



REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI MATERA
COMUNE DI FERRANDINA



AUTORIZZAZIONE UNICA EX. D. LGS. 387/03

Progetto Definitivo Parco Eolico "Montagnola"

Titolo elaborato

A.2.1 - Relazione Geologica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0302	A	R02	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Aprile 2020	Prima emissione	M. Giacomino	FMO	GDS

Proponente



GR VALUE DEVELOPMENT S.r.l.

**c.so Venezia, 37
20121 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)

Consulenza geologica
(dott. geol. Maurizio GIACOMINO)



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 Indagine Geognostica, al fine di accertare le condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche dei terreni presenti a nord-ovest dell'abitato di Ferrandina (MT), dove si intende realizzare un parco eolico composto da n. 6 aerogeneratori.

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 Basilicata riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

L'area di interesse del parco eolico in progetto ricade sulla spianata di sedimentazione marina presente tra Ferrandina e Salandra in località "Montagnola".

Per la redazione del presente studio geologico, oltre alle verifiche dirette di campagna ed ai rilievi geologici e geomorfologici del caso, è stata condotta una campagna di indagini geognostiche consistita nell'esecuzione di:

- n. 3 sondaggi meccanici condotti a rotazione con carotaggio continuo;
- Prelievo di n. 5 campioni indisturbati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio;
- n. 4 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti sia in Onde P per la verifica indiretta del substrato, sia con tecnica MASW per la determinazione della categoria di suolo dei terreni di fondazione;

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

- A2.1 - Relazione Geologico - Tecnica
- A2.2 – Report di Fine Campagna geognostica
- A2.3 –Report di Verifica di Stabilità di Versante
- A16.a7- Carta 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.a11.1 - Carta della Microzonazione sismica Scala 1:5000
- A16.a11.2 - Carta di sintesi della Criticità e Pericolosità Geologico, Geomorfologica e Idrogeologica 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 Basilicata, riporta nel territorio del Comune di Ferrandina varie aree a Rischio Idrogeologico determinate dalla presenza di movimenti franosi che interessano principalmente la zona circostante l’abitato e la zona industriale della valle del Basento.

Nella restante parte del territorio comunale, e dunque il località “Montagnola”, l’Ente non ha ancora evidenziato alcuna area vincolata 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'Avampaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

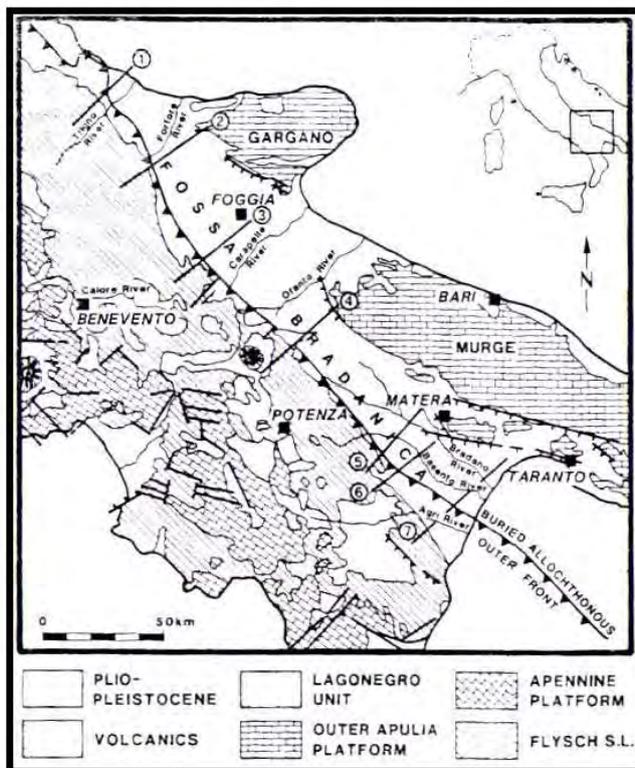


Fig. A - Unità strutturali principali del settore dell'Italia meridionale che si estende dal Tirreno all'Adriatico

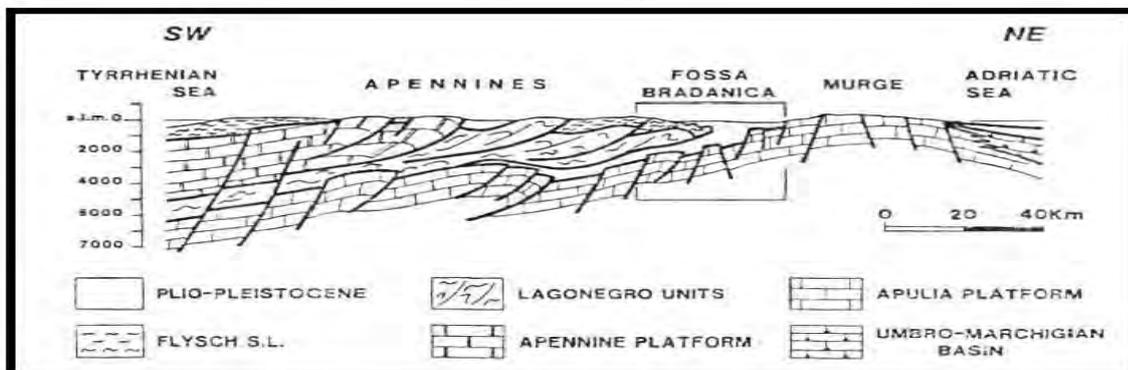


Fig. B - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese dell'Appennino Meridionale

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 racchiuse nello stralcio al confine settentrionale tra il Foglio n. 201 "Matera" e il foglio n. 200 "Tricarico" della Carta Geologica d'Italia scala 1:100000 sono attribuibili al ciclo deposizionale plio-pleistocenico noto in letteratura come Ciclo sedimentario 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 del ciclo di sedimentazione. 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 località "Montagnola" di Ferrandina ricade nella zona nord-orientale del foglio n.200, zona più prossima all'appennino, allora il termine di apertura della serie sedimentaria della fossa Bradanica è costituito dal Sabbione di Garaguso.

La formazione del **Sabbione di Garaguso** è costituita essenzialmente da sabbie grossolane di deposito litorale-neritico (di spiaggia) e natura calcarea, sono presenti difatti strutture come clinostatificazioni 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.

3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

Nell'area oggetto di studio e nelle zone limitrofe, come riportato nell'Elaborato A16.a8 - Carta Geologica in scala 1:5000, affiorano, dal basso verso l'alto in ordine stratigrafico i seguenti litotipi:

- ❖ Argille di Gravina (Argille subappennine): Argille più o meno siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con fossili marini. Fanno seguito in concordanza di sedimentazione e a luoghi in eteropia di facies alle Calcareniti di Gravina sul lato murgiano e con i Sabbioni di Garaguso sul lato appenninico.
- ❖ Sabbie di Monte Marano: Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallo ocre 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 nodulari.

- ❖ **Conglomerati e sabbie di Serra de Cedro** composti da sabbie bruno rossastre e conglomerati poligenici .
- ❖ 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 possiamo riferirli alla Formazione Geologica nota in letteratura come **Conglomerato d'Irsina**.

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; mentre, i depositi fluvio-lacustri sono in trasgressione sui depositi di sedimentazione marina sottostanti.

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, 700000 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 di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento, e il netto cambio di direzione dei torrenti nella zona di Venosa. A sud di Palazzo S.G., invece, il sollevamento ha provocato la formazione di grosse valli incise dai torrenti.

Nella parte più meridionale dell'Avanfossa Bradanica (parte bassa della Valle del Fiume Bradano e Basento) il sollevamento regionale ha portato ad una generale emersione delle terre con prima la sedimentazione per regressione marina di pianure a sommità piatta come quella di località "Montagnola" quella di Pomarico, di località "Difesa" di Montescaglioso e quella di Pisticci, e in seguito dei Depositi Terrazzati Marini che in n. 7 ordini bordano il litorale Ionico.

5. Geomorfologia

L'area oggetto di studio comprende la cima e entrambi i versanti collina a sommità piatta di sinistra della valle del Fiume Basento all'altezza di località "Montagnola" lungo la quale scorre la Strada Provinciale che collega l'abitato di Ferrandina con quello di Salandra.

La collina nella parte più alta raggiunge una quota di circa 530/540 mt. s.l.m. e presenta verso nord-est un versante mediamente inclinato che degrada verso la valle del Fiume Basento, verso sud-ovest, invece, un versante da poco a mediamente inclinato che degrada verso l'alveo del Torrente la Vella, importante affluente di sinistra del Fiume Basento stesso.

Entrambi i versanti sono costellati da movimenti gravitativi sia profondi che superficiali spesso quiescenti ma anche attivi, dovuti all'azione erosiva rimontante dei fossi che incidono i terreni conglomeratici sabbiosi nella parte alta e argillosi limosi nella parte medio bassa.

Come evidenziato nell'elaborato A16.a9 - Carta Geomorfologica su entrambi i versanti sono presenti strutture morfologiche particolari o strutture geomorfologiche di interesse, ma nessuna interessa direttamente l'area di ubicazione delle torri eoliche in progetto.

Lungo il versante prospiciente la Valle del Fiume Basento, precisamente nella zona di ubicazione dell'aerogeneratore FER A1, sono presenti n. 3 movimenti profondi di tipo rototraslazionale sia attivi che quiescenti che interessano principalmente i terreni argilloso limosi della parte bassa che vengono incisi da due grossi fossi con erosione rimontante. Sulla stessa porzione di versante nella parte medio alta vi sono indizi di erosione superficiale che interessano principalmente i terreni sabbiosi.

Stessa situazione avviene a valle dell'aerogeneratore FER A2 e in vicinanza dell'aerogeneratore FER A3, dove nei terreni argillosi si instaurano movimenti rototraslazionali dovuti all'incisione dei fossi rimontanti e fenomeni superficiali nella parte medio alta dei versanti dove gli affioramenti sono principalmente sabbiosi e conglomeratici.

L'aerogeneratore FER A4, invece, si trova sulla parte alta della collina dove la sommità risulta piatta o poco inclinata. Nelle sue vicinanze non vi sono indizi di instabilità, ma a poca distanza si trova il ciglio del versante molto inclinato i cui affiorano i terreni conglomeratici sommitali.

