



REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
MASCHITO



COMUNE DI
VENOSA



COMUNE DI
MONTEMILONE



PROVINCIA
DI POTENZA

PROGETTO DEFINITIVO

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa, Maschito e Montemilone (Pz).

Titolo elaborato

A.2 RELAZIONE GEOLOGICA

Codice elaborato

F0624DR01A

Scala

:-: -:-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro
specifica autorizzazione.

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)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Angelo CORRADO
Ing. Mariagrazia PIETRAFESA
Geom. Nicola DEMA
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Arch. Gaia TELESCA
Sig. Vito PIERRI



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche



GEOLOGIA

Dott. Geol. Maurizio Giacomino
Via del Ginepro, 23 - 75100 Matera
TEL. 3409134882
PEC: mauriziogiacomino@pec.it

Committente



VENOSA srl
Via Dante 7 20123
Milano

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Gennaio 2024	Prima Emissione	GM	--	--

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 tra gli abitati di Maschito e Venosa (PZ) dove si intende realizzare un parco eolico composto da n. 6 aerogeneratori con annesse piste e piazzole di stoccaggio.

Per la stessa società e in un'area adiacente, nell'anno 2021, fu eseguita dal sottoscritto una campagna di indagini geognostiche per la progettazione di un parco eolico composta da indagini dirette come sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio continuo e prelievo di campioni indisturbati per analisi geotecniche di laboratorio e indagini indirette composta da sismiche a rifrazione condotte con in Onde P e Sh e con tecnica MASW.

Queste ultime sono state integrate con altri n. 4 stendimenti sismici a rifrazione eseguite nelle immediate vicinanze dei punti di ubicazione di n. 6 aerogeneratori in progetto.

Le indagini dirette e indirette sopra indicate sono sicuramente adottabili per il presente lavoro e la loro ubicazione è riportata nell'elaborato F0624DT02A "Planimetria Ubicazione Indagini" con quelle eseguite di recente.

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 Distrettuale dell'Appennino Meridionale UoM della Puglia riguardanti le Aree a Rischio Idrogeologico.

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. 2 Sondaggi Meccanici a Carotaggio Continuo con prelievo di campioni sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio.

- n. 4 stendimenti sismici a rifrazione eseguiti con tecnica MASW ubicati nell'area di sedime degli aerogeneratori in progetto.
- n.4 stendimenti sismici a rifrazione in Onde P e SH ubicati sempre nell'area di sedime degli aerogeneratori in progetto;

L'ubicazione di tutte le indagini eseguite è riportata nell'Allegato F0624DT01A A.16.A.7 "Planimetria Ubicazione indagini" mentre l'intero lavoro si compone dei seguenti elaborati descrittivi e cartografici, quali:

- F0624DR01A - Relazione Geologica
- F0624DR02A - Report di Fine Campagna Geognostica
- F0624DT01A - Planimetria ubicazione indagini Scala 1:2.000
- F0624DT02A - Carta Geologica Scala 1:2.000
- F0624DT03A - Carta Geomorfologica Scala 1:2.000
- F0624DT04A - Carta Idrogeologica Scala 1:2.000
- F0624DT05A - Profili Geologici Scala 1:2.000
- F0624DT06A - Carta della Microzonazione Sismica Scala 1:2.000
- F0624DT07A - Carta di Sintesi finale della Criticità e Pericolosità
Geologica e Geomorfologica Scala 1:2.000

2. Piano Stralcio Difesa Rischio Idrogeologico.

L'area interessata dall'installazione dei n. 6 nuovi aerogeneratori ricade nel Comune di Venosa e Maschito, territorio che rientra nella UoM della Puglia (Ex Autorità di Bacino della Puglia), che ha perimetrato nei territori comunali di Venosa e Maschito aree a Rischio Idrogeologico sia di natura Geomorfologica (frane, erosione accelerata, smottamenti ecc.) sia di natura Idrogeologica (alluvioni).

Queste aree, però sono lontane dalle zone di ubicazione degli aerogeneratori in progetto, i quali, pertanto, non sono interessati da aree vincolate o aree classificate e rischio idrogeologico o idraulico.

3. Inquadramento Geologico Regionale

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

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

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

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

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

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

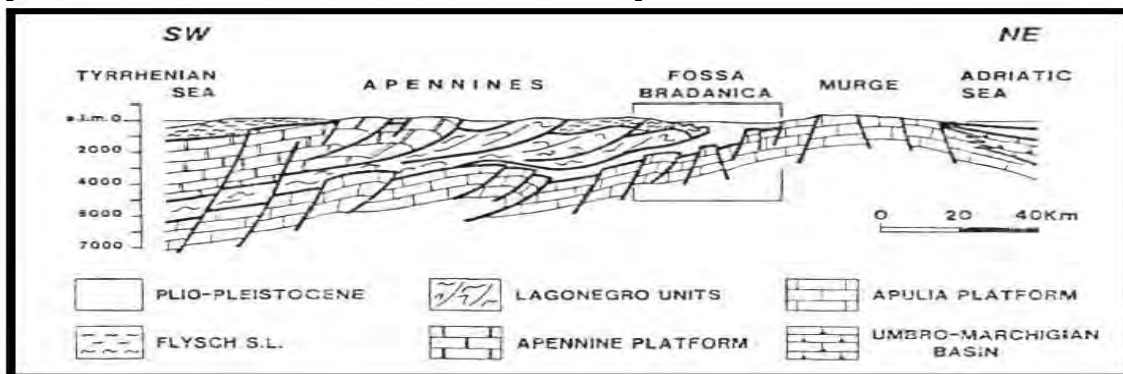
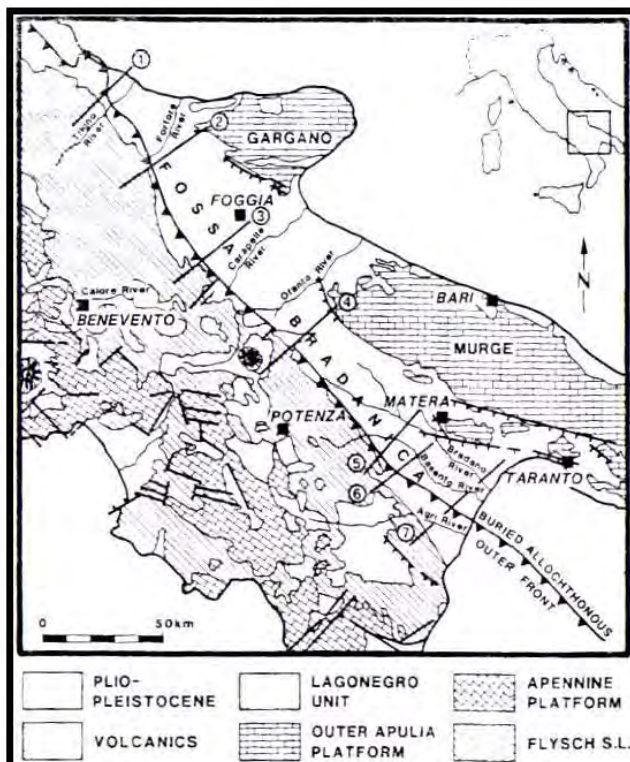


Fig. B - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell’Appennino Meridionale

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

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

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

La formazione dei **Conglomerati e Arenarie di Oppido Lucano** è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici che presentano caratteri di deposito litorale-neritico (di spiaggia), sono presenti difatti strutture come clinostratificazioni e stratificazione incrociata, nonché macrofauna tipica di tale ambiente. Data la presenza di Pectinidi, Ostreidi e Lamellibranchi la datazione è fatta risalire alla parte più alta del Pliocene. Questi depositi poggiano in regressione 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'ASvanfossa 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.

