tc*: 0,371 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,057 g

Fo: 2,538

Tc*: 0,292[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

g: 0,262 g

Fo: 2,372

Tc*: 0,409 [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: 1,150
Cc: 1420	Cc: 1,410	Cc: 1,340	Cc: 1,320
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,0009	Kh: 0,012	Kh: 0,053	Kh: 0,093
Kv: 0,005	Kv: 0,006	Kv: 0,027	Kv: 0,047
Amax: 0.505	Amax: 0.674	Amax: 2.175	Amax: 2.955
Beta: 0,180	Beta: 0,180	Beta: 0,240	Beta: 0,310

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 1:10.000 e relativi esplosi "Est ed Ovest" in scala 1:5.000, l'area di sedime del parco eolico in progetto è diviso in n. 4 zone sismiche differenti: due classificate **Zone Stabili (b) suscettibili di amplificazioni locali**, mentre le altre due sono state 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 saranno ubicati in zona stabili (b) suscettibili di amplificazione locale, e precisamente in zone classificate "Mz-b-1" (Zona di attenzione per amplificazione del moto sismico dovuto alla presenza di terreni granulari su versanti da poco a mediamente inclinati).

Le zone suscettibili di instabilità per la presenza di aree instabili "Mz-c-1" non saranno interessate nemmeno dal passaggio del cavidotto che collega i vari aerogeneratori.

9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli ae- reo generatori

Il parco eolico in progetto è composto da n. 9 aerogeneratori disposti nella piana di sedimentazione per regressione marina dove affiorano terreni quaternari di natura conglomeratica e sabbiosa appartenenti al ciclo di chiusura della sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica.

Essi sono tutti ubicati in aree pianeggianti o poco inclinati la cui continuità è interrotta da fossi poco profondi, solo alcuni sono ubicati nei pressi di versanti poco inclinati creati dall'erosione superficiale delle acque di precipitazione che confluiscono nei fossi sempre poco profondi a fondo piatto.

I terreni presenti in queste piane e affioranti lungo i versanti, poc'anzi descritti, sono terreni con discrete caratteristiche geotecniche, privi di instabilità sia profonda che superficiale o areale, ed esenti da problematiche relative alla liquefazione.

In generale sono terreni conglomeratici e sabbiosi intercalati da lenti sabbioso limose di vario spessore, in cui non vi è presenza di acqua di falda, poiché la stessa è attestata ad una profondità media di circa 30.00 mt, misurata in alcuni pozzi presenti nell'area del parco.

L'area di sedime delle Torri in progetto vede la presenza di uno strato di terreno conglomeratico sabbioso molto compatto poco plastico con ciottoli di piccole e medie dimensioni con spessore variabile fino ad una profondità di circa 10,0 mt.

Al di sotto di tali terreni affiorano sempre terreni granulari sabbiosi limosi mediamente cementati intercalati da lenti ghiaiose e livelli arenacei per uno spessore di circa 20,0 mt.

Le sabbie passano in continuità di sedimentazione con le argille subappennine mediamente plastiche e mediamente compatte.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di sedime delle torri in progetto.

9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

- Valori medi (V_m) dei terreni conglomeratici sabbiosi superficiali

□ Peso di volume naturale	$P_v = 18.50 \text{ kN/m}^3$
□ Contenuto naturale di acqua	$W = 23.0 \%$
□ Coesione	$c = 0.00 \text{ kPa}$
□ Angolo di attrito interno	$\phi = 33.6^\circ$

- Valori medi (V_m) dei terreni sabbioso limosi intermedi

□ Peso di volume naturale	$P_v = 19.25 \text{ kN/m}^3$
□ Contenuto naturale di acqua	$W = 22.0 \%$
□ Coesione	$c = 0.00 \text{ kPa}$
□ Angolo di attrito interno	$\phi = 29.7^\circ$

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.

9.2 PARAMETRI CARATTERISTICI

In prima approssimazione i valori caratteristici di c' e ϕ' 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

9.3 PARAMETRI DI PROGETTO

I valori dei parametri di progetto ϕ' 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 γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	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. 9 aerogeneratori sono ubicati in zone pianeggianti o poco inclinati lontani 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 e delle strade di progetto non è necessario eseguire delle verifiche specifiche.

11. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di n. 9 aerogeneratori disposte sui pianori di sedimentazione per regressione marina composti da conglomerati immersi in scarsa matrice sabbiosa, sabbie limose e sabbie grossolane addensate.

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 da scarpate di versanti che potrebbero essere interessate da fenomeni di instabilità superficiale.

Dal punto di vista sismico, i terreni del sito indagato appartengono per alcune zone alla categoria "B" del suolo di fondazione; inoltre, sulla base delle indagini dirette ed indirette eseguite i terreni di sedime sono composti da terreni conglomeratico-sabbiosi e sabbioso limosi che presentano discrete caratteristiche geotecniche e sono terreni suscettibili da amplificazione locale.

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 come ter-

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

Matera 24 maggio 2022

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	19
7.1 INADGINE SISMICA – MASW.	19
7.2 INADGINE SISMICA – SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P E SH.	21
8. Considerazioni sulla Sismicità dell'area	25
8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO	25
8.2 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO.....	26
9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aereo generatori.....	27
9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	28
9.2 Parametri caratteristici	28
9.3 Parametri di progetto	29
10. Analisi di stabilità di versante	30
11. Considerazioni conclusive.....	31