Il versante prospiciente il Torrente La Vella, si presenta meno pendente in cui affiorano sempre terreni argillosi verso il basso e terreni sabbioso conglomeratico nella parte alta.

Lungo di esso nella zona prossima ai due aerogeneratori FER A5 e FER A6, non sono presenti corpi di frana profondi ma solo zone con indizi di erosione superficiale.

La disposizione superficiale dei litotipi affioranti, però fa presupporre la presenza di una faglia diretta che abbia ribassato una parte del versante come interpretato nella sezione 5-5' dell'elaborato 6.a11 – Profili Geologici in scala 1:1000.

In superficie, durante la fase di rilevamento geologico, non è stato possibile verificare effettiva esistenza di tale dislocamento.

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.

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 superiore i 30 mt. ed è trattenuta alla base dalla formazione argillosa impermeabile.

Nell'elaborato A16.a10 - Carta Idrogeologica, sono evidenziati i terreni a vario grado di permeabilità, con indicazione del movimento della falda freatica lungo i versanti e con l'indicazione dei principali fossi collettori principali dello scorrimento superficiale delle acque.

L'idrologia superficiale dell'area di stretto interesse è rappresentata da fossi profondi che scendendo dalle collina a sommità piatta e scorrono circa perpendicolari al Fiume Basento lungo il versante nord-orientale, e spesso la linearità di tali fossi è dovuta all'elevata pendenza dei versanti.

Lungo il versante sud-occidentale, invece, l'idrografia superficiale è rappresentata da due grossi fossi, il Torrente La Vella ed un suo affluente che scorrono circa paralleli l'asse della collina piatta per poi incontrarsi a sud dell'abitato di Ferrandina e scorrere fino al Fiume Basento.

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	Franravilla 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	Sciffra	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".