Prodotti del Vulture che invece sono abbondanti nei depositi fluvio-lacustri e lacustri del bacino di sedimentazione del Lago prosciugato di Venosa-Matinelle formatosi per innalzamento tettonico che nella zona di Palazzo San Gervasio ha portato al troncamento del corso del Torrente Basentello ed all'uncinamento dei torrenti della zona di Venosa.

3.1 GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

L'area oggetto di studio e le zone limitrofe, come riportato nella Carta Geologica in scala 1:2.000 (All. F0624DT04A), ricade sul fronte della catena appenninica, nella zona di transizione al bacino di sedimentazione Plio-Pleistocenico dell'Avanfossa ("Fossa Bradanica", Tropeano et al., 2002).

Il margine appenninico (fronte della catena) è costituito da una serie di successioni, quali: Formazione dei Galestri, Flysch Rosso, Argille Varicolori, Flysch Numidico, Unità di Serra Palazzo e Unità della Daunia; tutte strutturate secondo un ventaglio imbricato (Pescatore et al., 1999 e bibliografia contenuta).

I terreni più antichi sono costituiti dalle successioni, appartenenti alle Unità Lagonegresi, della Formazione dei Galestri, del Flysch Rosso e delle Argille Varicolori.

La Formazione dei Galestri (Cretacico inferiore) è caratterizzata da una monotona alternanza di calcari, marne silicee e peliti, seguita da flussi gravitativi calcareo-clastici alternati a marne e argille rosse (Flysch Rosso, Cretacico superiore-Eocene) e da una successione molto caotica a prevalente componente argillosa (Argille Varicolori).

La prosecuzione stratigrafica della successione pelagica Lagonegrese è rappresentata dai depositi del bacino numidico, di età Oligocene superiore-Miocene inferiore, che in questo settore della catena sono rappresentati dal solo Flysch Numidico del bacino irpino.

I depositi medio-alto-miocenici (bacino irpino, Pescatore et al., 1999) sono costituiti dalla Formazione di Serra Palazzo e da quelli del Flysch di Faeto (Pescatore et al., 1999).

Quest'ultimo è rappresentato da calcareniti bioclastiche e marne a foraminiferi di età Langhiano-Tortoniano;

Nell' area di stretto interesse e nelle zone limitrofe, come riportato nella Carta Geologica in scala 1:2000 (All. F0624DT04A), affiorano, dal basso verso l'alto i seguenti litotipi:

- ❖ **FORMAZIONE DELLA DAUNIA:** Calcari marnosi biancastri e giallastri, in piccoli strati avvolta con selce. Marne biancastre giallastre, scisti marno-so-argillosi verdastri. Arenarie molasse giallastre, calcareniti grigio-azzurre con foraminiferi rimaneggiati, resti di lamellibranchi e denti di pesci. (TORTONIANO-AQUITANIANO).
- ❖ **COMPLESSO DEGLI ARGILLOSCISTI VARICOLORI:** Alternanza di: argillo-marnoscisti giallastri verdastri, calcari anche marnosi in piccoli strati varicolori, calcari sub-cristallini ceroidi oppure silicei biancastri, Diaspri rossi a livelli mangesiferi con intercalazioni di scisti argillosi-silicei e scisti bituminosi. (AQUITANIANO-OLIGOCENE SUP.).
- ❖ **ARGILLE SUBAPPENNINE:** Argille marnoso siltose o sabbiose di colore grigio-azzurro con rare lenti sabbiose che rappresentano il termine basale del Ciclo sedimentario della Fossa Bradanica.
- ❖ **SABBIE DI MONTE MARANO:** Sabbia limosa debolmente argillosa di colore giallastro 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.

- ❖ **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**.
- ❖ **Depositi Lacustri di Venosa:** composti da sabbie grigie, giallastre e rossastre con intercalazioni di livelli travertinosi, lapilli grossolani gradati tufi a pomice di colore chiaro e frammenti lavici, ed infine, solo nella parte alta del deposito, conglomerati ed elementi sedimentari e lavici.
- ❖ **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, 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 di un lago (Lago di "Venosa-Matinelle"), poi prosciugatosi per cattura da parte del Torrente Olivento, e il netto cambio di direzione dei fossi e torrenti nella zona di Venosa.

A sud-est di Palazzo S.G., invece, 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 Venosa e in generale nella parte centrale dell'Avanfossa Bradanica, nei terreni di chiusura del ciclo sedimentario dell'Avanfossa Bradanica, non sono presenti indici di grossi movimenti tettonici, quali faglie, pieghe o sovrascorrimenti, ma solo piccole fratture determinate dal sollevamento generale descritto in precedenza.

5. Geomorfologia

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

Tali terreni sono prossimi al contatto con le falde esterne dei terreni dell'appennino che nella zona costituiscono il substrato profondo, rappresentato dai calcari marnosi della Formazione della Daunia e dal complesso degli Argilloscisti Varicolori.

La continuità dell'intera spianata è interrotta da fossi a carattere torrentizio che scorrono secondo un reticolo dentritico verso la valle del Fiumara di Venosa.

I fossi principali presentano valli poco incise e ampie sui cui versanti affiorano terreni sabbiosi e conglomeratici e nella zona del Fosso "Velle Randico" anche terreni appartenenti alla Formazione Argillosa delle Argille Subappennine.

Su tutti i pianori dove verranno ubicate le torri eoliche, tali terreni risultano stabili, solo in prossimità dei cigli dei versanti si instaurano sulle pareti conglomeratiche e sui versanti sabbiosi fenomeni franosi da crollo o di erosione superficiale accelerata, comunque, tutti gli aerogeneratori, le strade di progetto, le piazzole e le piste temporanee sono ubicati a distanza di sicurezza dai versanti soggetti ad instabilità dovuta ad intensa erosione, le quali con le altre forme geomorfologiche sono riportate nell'allegato F0624DT03A Carta Geomorfologica.

Anche il percorso esterno del cavidotto, che percorrendo il fondo di strade provinciali, raggiunge la stazione elettrica sul versante opposto la valle del Torrente Fiumara di Venosa non interseca o lambisce aree instabili o potenzialmente pericolose attuali o in relazione alla loro evoluzione nel tempo.

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" 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 30.0 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 F06124DT04A Carta Idrogeologica 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 poco profondi a 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 Fiumara di Venosa.

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	805	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	854	16°	13'	24"	40°	13'	0"
51	Salandra	598	16°	19'	8"	40°	30'	1"
52	San Basilio	67	16°	42'	8"	40°	19'	0"
53	San Giorgio Lucano	416	16°	24'	24"	40°	7'	0"
54	San Martino d'Agri	661	16°	4'	24"	40°	14'	0"
55	San Mauro Forte	565	16°	16'	24"	40°	29'	0"
56	San Severino Lucano	884	16°	9'	24"	40°	0'	1"
57	Scifra	780	15°	47'	19"	40°	34'	0"
58	Senise	330	16°	18'	24"	40°	8'	1"
59	Stigliano	908	16°	14'	51"	40°	24'	1"
60	Teana	800	16°	9'	8"	40°	7'	1"
61	Terranova di Pollino	930	16°	18'	8"	39°	59'	0"
62	Tolve	568	16°	2'	24"	40°	42'	0"
63	Torre Accio	140	16°	40'	29"	40°	24'	0"
64	Tramutola	654	15°	45'	53"	40°	1'	0"
65	Trecchina	500	15°	48'	24"	40°	0'	1"
66	Tursi	348	16°	29'	24"	40°	15'	0"
67	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".

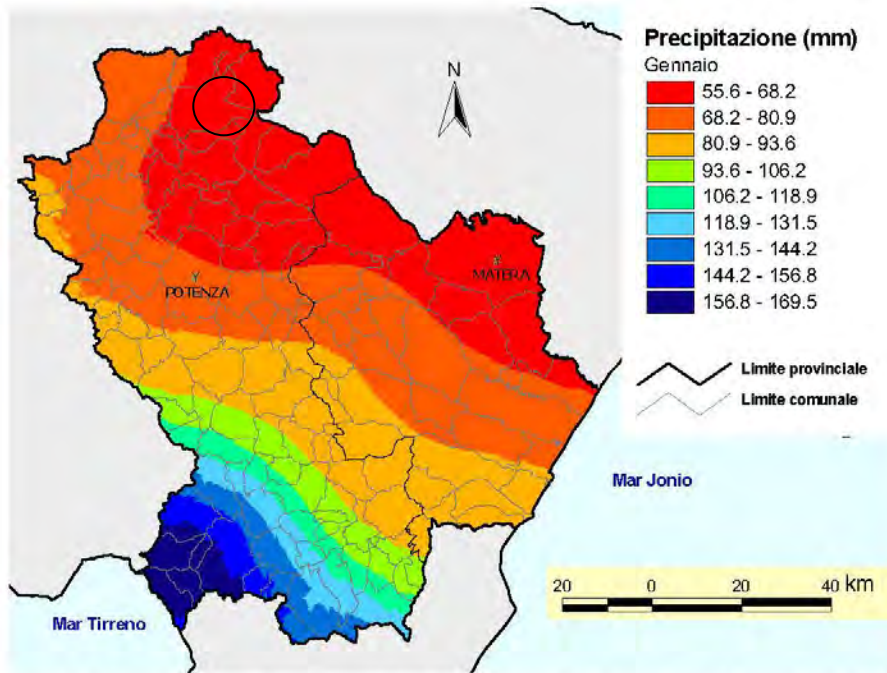


Figura 5: Mappa spaziale delle precipitazioni di gennaio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

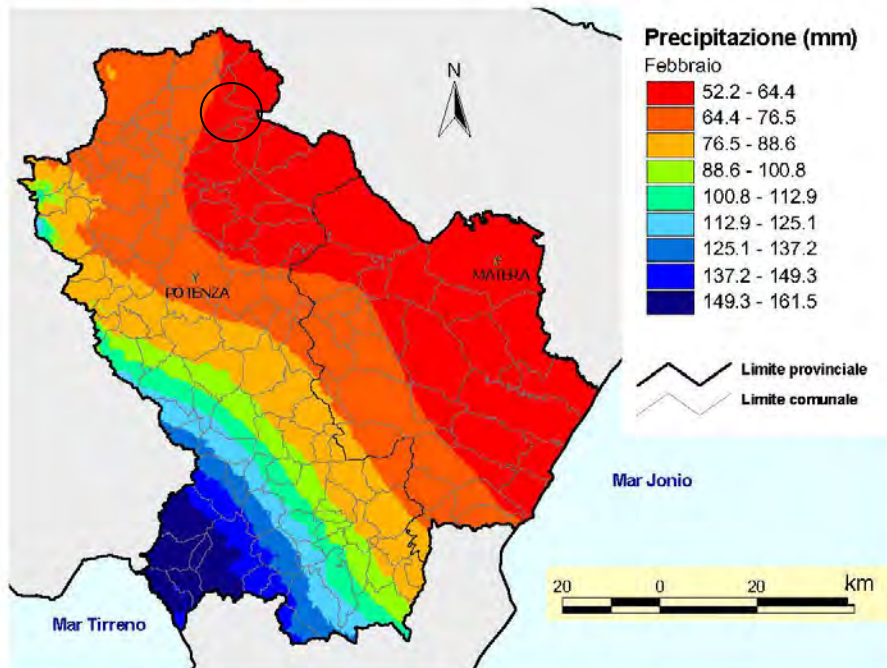


Figura 6: Mappa spaziale delle precipitazioni di febbraio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

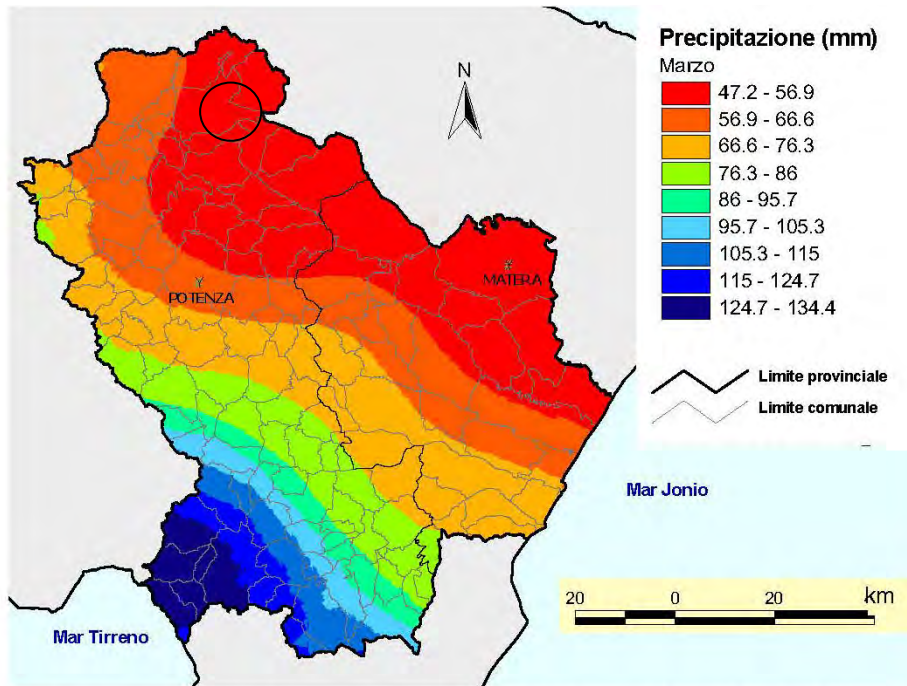


Figura 7: Mappa spaziale delle precipitazioni di marzo ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