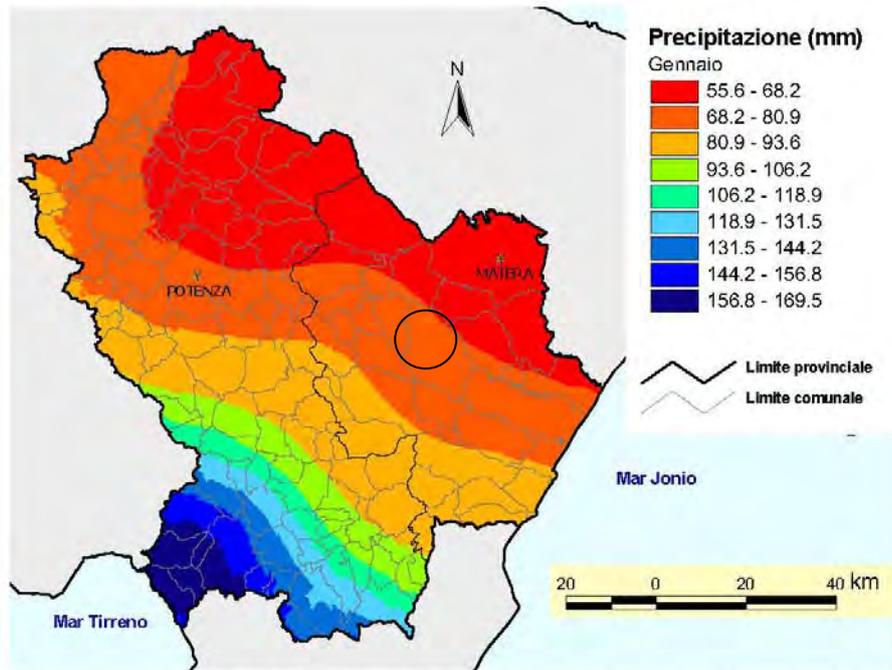


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

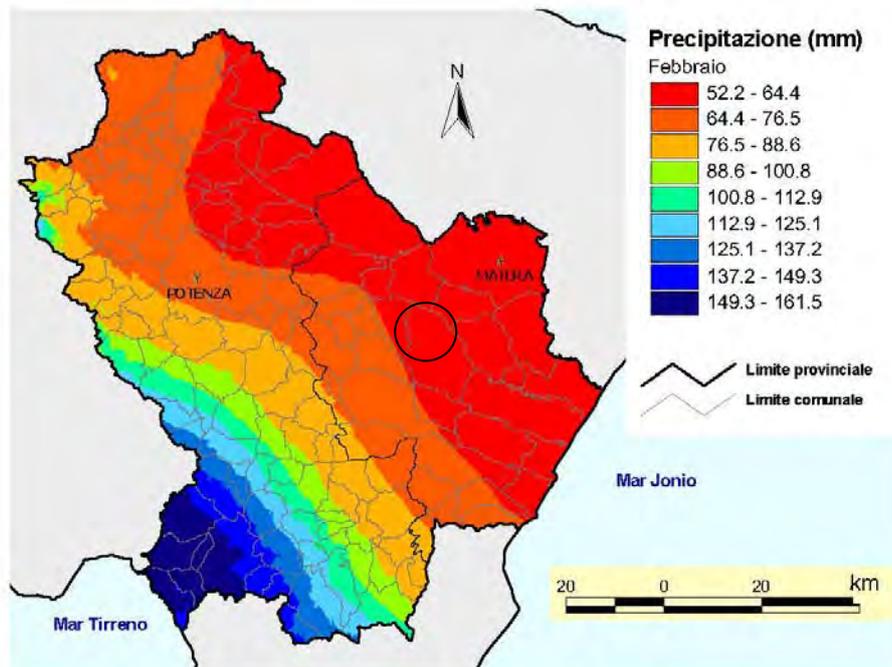


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

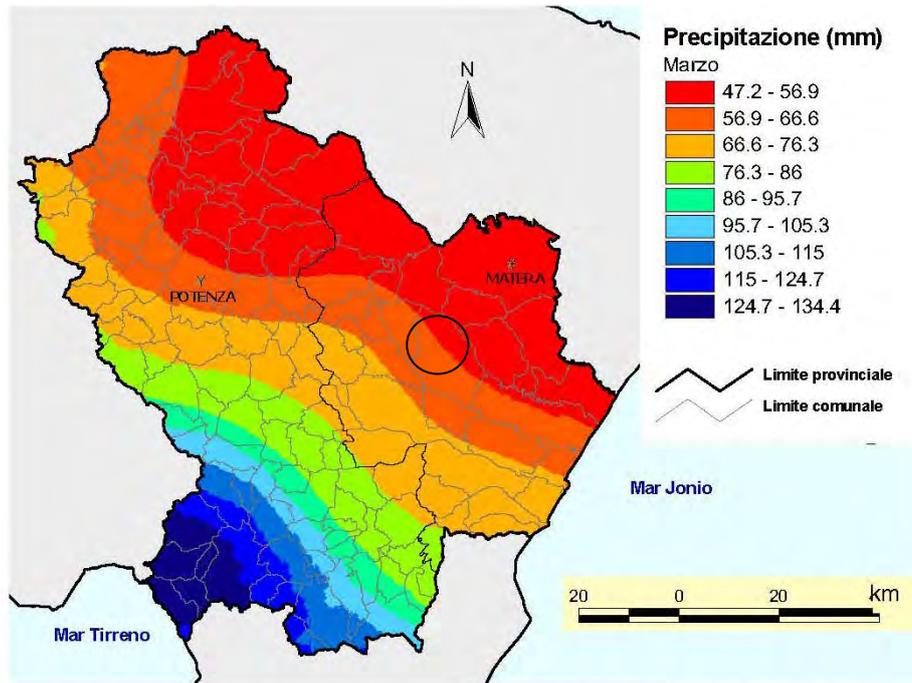


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

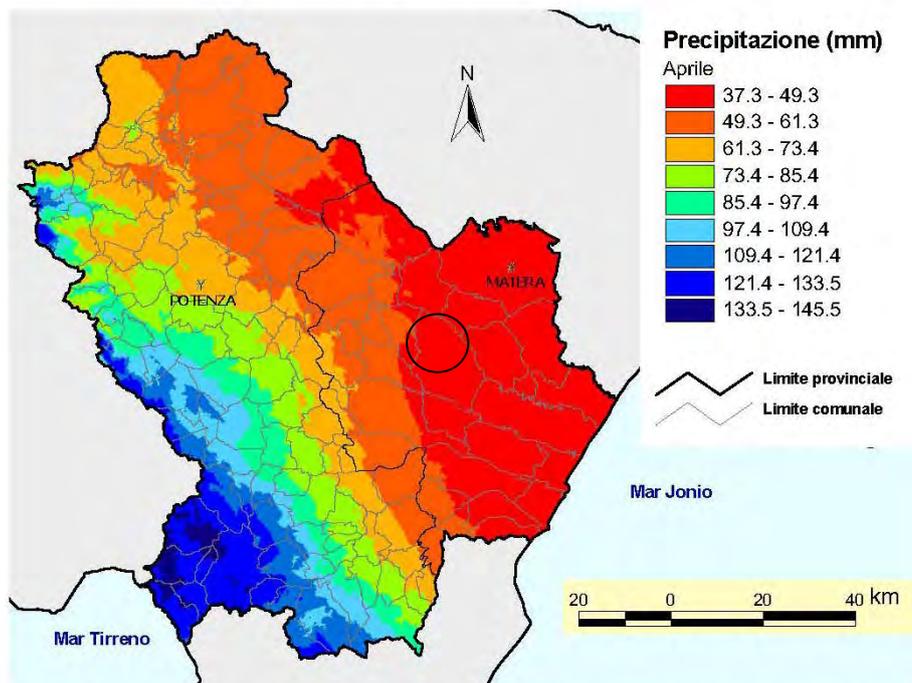


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

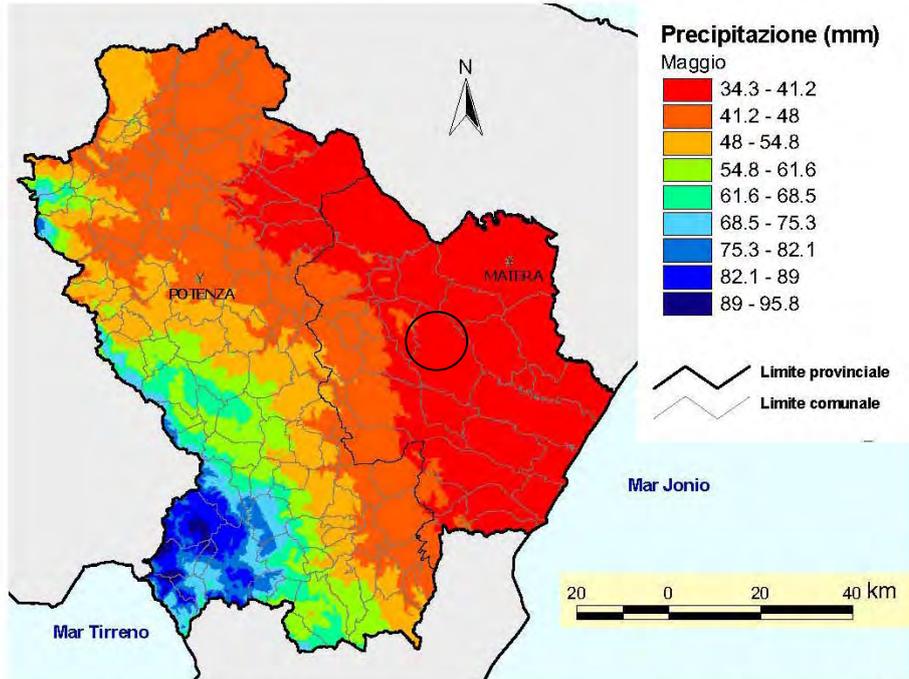


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

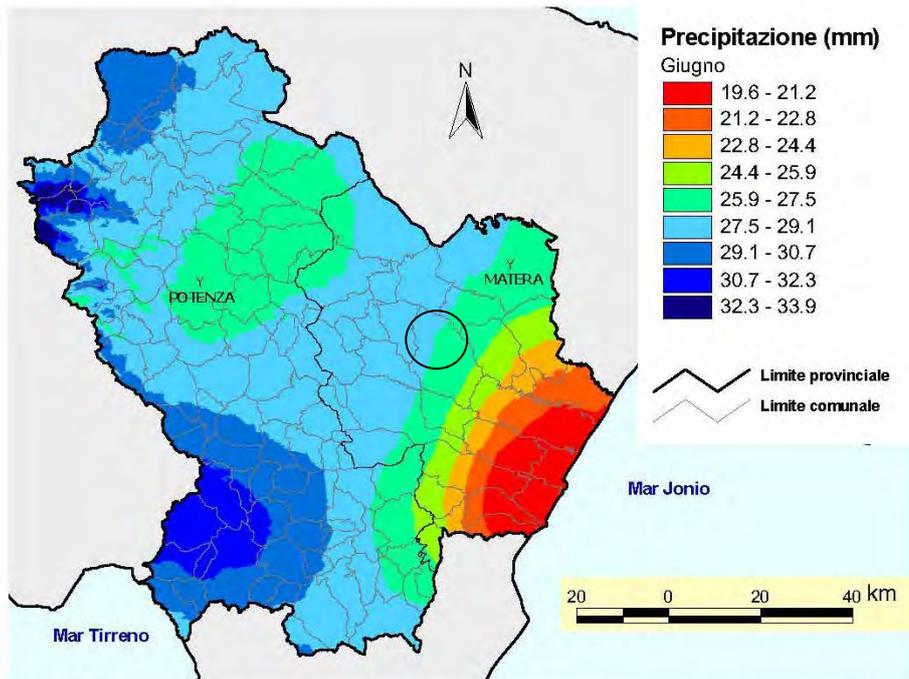


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

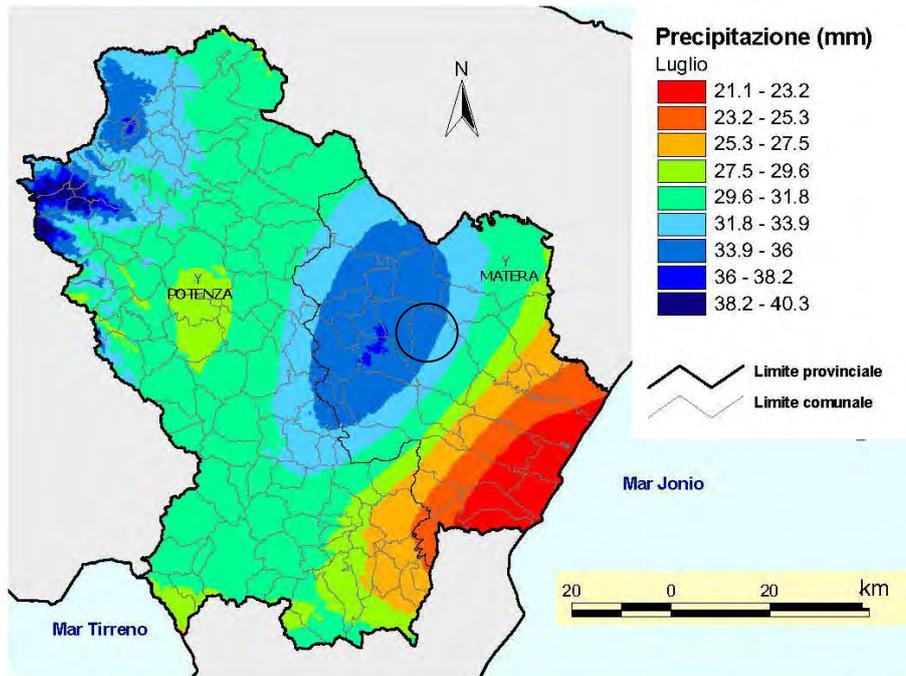


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

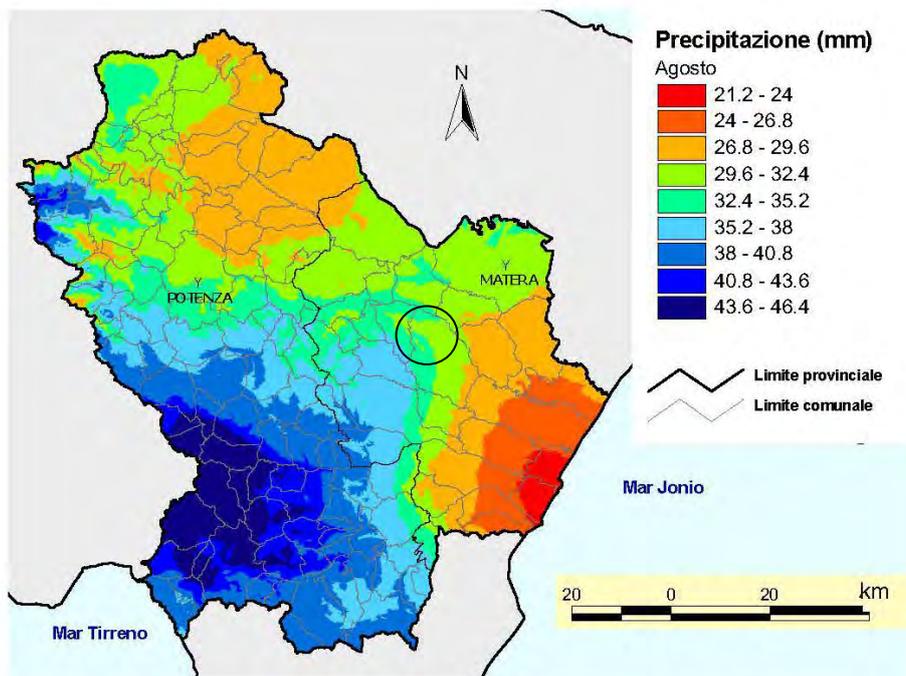


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

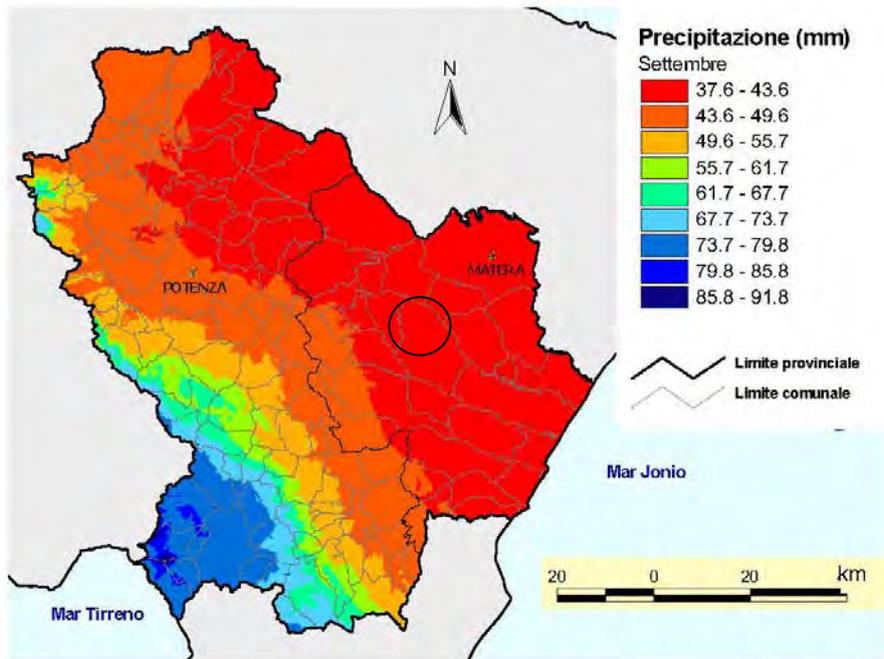


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

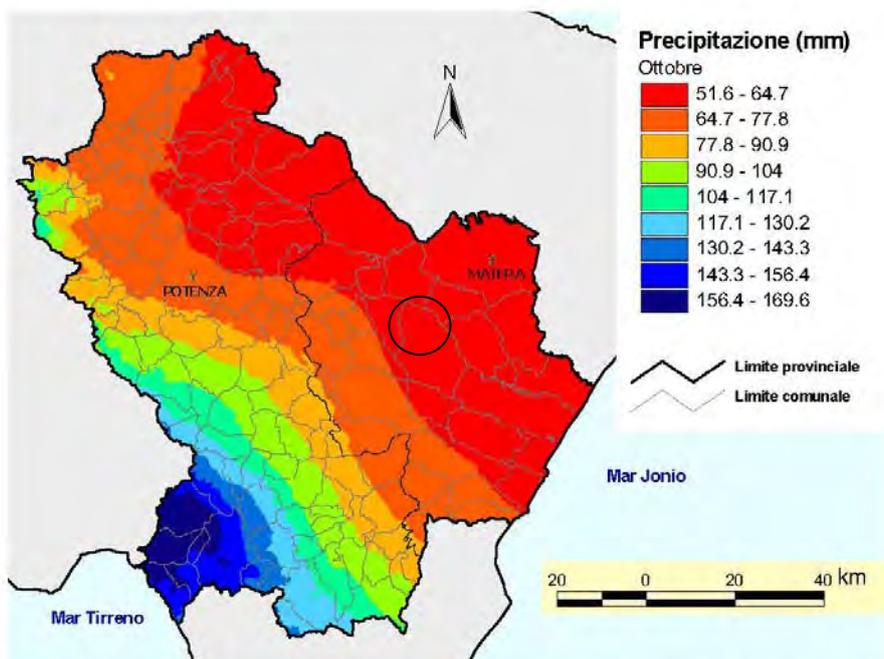


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

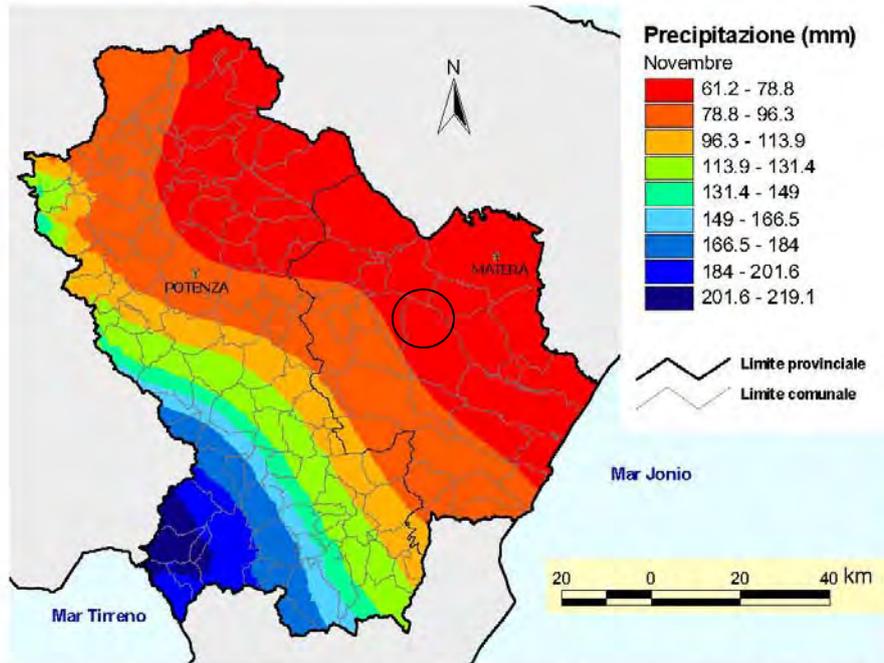


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

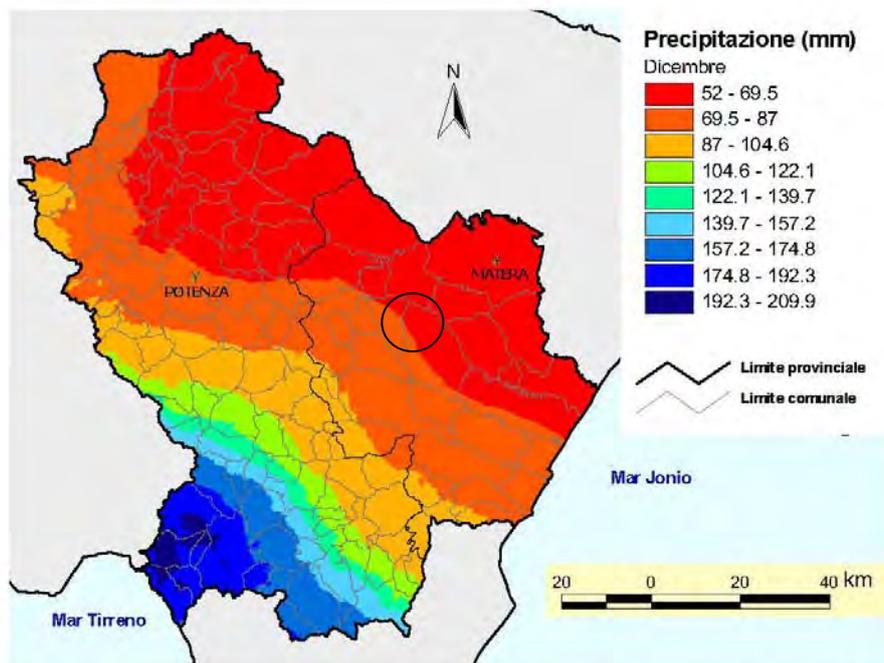


Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

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 geotecniche indirette ed indirette che hanno interessato l'area di sedime degli aerogeneratori in progetto.

L'elaborato A16.a7 - Planimetria ubicazione indagini riporta in scala 1:5000 l'intero progetto del Parco eolico "Montagnola" dove sono indicate l'ubicazione di tutte le indagini eseguite, mentre nell'elaborato A3 – Report di Fine Campagna Geognostica si riportano in elaborati grafici e descrittivi tutti i dati ottenuti dalle varie indagini eseguite.