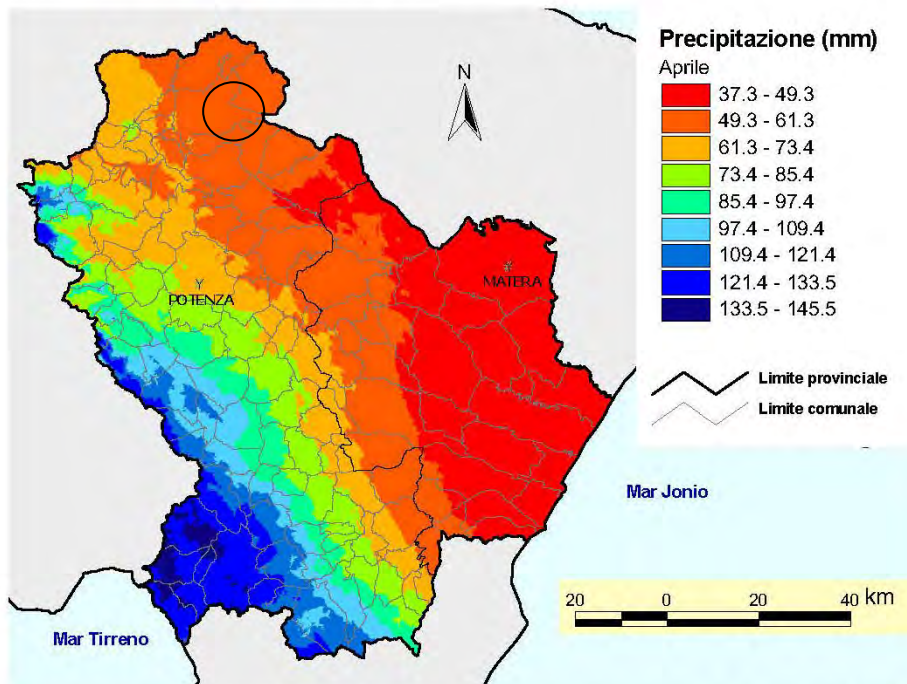


Figura 8: Mappa spaziale delle precipitazioni di aprile ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

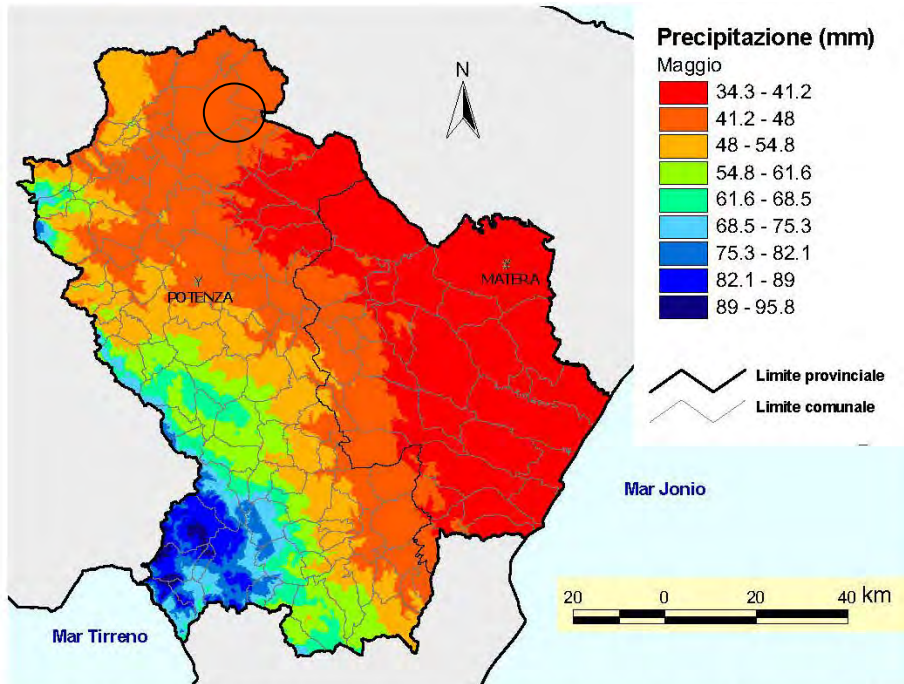


Figura 9: Mappa spaziale delle precipitazioni di maggio ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

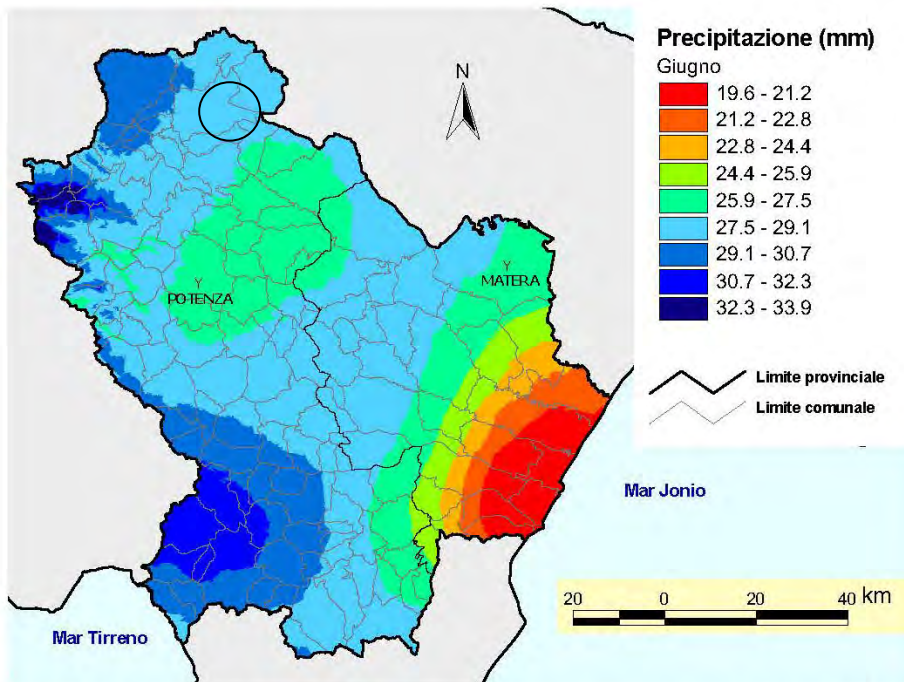


Figura 10: Mappa spaziale delle precipitazioni di giugno ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