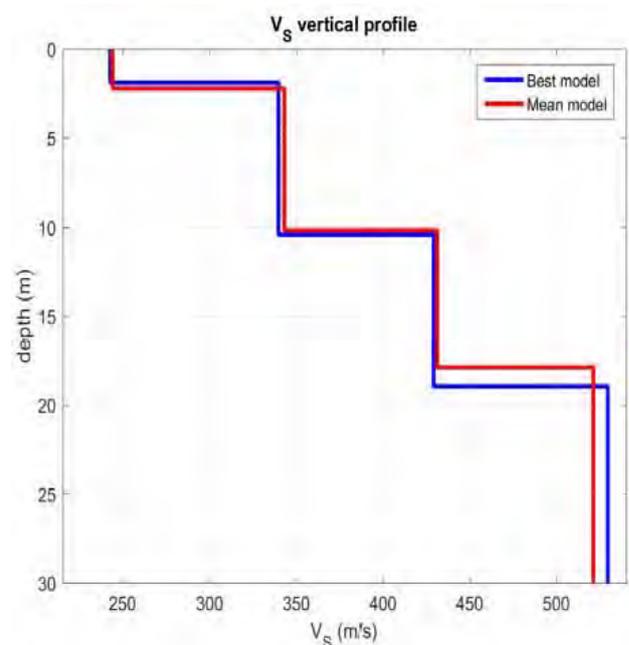
Di seguito, invece, si riportano una breve descrizione delle stesse con indicazione delle principali caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche ottenute.

7.1 SISMICA A RIFRAZIONE CON TECNICA MASW

7.1.1 MASW01

Lungo lo stendimento sismico ST01 eseguito nelle vicinanze del sondaggio meccanico S1 nella zona dell'aerogeneratore FER A3 è stata eseguita una sismica a rifrazione con tecnica MASW i cui grafici derivanti sono riportati nel § 2.3.2 dell'elaborato A3.

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio V_s in funzione della profondità (vedi Figura). Si precisa che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico).

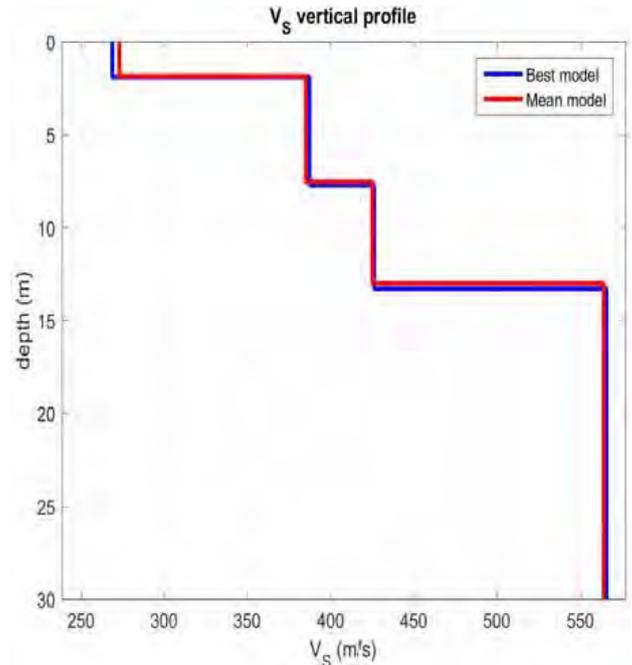


$V_{sequ} = 407$ m/sec calcolato a partire dal piano campagna

7.1.2 MASW02

Lungo lo stendimento sismico ST02 eseguito nelle vicinanze del sondaggio meccanico S2 nella zona dell'aerogeneratore FER A4 è stata eseguita una sismica a rifrazione con tecnica MASW i cui grafici derivanti sono riportati nel § 2.3.3 dell'elaborato A3.

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio VS in funzione della profondità (vedi figura). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico).

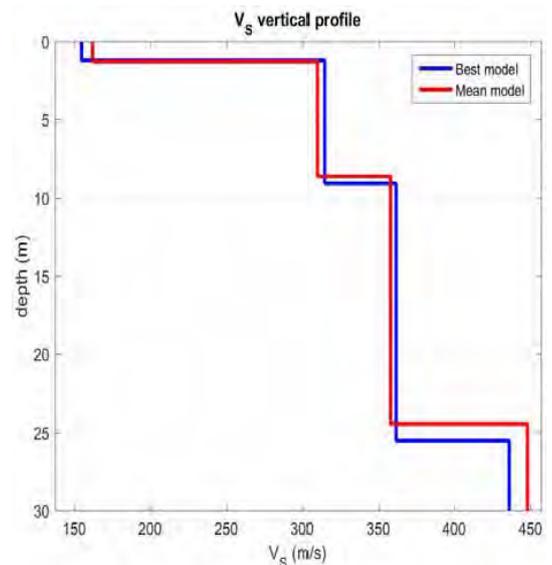


V_{sequ} = 464 m/sec calcolato a partire dal piano campagna

7.1.3 MASW03

Lungo lo stendimento sismico ST03 eseguito nelle vicinanze del sondaggio meccanico S3 nella zona dell'aerogeneratore FER A5 è stata eseguita una sismica a rifrazione con tecnica MASW i cui grafici derivanti sono riportati nel § 2.3.4 dell'elaborato A3.

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio VS in funzione della profondità (vedi figura). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico).

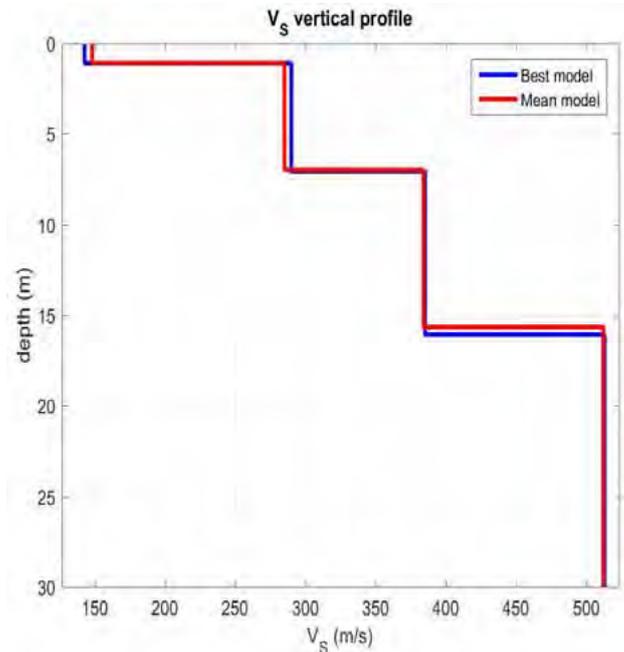


V_{sequ} = 339 m/sec calcolato a partire dal piano campagna

7.1.4 MASW04

Lungo lo stendimento sismico ST04 eseguito nella zona dell'aerogeneratore FER A2 è stata eseguita una sismica a rifrazione con tecnica MASW i cui grafici derivanti sono riportati nel § 2.3.5 dell'elaborato A3.

L'analisi dello spettro "frequenza-velocità di fase" ha consentito di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio VS in funzione della profondità (vedi figura). Si precisa infine che, il modello del sottosuolo e di conseguenza anche l'inversione di velocità derivata, sono stati ottenuti in corrispondenza del punto medio del profilo di acquisizione (circa 16,50 mt da inizio stendimento sismico).



V_{sequ} = 381 m/sec calcolato a partire dal piano campagna

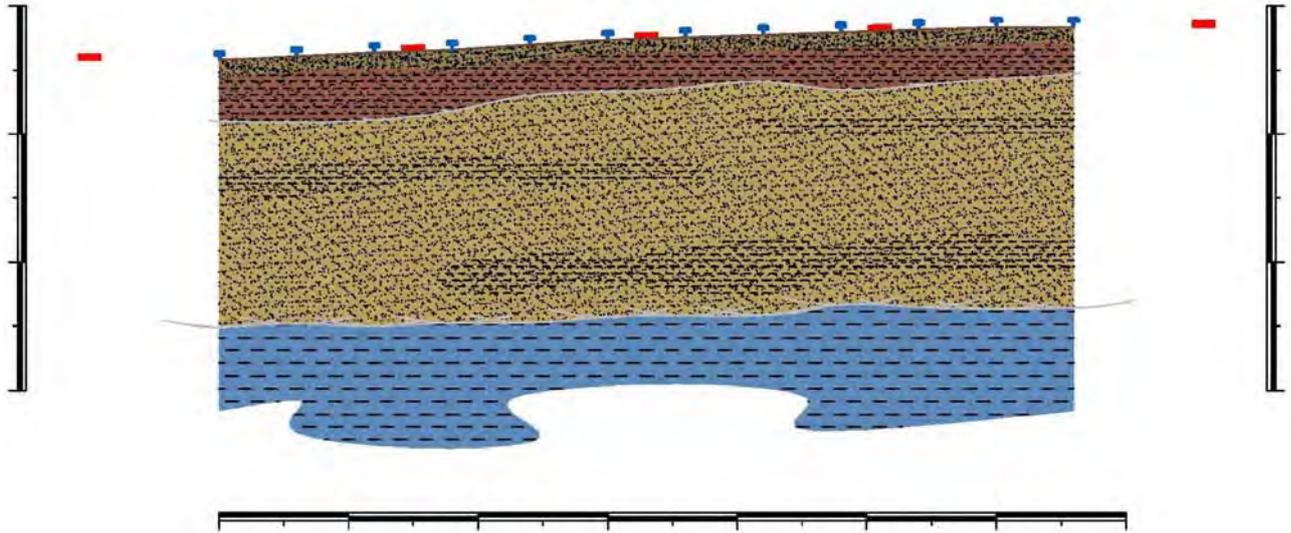
7.2 SISMA A RIFRAZIONE ONDE P

7.2.1 SISMA ST01

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando che i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. Sismostrato A: terreno vegetale e deposito di natura limoso-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 435 m/sec per una profondità media di circa -2,20 mt da pc;
2. Sismostrato B: deposito costituito da alternanza di natura sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 705 m/sec per una profondità media di circa -10,80 mt da pc;

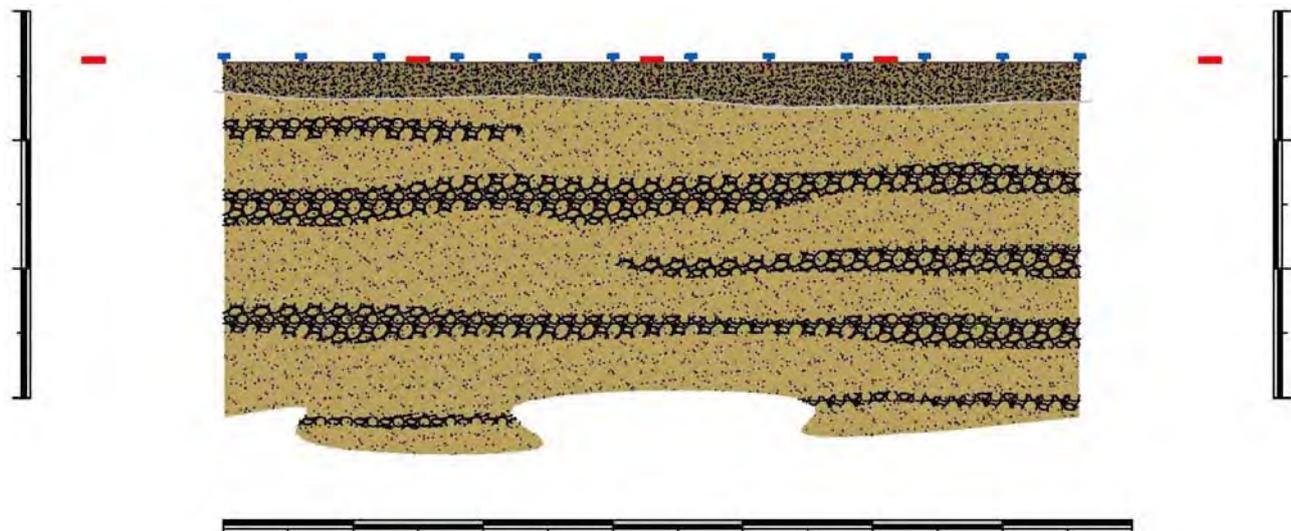
3. Sismostrato C: deposito di natura limo-argillosa, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1505 m/sec sino a fine indagine (≈ 15 mt da pc).



7.2.2 SISM ST02

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando che i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

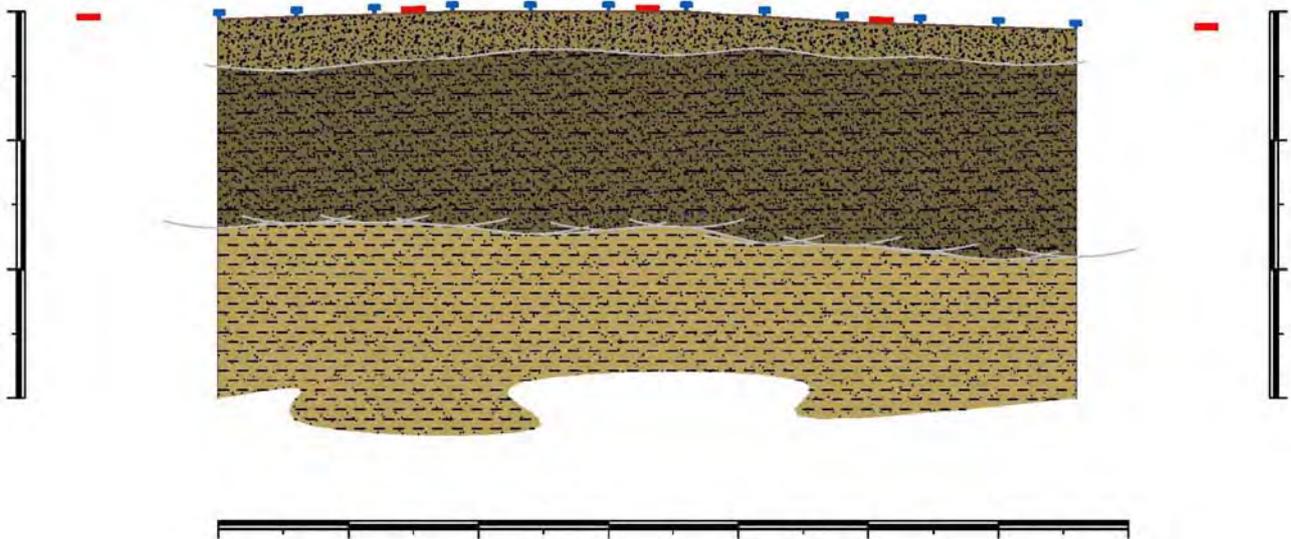
1. Sismostrato A: terreno vegetale e deposito di natura limoso-sabbiosa, mediamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 531 m/sec per una profondità media di circa -1,40 mt da pc;
2. Sismostrato B: deposito costituito da alternanza sabbioso-ciottolosa e ciottoloso-sabbiosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 741 m/sec sino a fine indagine (≈ 15 mt da pc).