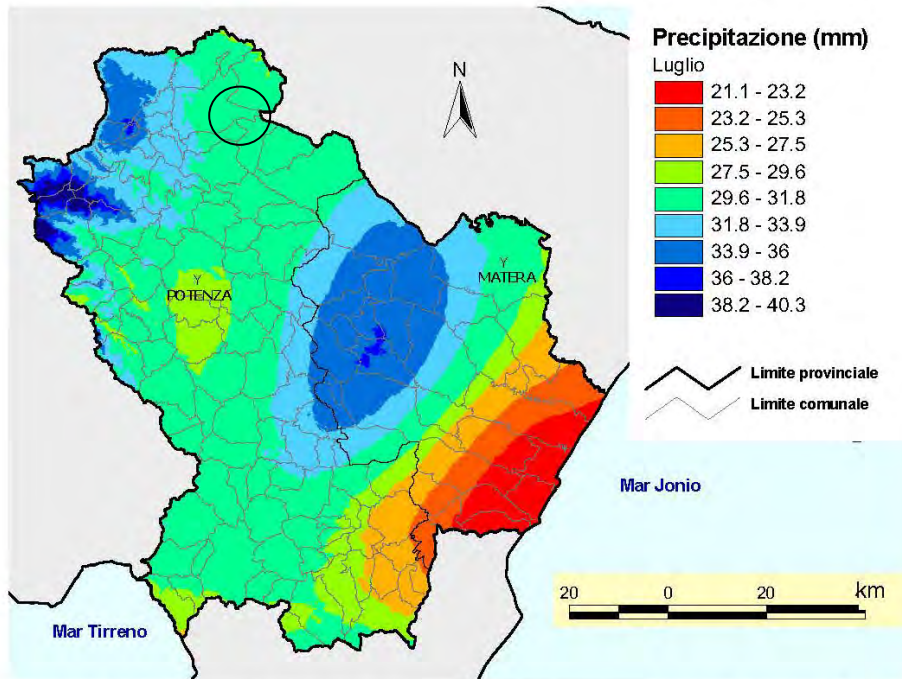


Figura 11: Mappa spaziale delle precipitazioni di luglio ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

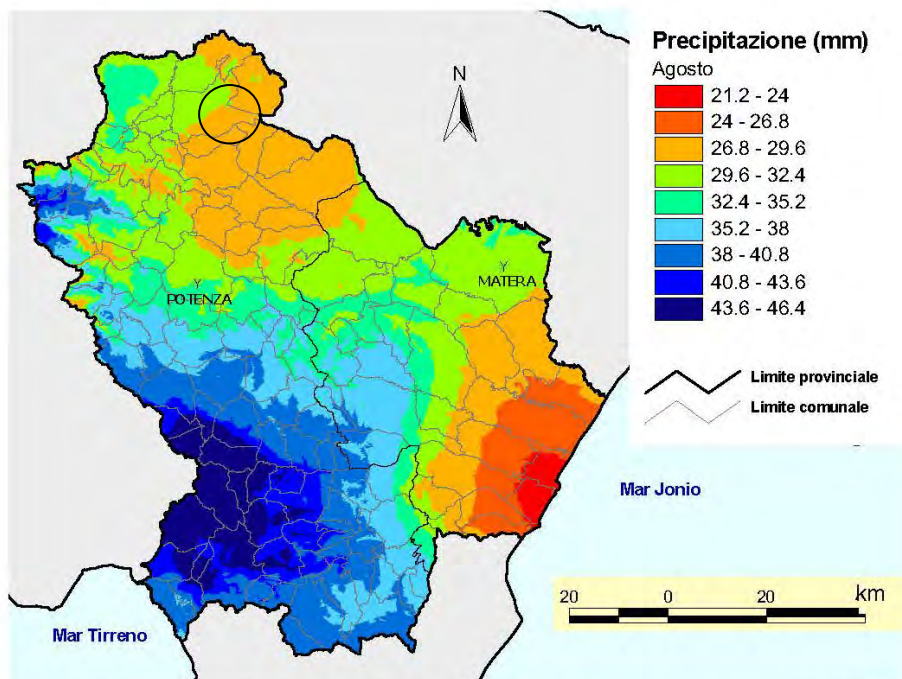


Figura 12: Mappa spaziale delle precipitazioni di agosto ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

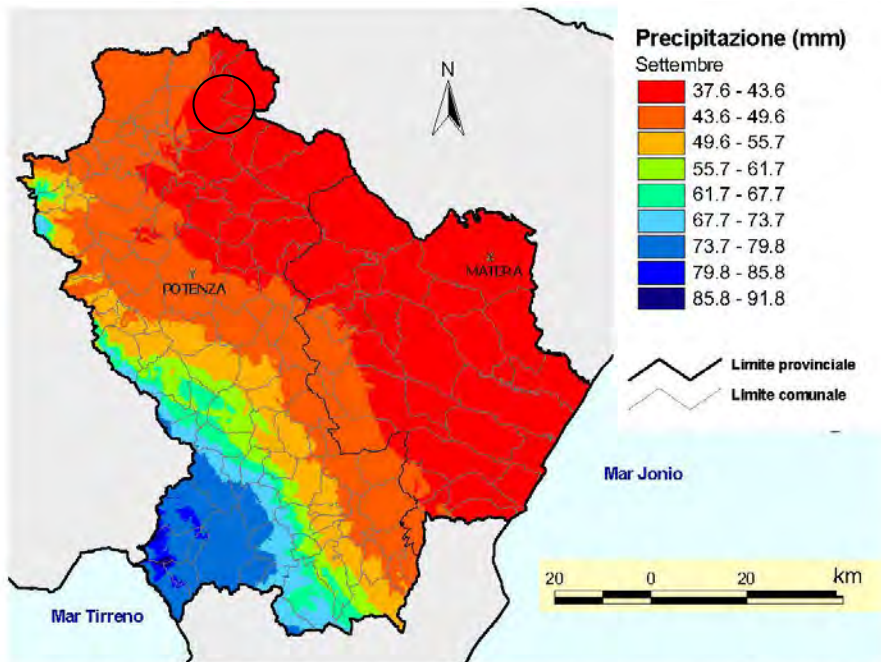


Figura 13: Mappa spaziale delle precipitazioni di settembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

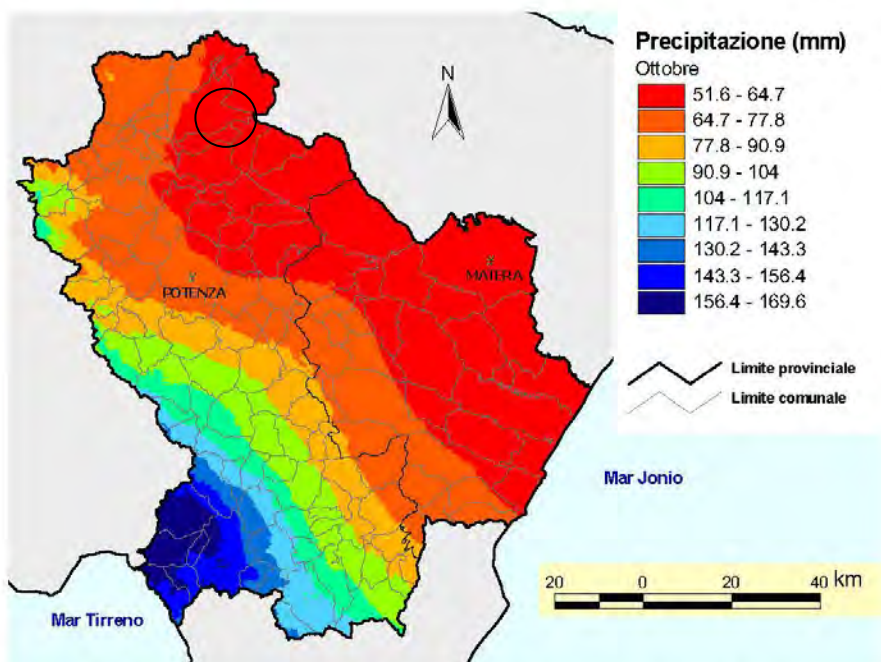


Figura 14: Mappa spaziale delle precipitazioni di ottobre ottenuta con la tecnica del cokriging co-localato.