7.2.3 SISM ST03

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando che i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

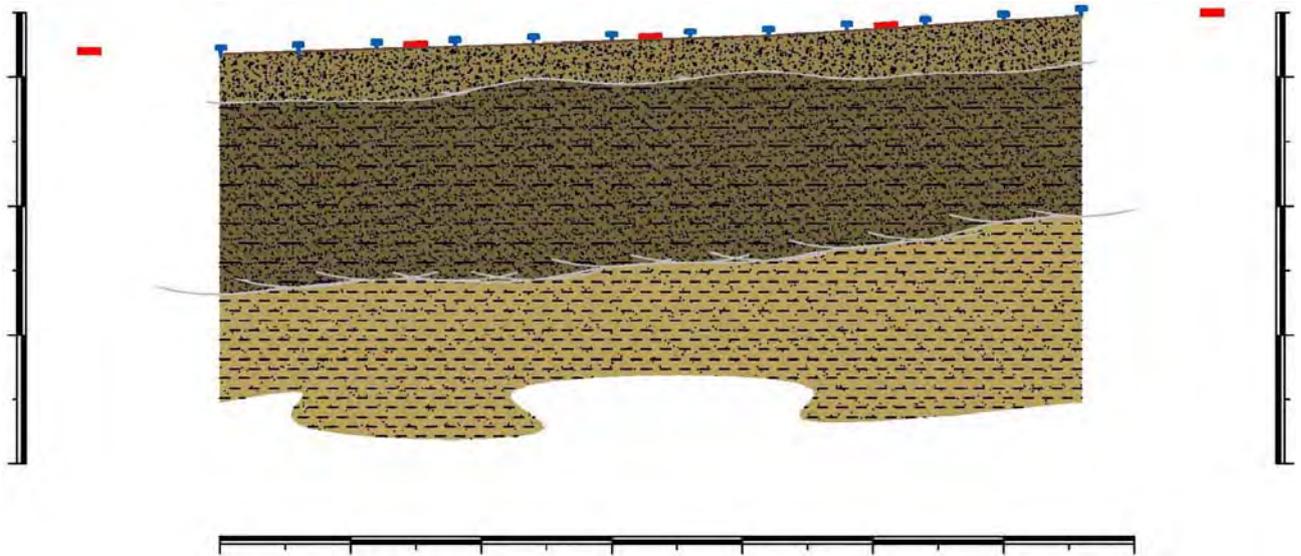
1. Sismostrato A: terreno vegetale e deposito di natura limosa sabbioso-ciottolosa, scarsamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 386 m/sec per una profondità media di circa -1,60 mt da pc;
2. Sismostrato B: deposito costituito da alternanza di natura sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 658 m/sec per una profondità media di circa -8,50 mt da pc;
3. Sismostrato C: deposito di natura limoso-sabbiosa, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1243 m/sec sino a fine indagine (≈ 15 mt da pc).



7.2.4 SISM ST04

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, è stato possibile ricavare la sismostruttura del sottosuolo investigato, identificando tre sismostrati, ciascuno caratterizzato da un determinato valore medio di velocità delle onde di compressione. Assimilando tali valori di velocità di propagazione delle onde P alle litologie presenti nell'area, in prima analisi, è stato ricostruito il seguente assetto litostratigrafico, evidenziando che i relativi spessori subiscono delle leggere variazioni lungo la sezione sismica:

1. Sismostrato A: terreno vegetale e deposito di natura limosa sabbioso-ciottolosa, scarsamente consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 319 m/sec per una profondità media di circa -1,80 mt da pc;
2. Sismostrato B: deposito costituito da alternanza di natura sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa, ben consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 559 m/sec per una profondità media di circa -8,70 mt da pc;
3. Sismostrato C: deposito di natura limoso-sabbiosa, molto consistente, caratterizzato da valori medi di velocità delle onde P pari a circa 1203 m/sec sino a fine indagine (≈ 15 mt da pc).



7.3 SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO.

Per la ricostruzione del modello geologico-stratigrafico del sito e la parametrizzazione geomeccanica del volume significativo di terreno relativo all'intervento si è fatto riferimento alle informazioni fornite dall'esecuzione di n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, n° 4 prospezioni sismiche a rifrazione in onde P e n° 4 prospezioni sismiche MASW le cui posizioni sono riportate nell'elaborato A16.a7 – Carta Ubicazioni Indagini Geognostiche.

Le prove sono state realizzate nelle vicinanze dei futuri siti di ubicazione degli aerogeneratori in progetto e, in accordo con la committenza, in maniera tale da investigare il terreno di sedime cercando un giusto compromesso tra la profondità massima di investigazione e gli spazi fisici a disposizione.

Il piano di indagini in situ ha previsto la realizzazione di n. 2 perforazione ad andamento verticale spinte sino ad una profondità massima di -20,00 mt da piano campagna e il prelievo di n. 5 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby".

Le colonne stratigrafiche, e i relativi report fotografici, dei terreni attraversati sono riportati nell'elaborato A3 Report Di Fine Campagna Geognostica.

Di seguito si riporta l'ubicazione dei sondaggi nel sistema di riferimento UTM Datum WGS84 33T:

ID	Coordinata Est (mt)	Coordinata Nord (mt)	Quota slm (mt)
S1	618.234,69	4.489.161,77	413,72
S2	617.594,81	4.488.858,39	538,23
S3	617.827,54	4.487.858,99	439,47

7.3.1 SONDAGGIO MECCANICO S1

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -20,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

- Da 0,00 a -0,80 mt è presente un terreno vegetale di natura limosa sabbioso-ciottolosa con frustoli vegetali di colore marroncino con buona consistenza e scarsa plasticità;
- Da -0,80 a -2,60 mt è presente un limo con sabbia di ottima consistenza e mediocre plasticità di colore marrone rossastro. La frazione ciottolosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine dei millimetri;
- Da -2,60 a -12,20 mt è presente un'alternanza di sabbia limo-ciottolosa e limo argillo-sabbioso di colore beige con buona consistenza e scarsa plasticità. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria medio-fine mentre la frazione ciottolosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni variabili dai millimetri ai centimetri;
- Da -12,20 a -20,00 mt (fondo foro) è presente un limo con argilla di colore blu grigiastro con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano rare venature sabbiose a granulometria fine e finissima di colore blu grigiastro.

Sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreno, denominati S1-C1 e S1-C2, alle profondità comprese rispettivamente tra -6,50 mt e -7,00 mt da pc e tra -15,00 mt e -15,50 mt da pc. La presenza di falda acquifera non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.



SONDAGGIO SI

PERFORAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO

Geol. F. M. COLUCCI
 S.O.: Via De' Gloriosi, 4 - 70015 NOCI (BA)
 Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387
 P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
 e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA
 PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO
 EOLICO SITO IN LOCALITÀ "MONTAGNOLA" NEL
 COMUNE DI FERRANDINA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T
 N = 4.489.161,77 E = 618.234,69

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGLIATI	S.P.T.	CAROTTAGGIO RQD PRELIEVO 20 30 40 50 60 70 80 90 100	POCKET PENETRIMETER Tone Value	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE	
SEMPLICE WIDIA	1	0,80		Terreno vegetale di natura limosa sabbioso-ciottolosa con frustoli vegetali di colore marroncino con buona consistenza e scarsa plasticità									
	2	1,80		Limo con sabbia di colore marrone rossastro debolmente argilloso di ottima consistenza e mediocre plasticità. Si osserva la presenza di elementi ciottolosi poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dei millimetri								1	
	3												
	4												
	5												
	6												
	7					-6,50							
	8	9,60			Alternanza di Sabbia limoso-ciottolosa e Limo argillo-sabbioso di colore beige con buona consistenza e scarsa plasticità. La sabbia si presenta con granulometria medio-fine. Gli elementi ciottolosi si presentano poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dai millimetri sino al centimetro	-7,00							2
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												3
	14												
	15					-15,00							
	16	7,80			Limo con argilla di colore blu-grigiastro di ottima consistenza e ottima plasticità. Sono presenti rare venature sabbiose a granulometria fine e finissima di colore blu-grigiastro	-15,50							4
	17												
	18												
	19												
	20												

N.B.: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM PER UNA PROFONDITÀ DI -3,00 MT DA PC.

FONDO FORO

DATA: 11/03/2020

REDATTA DA: GEOL. FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA 1: 100

7.3.2 SONDAGGIO MECCANICO S2

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -20,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

- Da 0,00 a -1,20 mt è presente un terreno vegetale di natura limosa sabbioso-ciottolosa di colore marrone con scarsa consistenza e scarsa plasticità;
- Da -1,20 a -20,00 mt (fondo foro) è presente un'alternanza di sabbia limo-ciottolosa e sabbia ciottoloso-limosa di colore marroncino. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria media mentre la frazione ciottolosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni variabili dai millimetri al decimetro.

Sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreno, denominati S2-C1 e S2-C2, alle profondità comprese rispettivamente tra -6,00 mt e -6,50 mt da pc e tra -12,00 mt e -12,50 mt da pc. La presenza di falda acquifera non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.



Geol. F. M. COLUCCI
 S.O.: Via De Glasa, 4 - 70015 NOCI (BA)
 Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387
 P. IVA 07627440720 - www.geomodeling.it
 e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S2

PERFORAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA
 PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO
 EOLICO SITO IN LOCALITÀ "MONTAGNOLA" NEL
 COMUNE DI FERRANDINA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA Srl

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T
 N = 4.488.858,39 E = 617.594,81

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	S.P.T.	CAROTTAGGIO		FOCKET PENETROMETER TOES VALUE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE		
								RQD	PRELIEVO						
SEMPLICE WIDIA	1	1,20		Terreno vegetale di natura limoso sabbioso- ciottolosa di colore marrone con scarsa consistenza e scarsa plasticità									1		
	2														
	3														
	4														
	5														
	6														
	7						-6,00								
	8						-6,50		A			A	A		2
	9								S			S	S		
	10								S			S	S		
	11					Alternanza di Sabbia limoso-ciottolosa e Sabbia ciottoloso-limosa di colore marroncino. La sabbia si presenta con granulometria media. Gli elementi ciottolosi si presentano poligenici ed eterometrici con diametro dell'ordine dai millimetri sino al decimetro			E			E	E		
	12			18,80					N			N	N		
	13								T			T	T		3
	14								E			E	E		
	15								I			I	I		
	16														
	17														
	18														
	19														
	20														4

N.B.: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM
 PER UNA PROFONDITÀ DI -15,00 MT DA PC.

FONDO FORO

DATA: 12/03/2020

REDATTA DA: GEOL. FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA 1: 100

7.3.3 SONDAGGIO MECCANICO S3

Durante le operazioni di perforazione, spinte sino ad una profondità di -20,00 mt da piano campagna, sono stati incontrati i seguenti terreni:

- Da 0,00 a -1,10 mt è presente un terreno vegetale di natura limosa sabbioso-ciottolosa con frustoli vegetali di colore marroncino con buona consistenza e scarsa plasticità;
- Da -1,10 a -7,60 mt è presente un limo con sabbia debolmente argilloso di ottima consistenza e mediocre plasticità di colore marrone rossastro. La frazione ciottolosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine dei millimetri;
- Da -7,60 a -16,00 mt è presente un'alternanza di sabbia limo-ciottolosa e limo argillo-sabbioso di colore beige con buona consistenza e scarsa plasticità. La frazione sabbiosa si presenta con granulometria medio-fine mentre la frazione ciottolosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni variabili dai millimetri ai centimetri;
- Da -16,00 a -20,00 mt (fondo foro) è presente un limo con argilla di colore blu grigiastro con ottima consistenza e ottima plasticità. Si osservano rare venature sabbiose a granulometria fine e finissima di colore blu grigiastro.

Sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreno, denominati S3-C1 e S3-C2, alle profondità comprese rispettivamente tra -5,00 mt e -5,50 mt da pc e tra -10,50 mt e -11,00 mt da pc. La presenza di falda acquifera non è stata riscontrata. Tutte le cassette catalogatrici dei terreni attraversati durante le operazioni di perforazione sono state fotografate e conservate.



Geol. F. M. COLUCCI
 S.O.: Via De Glusa, 4 - 70015 NOCI (BA)
 Tel/Fax (+39)080/2473484 - Cell. 338/4274387
 P. IVA 07627640720 - www.geomodelling.it
 e-mail: massimo.colucci76@gmail.com

SONDAGGIO S3

PERFORAZIONE A CAROTTAGGIO CONTINUO

INDAGINI GEOGNOSTICHE PROPEDEUTICHE ALLA
 PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELL'IMPIANTO
 EOLICO SITO IN LOCALITÀ "MONTAGNOLA" NEL
 COMUNE DI FERRANDINA (MT)

COMMITTENTE: F4 INGEGNERIA SRL

COORDINATE PIANE UTM WGS 84 33T

N = 4.487.858,99 E = 617.827,54

CAROTIERE CORONA	PROFONDITÀ M	POTENZA M	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITÀ FALDA	CAMPIONI INDISTURBATI RIMANEGGIATI	S.P.T.	CAROTTAGGIO		POCKET PENETROMETER TOE VALUE	PROVE IN FORO	STRUMENTAZIONE IN FORO	CASSETTE
								RQD	PRELIEVO				
SEMPLICE WIDIA	1	1,10		Terreno vegetale di natura limosa sabbioso-ciottolosa con frustoli vegetali di colore marroncino con buona consistenza e scarsa plasticità									1
	2												
	3												
	4	6,50		Limo con sabbia di colore marrone rossastro debolmente argilloso di ottima consistenza e mediocre plasticità. Si osserva la presenza di elementi ciottolosi poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dei millimetri									
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
	11												
	12	8,40		Alternanza di Sabbia limoso-ciottolosa e Limo argillo-sabbioso di colore beige con buona consistenza e scarsa plasticità. La sabbia si presenta con granulometria medio-fine. Gli elementi ciottolosi si presentano poligenici ed eterometrici, con dimensioni dell'ordine dai millimetri sino al centimetro									
	13												
	14												
	15												
	16												
	17												
	18	4,00		Limo con argilla di colore blu-grigiastro di ottima consistenza e ottima plasticità. Sono presenti rare venature sabbiose a granulometria fine e finissima di colore blu-grigiastro									
	19												
	20												

N.B.: IL FORO È STATO RIVESTITO CON TUBAZIONE PROVVISORIA DEL DIAMETRO DI 127 MM
 PER UNA PROFONDITÀ DI -1,50 MT DA PC.

FONDO FORO

DATA: 11/03/2020

REDATTA DA: GEOL. FEDELE MASSIMILIANO COLUCCI

SCALA 1: 100

8. Considerazioni sulla Sismicità dell'aera

La normativa sulla individuazione delle zone sismiche, OPCM n. 3274/2003 e s.m.i., dispone che l'abitato di Ferrandina sia classificato 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 Ferrandina sia classificato Zona Sismica "2d" con un PGA di subzoan (Peak Ground Acceleration) pari a **0.175** e una magnitudo attesa a distanza di 5 km pari a **5.2**.

Il suolo di fondazione per n. 2 aerogeneratori in progetto (FER A5 e FER A6) può essere associato, in base ai dati delle indagine sismiche eseguite nella campagna geognostica, alla categoria di suolo "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".

Per tali terreni i parametri sismici con un coefficiente topografico T2, sono:

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: C
Periodo di riferimento: 50 anni

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,041 g
Fo: 2,447
Tc*: 0,291 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,150 g
Fo: 2,497
Tc*: 0,348 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,580
St: 1,200
Kh: 0,015
Kv: 0,007
Amax: 0.729
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,020
Kv: 0,010
Amax: 0.970
Beta: 0,200

Categoria topografica: T2

Coefficiente cu: 1

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,055 g
Fo: 2,474
Tc*: 0,316[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
g: 0,193 g
Fo: 2,507
Tc*: 0,353 [s]

SLV:

Ss: 1,470
Cc: 1,490
St: 1,200
Kh: 0,064
Kv: 0,032
Amax: 2.601
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,410
Cc: 1,480
St: 1,200
Kh: 0,079
Kv: 0,039
Amax: 3.210
Beta: 0,240

Il suolo di fondazione per n. 4 aerogeneratori in progetto (FER A1, FER A2, FER A3 e FER A4) 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_{s30} , della categoria di terreno “B”, sono compresi tra 360 e 800 m/sec.

Per tali terreni i parametri sismici con un coefficiente topografico T2, sono:

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: B
Periodo di riferimento: 50 anni

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:30 [anni]

ag: 0,042 g

Fo: 2,445

Tc*: 0,291 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,153 g

Fo: 2,493

Tc*: 0,346 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1410

St: 1,200

Kh: 0,011

Kv: 0,005

Amax: 0.587

Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,390

St: 1,200

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0.782

Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,200

Cc: 1,360

St: 1,200

Kh: 0,053

Kv: 0,026

Amax: 2.159

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,190

Cc: 1,300

St: 1,200

Kh: 0,068

Kv: 0,034

Amax: 2.782

Beta: 0,240

Categoria topografica: T2

Coefficiente cu: 1

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,055 g

Fo: 2,479

Tc*: 0,315[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

g: 0,197 g

Fo: 2,501

Tc*: 0,351 [s]

8.1 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

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.a12 - Carta della Microzonazione Sismica in scala 1:5.000, l'area di sedime del parco eolico in progetto è divisa in n. 4 zone sismiche differenti: due classificate **Zone Stabili (b) suscettibili di amplificazioni locali**, mentre 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.

Tutti gli aerogeneratori in progetto saranno ubicati in zona stabili (b) suscettibili di amplificazione locale, e precisamente in zone classificate “Mz-b-2” (Zona di attenzione per amplificazione del moto sismico dovuto alla presenza di terreni granulari su versanti da mediamente a molto inclinati). Solo l’aerogeneratore FER A4 sarà ubicato in “Mz-b-1” (Zona di attenzione per amplificazione del moto sismico dovuto alla presenza di terreni granulari composti da conglomerati poligenici con lenti sabbiose disposti su versanti da poco a mediamente inclinate).

Le zone suscettibili di instabilità per la presenza di aree instabili “Mz-c-2” non saranno interessate nemmeno dal passaggio del cavidotto che collega i vari aerogeneratori, che invece interesseranno le aree “Mz-c-1” la cui possibile amplificazione del moto sismico è imputabile solo ad erosione accelerata superficiale e non a movimenti grafitativi profondi.

9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aerogeneratori in progetto

Il parco eolico in progetto è composto da n. 6 aerogeneratori disposti nell'agro del Comune di Ferrandina (MT) in località "Montagnola", quattro sul versante nord-orientale prospiciente la Valle del Fiume Basento e due sul versante sud-occidentale prospiciente l'alveo del Torrente La Vella.