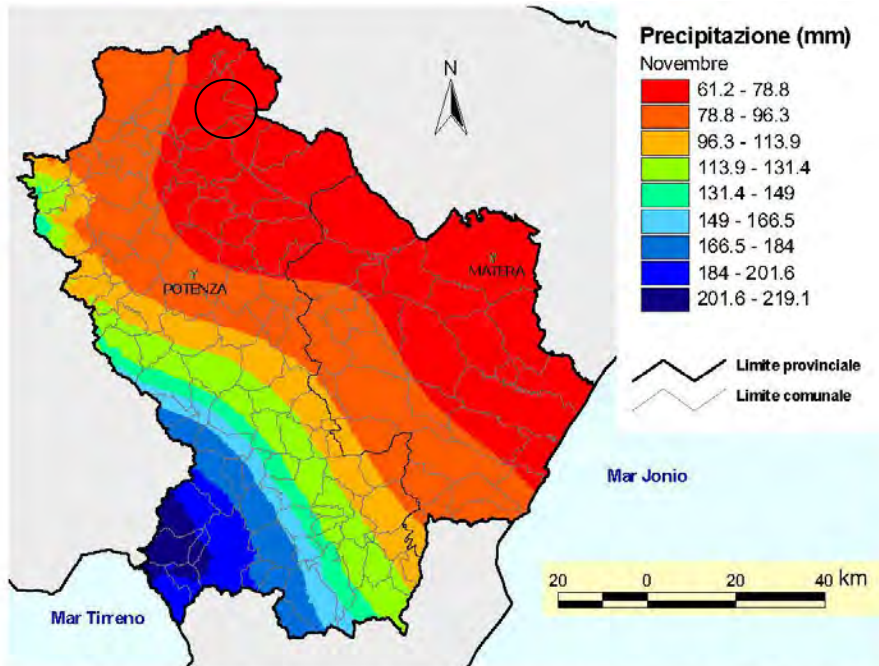


Figura 15: Mappa spaziale delle precipitazioni di novembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

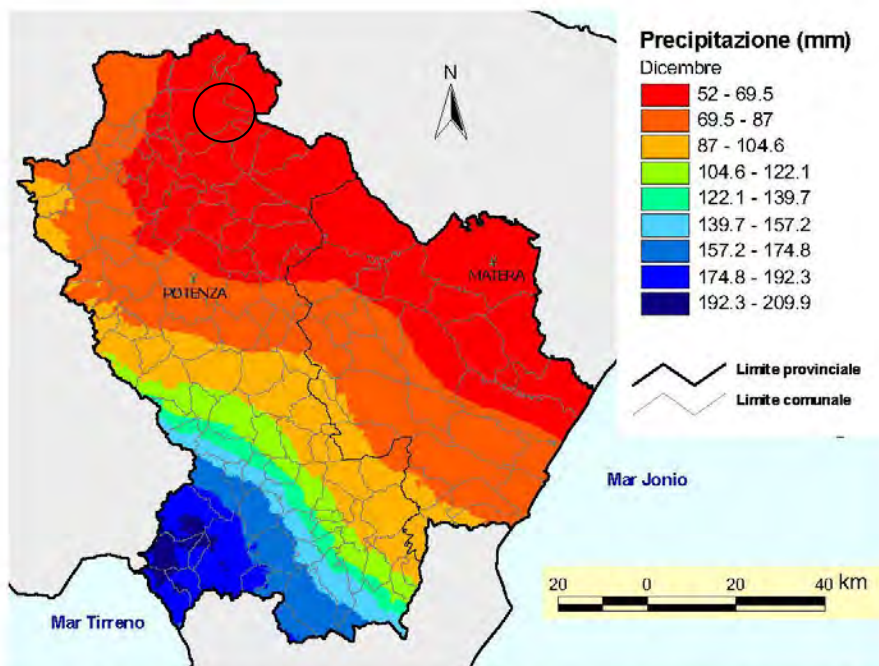


Figura 16: Mappa spaziale delle precipitazioni di dicembre ottenuta con la tecnica del cokriging co-locato.

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. 4 Stendimenti sismici a Rifrazione eseguiti con tecnica MASW e altrettanti stendimenti eseguiti in Onde P e SH per la verifica stratigrafica dei primi metri di sottosuolo, inoltre, sono stati consultati n. 2 Sondaggi Meccanici a Carotaggio Continuo con prelievo di campioni indisturbati sottoposti ad analisi geotecniche di laboratorio eseguiti nelle vicinanze dell'area di stretto interesse con altri n. 8 stendimenti sismici a rifrazione con tecnica MASW.

La loro ubicazione, indicata nell'allegato F0624DT01A "Planimetria ubicazione indagini" in scala 1:2.000 in cui sono riportati anche l'ubicazione delle indagini consultate.

7.1 INADGINE SISMICA – MASW.

Sulla base delle risultanze delle indagini MASW condotte nelle aree oggetto di studio, i cui risultati sono riportati nell'elaborato F0624DR02A – Report di Fine Campagna Geognostica, 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	Depositati 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	Depositati 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.

Riepilogo dei risultati

Per lo **stendimento MASW01**, 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 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.

7.2 INADGINE SISMICA – SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P E SH.

Sugli stessi stendimenti sismici sono state eseguite indagini in Onde P e Sh, i cui risultati sono riportati nell'elaborato F0624DR02A – Report di Fine Campagna Geognostica.

Di seguito di riportano i principali parametri fisico calcolati

• 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

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;
 λ = coefficiente di Lamé;
R= rigidità sismica;
 E_d = modulo edometrico.

7.3 SONDAGGI MECCANICI CONSULTATI.

I dati e le informazioni rivenienti dall'esecuzione di sondaggi meccanici condotti, nell'anno 2021, per la redazione della relazione Geologica per la progettazione del Parco Eolico "Cerentino" le cui torri eoliche sono ubicate nelle vicinanze dell'area di stretto interesse, sono sicuramente adottabili per la redazione del presente lavoro in quando hanno interessato terreni della stessa natura geologica e nella stessa situazione geomorfologica.