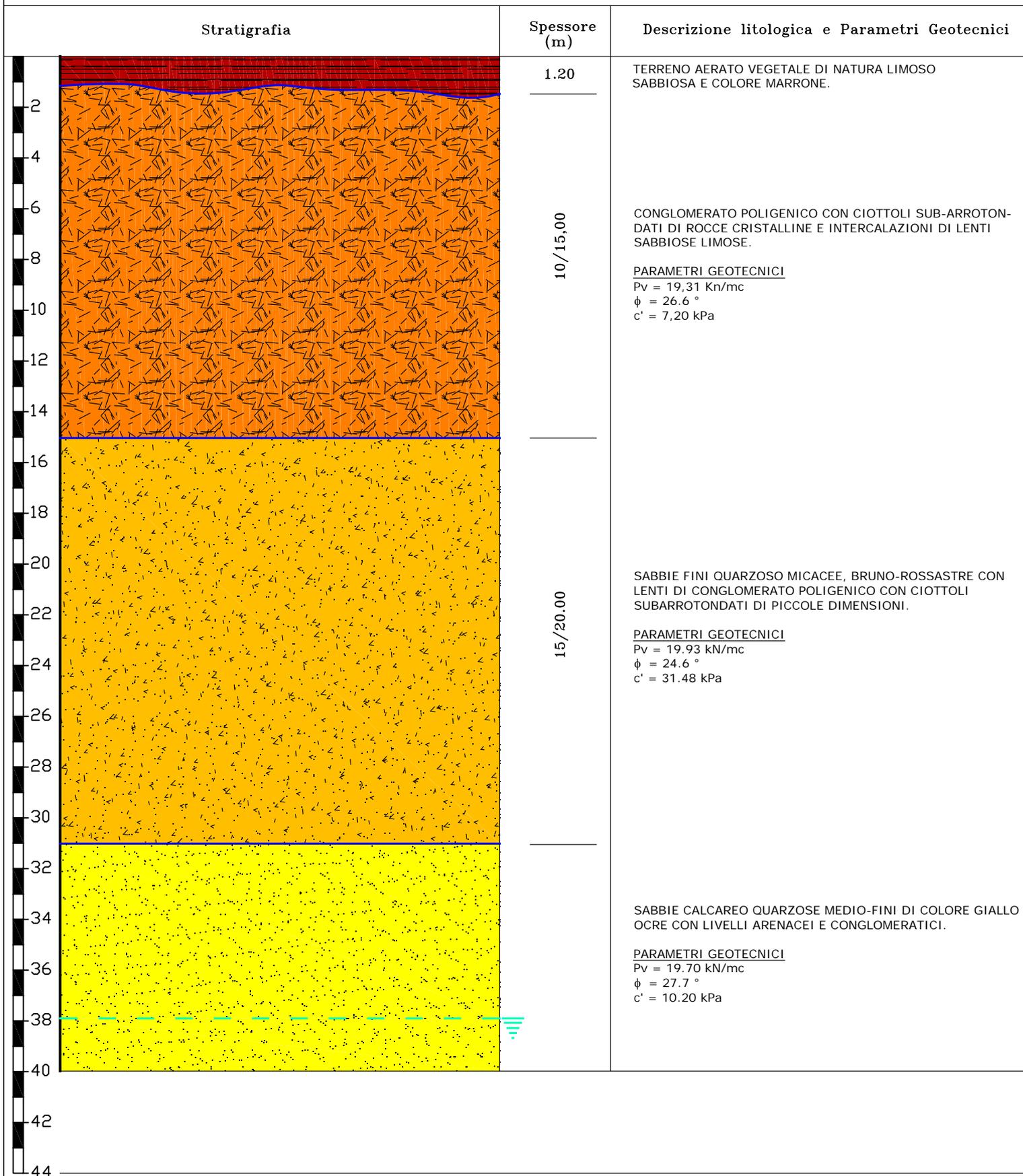
Entrambi i versanti sono composti da terreni granulari di deposizione per regressione marina, limoso argillosi nella porzione medio-bassa e sabbioso conglomeratici nella porzione alta; entrambe comunque interessate dalla presenza di fossi con erosione rimontate che producono, soprattutto nella porzione medio-bassa, valli profonde.

Di seguito si riportano n.3 Schemi Geotecnici con indicazioni dei parametri geotecnici ottenuti dalle analisi geotecniche di laboratorio eseguite e riportate nell'elaborato A3 – Report di fine Campagna.

Essi rivengono dalla generalizzazione dei profili geologici riportati nell'elaborato A16.a11, infatti, il primo schema raggruppa i profili geologici e geotecnici dei terreni in cui saranno ubicate le torri eoliche FER A1, FER A2 e FER A5; il secondo il profilo della torre FER A3 e il terzo quello delle Torri eoliche FER A4 e FER A6.

Nel paragrafo successivo, invece, si riportano i parametri geotecnici di riferimento dei terreni di sedime come ricostruito stratigraficamente lungo i versanti e schematizzato nei Profili Geologici.

SCHEMA GEOTECNICO DEI SEDIMENTI COMPONENTI I TERRENI DI SEDIME DEGLI AEROGENERATORI FER A4 – FER A6 Scala 1:200



10.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

- Valori medi (V_m) Conglomerato poligenico con ciottoli sub-arrotondati e lenti sabbiose

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 19.31 \text{ kN/m}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c' = 7.20 \text{ kPa}$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 26.60^\circ$ |

- Valori medi (V_m) Sabbie fini quarzose micacee con lenti di conglomerato poligenico

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 18.93 \text{ kN/m}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c' = 31.48 \text{ kPa}$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 24.60^\circ$ |

- Valori medi (V_m) sabbie calcareo quarzose medio fini con livelli arenacei e conglomeratici

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 19.70 \text{ kN/m}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c' = 10.20 \text{ kPa}$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 27.70^\circ$ |

- Valori medi (V_m) argilla limos grigio-azzurra

- | | |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Peso di volume naturale | $P_v = 19.57 \text{ kN/m}^3$ |
| <input type="checkbox"/> Coesione | $c' = 12.03 \text{ kPa}$ |
| <input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno | $\phi = 24.90^\circ$ |

Il D.M. 17-01-2018 “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 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

10.3 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

La verifica di stabilità di versante è stata eseguita lungo la linea di massima pendenza delle porzioni di versanti su cui è prevista l'ubicazione dei n.6 aerogeneratori in progetto. Essa è stata condotta in condizioni dinamiche (presenza di sisma) e considerando l'influenza sul versante dell'opera in progetto.

Il software utilizzato è SSAP 4.9.6 - Slope Stability Analysis Program (1991-2018) www.ssap.eu Build No. 10403 BY Dr. Geol. LORENZO BORSELLI - UASLP, San Luis Potosi, Mexico e-mail: lborselli@gmail.com - CV e WEB page personale: www.lorenzo-borselli.eu - già Ricercatore CNR-IRPI fino a Luglio 2011 - Ultima Revisione struttura tabelle del report: 14 aprile 2018.

Nell'elaborato A4 – Report Verifica di stabilità di Versante si riportano, per le n. 6 verifiche eseguite, tutti i dati geometrici sismici e geotecnici utilizzati e i risultati ottenuti con il Metodo di calcolo Jambo Rigoroso (Janbu 1973) che è risultato il metodo con F_s minimi più bassi e dunque più cautelativi.

Le singole verifiche mostrano che i terreni di sedime delle torri eoliche in progetto presentano, in relazione alle caratteristiche geotecniche assegnate, rivenienti dalle analisi geotecniche eseguite sui campioni prelevati, in relazione alle caratteristiche geometriche (pendenza), a quelle sismiche, alle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche di contorno e all'influenza dell'opera in progetto sul versante, risultano stabili e presentano fattori di sicurezza minimi (F_s) maggiori di 1.10 limite di sicurezza imposto.

Di seguito si riportano una tabella riepilogativa dei fattori minimi individuati.

Aerogeneratore	$F_{s\text{minimo}}$
FER A1	1.3207
FER A2	1.3178
FER A3	1.8396
FER A4	1.1260
FER A5	1.8074
FER A6	1.8276

Tutte le verifiche eseguite mostrano fattori minimi di sicurezza di molto superiori al valore di 1.10 imposto come limite di sicurezza. Solo la verifica eseguita sul versante dove sarà ubicata la torre FER A4 mostra fattori di sicurezza minimi di poco superiore il valore 1.10.

Analizzando i dati e tutte le superfici calcolate in tale verifica si evince che le superfici con fattore di sicurezza più basso sono concentrate nella zona del ciglio di scarpata dove la pendenza del versante composto da terreni conglomeratici risulta molto pendente, mentre la zona di ubicazione della torre eolica mostra superfici con F_s molto più alto e l'influenza del peso della struttura in progetto non varia la stabilità della zona.

11. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di n. 6 aerogeneratori da ubicare nell'agro del comune di Ferrandina (MT) in località "Montagnola", quattro sui versanti nord-orientali prospicienti la Valle del Fiume Basento e due sul versante sud-occidentali prospiciente L'alveo del Torrente La Vella.

Entrambi i versanti sono composti da terreni granulari di deposizione per regressione marina, limoso argillosi nella porzione medio-bassa e sabbioso conglomeratici nella porzione alta; entrambe comunque interessate dalla presenza di fossi con erosione rimontate che producono, soprattutto nella porzione medio-bassa, valli profonde.

Le opere in progetto 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 dagli alvei dei torrenti che incidono i versanti o dal ciglio della scarpata conglomeratica sommitale.

Dal punto di vista sismico, i terreni del sito indagato appartengono alla categoria "B" del suolo di fondazione per n. 4 aerogeneratori (FER A1, FER A2, FER A3 e FER A4), mentre per altri due (FER A5 e FER A61 e T4) alla categoria "C", in tutti i casi analizzati non vi è la presenza del badrock sismico nei primi 30.0 mt di profondità.

Gli stessi terreni sono stati classificati come terreni stabili suscettibili di amplificazioni locale del moto sismico, e per le caratteristiche fisiche e meccaniche non sono terreni liquefacibili tanto che è stata esclusa apriori la verifica a liquefazione.

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

Matera 23 aprile 2020

Il Geologo
Dott. Maurizio Giacomino



INDICE

1. Premessa	1
2. Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico.	2
3. Inquadramento Geologico Regionale	3
3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	5
4. Tettonica	7
5. Geomorfologia.....	8
6. Idrogeologia ed idrologia.....	10
7. Campagna di Indagini Geognostiche.....	19
7.1 sismica a rifrazione con tecnica MASW.....	19
7.1.1 MASW01.....	19
7.1.2 MASW02.....	20
7.1.3 MASW03.....	20
7.1.4 MASW04.....	21
7.2 sisma a rifrazione onde p	21
7.2.1 SISM ST01	21
7.2.2 SISM ST02	22
7.2.3 SISM ST03	23
7.2.4 SISM ST04	23
7.3 SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO.	24
7.3.1 SONDAGGIO MECCANICO S1.....	25
7.3.3 SONDAGGIO MECCANICO S3.....	29
8. Considerazioni sulla Sismicità dell'aera	31
8.1 STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA	32
9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aereogeneratori in progetto	34
10.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	38
10.2 Parametri caratteristici.....	38
10.3 Parametri di progetto	39
10. Analisi di stabilità di versante	40
11. Considerazioni conclusive.....	42