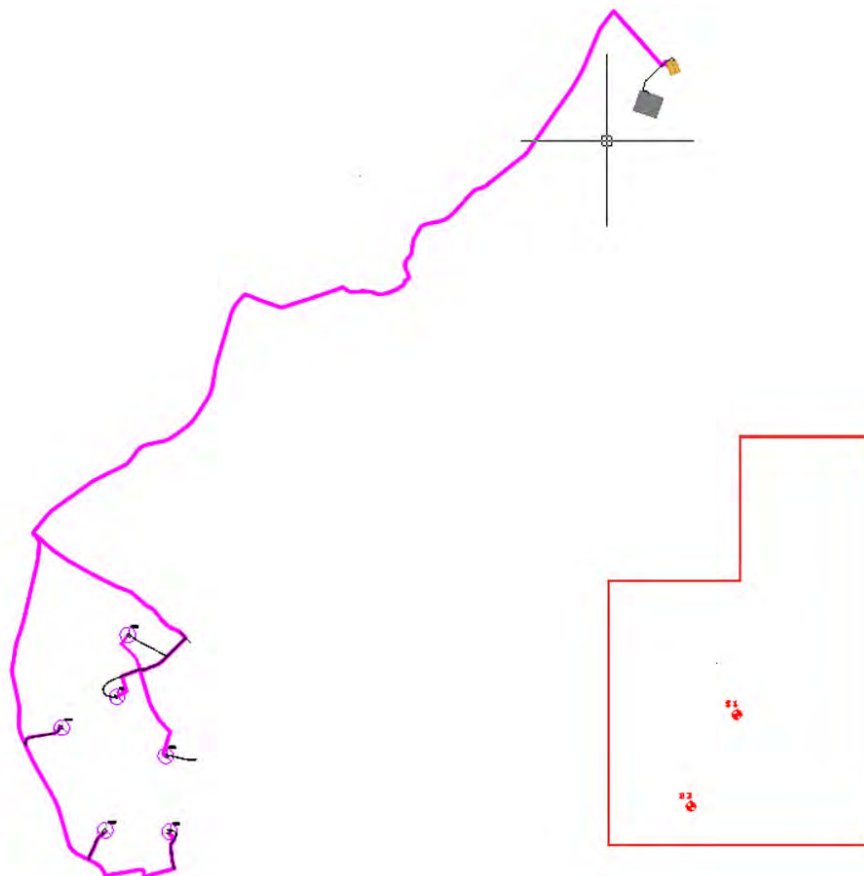


Figura 17: Posizionamento dei sondaggi effettuati per il parco eolico "Cerentino" rispetto alla posizione del parco eolico "Venosa"

I due sondaggi meccanici consultati sono stati spinti sino ad una profondità massima di -20,00 mt da piano campagna e in essi è stato eseguito il prelievo di n. 3 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby".

Le colonne stratigrafiche, e i relativi report fotografici, dei terreni attraversati sono riportati in allegato F0624DR02A A2.1 Report di Fine Campagna Geognostica.

Di seguito, invece, oltre alla loro ubicazione nel sistema di riferimento UTM Datum WGS84 33T, si riporta una breve descrizione

ID	Coordinata Est (mt)	Coordinata Nord (mt)	Quota slm (mt)
----	---------------------	----------------------	----------------

S1	576.755,05	4.532.048,16	439,28
S2	576.271,86	4.531.080,56	427,55

Tabella 1-Coordinate piane ed altimetriche delle ubicazione dei sondaggi geognostici realizzati

7.3.1 Sondaggio 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 -1,60 mt è presente un limo con sabbia ghiaioso di colore marrone scuro con buona consistenza e scarsa plasticità;

Da -1,60 a -6,40 mt è presente un'alternanza di sabbia con ghiaia limosa e ghiaia con sabbia limosa di colore beige di ottima consistenza e scarsa plasticità. La frazione sabbiosa si presenta a granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine dal millimetro al centimetro;

Da -6,40 a -20,00 mt (fondo foro) è presente una ghiaia con sabbia limosa di colore giallastro mediamente cementata. La matrice sabbiosa si presenta con granulometria medio-fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni variabili dai centimetro al decimetro;

Sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati di terreno, denominati S1-C1 e S1-C2, alle profondità comprese rispettivamente tra -4,00 mt e -4,50 mt da pc e tra -9,00 mt e -9,50 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.

7.3.1 Sondaggio 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 -0,80 mt è presente un limo sabbioso debolmente ciottoloso di colore marroncino scarsamente consistente;

Da -0,80 a -3,80 mt è presente un limo con sabbia di colore marrone scuro con buona consistenza e media plasticità. Presenza di lenti decimetriche di natura ghiaiosa ad elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine centimetrico;

Da -3,80 a -9,70 mt è presente un'alternanza di sabbia con ghiaia limosa e ghiaia con sabbia limosa di colore beige di ottima consistenza e scarsa plasticità. La frazione sabbiosa si presenta a granulometria da media a fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni dell'ordine dal millimetro al centimetro;

Da -9,70 a -20,00 mt (fondo foro) è presente una ghiaia con sabbia limosa di colore giallastro

mediamente cementata. La matrice sabbiosa si presenta con granulometria medio-fine mentre la frazione ghiaiosa si presenta con elementi poligenici ed eterometrici con dimensioni variabili dai centimetro al decimetro;

E' stato prelevato n. 1 campione indisturbato di terreno, denominato S2-C1, alla profondità compresa tra -8,00 mt e -8,50 mt da pc. La presenza di falda acquifera non è stata riscontrata

7.4 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Come innanzi detto per i sondaggi meccanici, anche le analisi geotecniche dei campioni prelevati nei essi sono sicuramente adottabili per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ddi stretto interesse.

I relativi certificati sono riportati nell'elaborato F0624DR02A A2.1 Report di Fine Campagna Geognostica e ordinatamente i certificati del campione S1-C1 hanno numerazione progressiva dal N. 687T al N. 992T, i certificati del campione S1-C2 hanno numerazione progressiva dal N. 993T al N. 998T e i certificati del campione S2-C1 hanno numerazione progressiva dal N. 999T al N. 1004T.

Dall'osservazione della curva cumulativa della granulometria, ottenute elaborando i dati della setacciatura per vagliatura e delle analisi per sedimentazione, si può osservare che:

Il campione S1-C1 è definibile come una ghiaia con Sabbia e Limo, difatti le percentuali ricavate delle singole frazioni granulari sono: Ghiaia 42,29%, Sabbia 27,03%, Limo 26,08%, Argilla 4,59% con un peso di volume naturale pari a 17,56 kN/m³. Secondo la Carta di Plasticità (USCS) il campione è definito come Argille inorganiche da bassa a media plasticità (CL). La prova di taglio, effettuata in condizioni consolidate e drenate, evidenzia un valore di angolo di attrito pari a 27,6° ed un valore della coesione efficace pari a 11,70 kN/m².

Il campione S1-C2 è definibile come una Ghiaia Sabbioso-Limosa, difatti le percentuali ricavate delle singole frazioni granulari sono: Ghiaia 63,17%, Sabbia 23,02%, Limo 11,85%, Argilla 1,95% con un peso di volume naturale pari a 19,25 kN/m³. Secondo la Carta di Plasticità (USCS) il campione è definito come Argille inorganiche da bassa a media plasticità (CL). La prova di taglio, effettuata in condizioni consolidate e drenate, evidenzia un valore di angolo di attrito pari a 29,7° ed un valore della coesione efficace pari a 5,44 kN/m².

Il campione S2-C1 è definibile come una Ghiaia con Limo e Sabbia debolmente Argillosa, difatti le percentuali ricavate delle singole frazioni granulari sono: Ghiaia 40,80%, Sabbia 26,28%, Limo 26,82%, Argilla 6,10% con un peso di volume naturale pari a 19,27 kN/m³. Secondo la Carta di Plasticità (USCS) il campione è definito come Argille inorganiche da bassa a media plasticità (CL). La

prova di taglio, effettuata in condizioni consolidate e drenate, evidenzia un valore di angolo di attrito pari a $28,1^\circ$ ed un valore della coesione efficace pari a $7,13 \text{ kN/m}^2$.

Per quanto attiene le ulteriori caratteristiche fisiche-meccaniche dei campioni sin qui riportati e i relativi grafici sperimentali, si rimanda in allegato F0624DR02A A2.1 “Report di Fine Campagna Geognostica”.

8. Considerazioni sulla Sismicità dell'area

8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO

La normativa regionale indicata nella L. R. n. 9 del 07/06/2011, dispone che l'abitato 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 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 ad un punto intermedio della macrozona sismica comprendente le aree di sedime delle ttorri eoliche in progetto, le quali ricadono su pianori o versanti con pendenze tali da ricadere nella cat. topografica T1.

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: B
Periodo di riferimento: 50 anni

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,045 g

Fo: 2,463

Tc*: 0,285 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,163 g

Fo: 2,542

Tc*: 0,425 [s]

COEFFICIENTI SISMICI

SLO:

Ss: 1,200

Cc: 1410

St: 1,000

Kh: 0,011

Kv: 0,005

Amax: 0.527

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200

Cc: 1,390

St: 1,000

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0.668

Beta: 0,200

Categoria topografica: T1

Coefficiente cu: 1

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,057 g

Fo: 2,557

Tc*: 0,312 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

g: 0,211 g

Fo: 2,515

Tc*: 0,437 [s]

SLV:

Ss: 1,180

Cc: 1,310

St: 1,000

Kh: 0,046

Kv: 0,023

Amax: 1.918

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,180

Cc: 1,300

St: 1,000

Kh: 0,073

Kv: 0,046

Amax: 2.553

Beta: 0,280

8.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il secondo livello di approfondimento della sismicità locale si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità e instabili).

La sovrapposizione areale dei due fenomeni sopra descritti costituisce la “Carta di Microzonazione sismica” che nello specifico è stata redatta secondo quanto dettato dagli “Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica” (ICMS).

I fattori di amplificazione locale sono stati valutati solo in base alla situazione litostratigrafica non essendoci nell’area di studio:

- zone suscettibili di instabilità di alcun tipo fra quelle previste negli "ICMS";
- condizioni topografiche che determinino fenomeni di amplificazione o altre contesti di incompatibilità, quali bacini sepolti;
- situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità con $V_s \text{ rig}/V_s \text{ sof} > 2$ con $V_s \text{ rig} > 500 \text{ m/s}$;
- aree con deformazioni permanenti;

e sono stati impiegati gli abachi riportati al capitolo 3.2 Appendice 3 Volume 2 Parte III di ICMS i quali sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente $V_s = 800 \text{ m/s}$ (bedrock sismico).

Il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 substrati di spessore costante. Questa suddivisione consente di descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 a 150 m, per un totale di 19 valori.

La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_{SH}) copre l’intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori. Per ognuno dei suddetti valori di velocità equivalente V_{SH} , sono stati considerati 3 diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (co-

stante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_{SH} , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo va fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

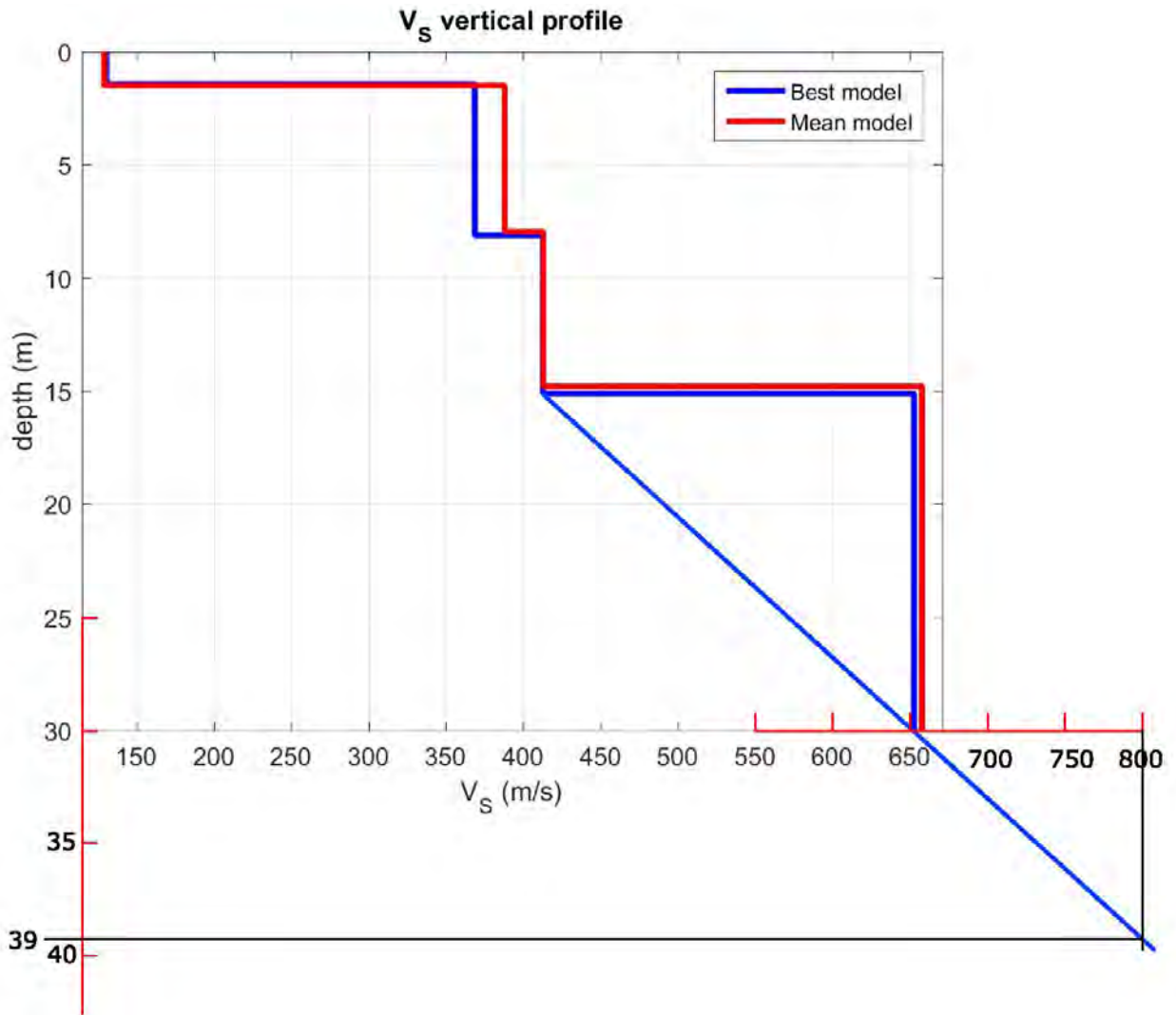
Le amplificazioni ricavate sono espresse attraverso due fattori di amplificazione FA e FV da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e a alto periodo (FV).

Di seguito si riporta il calcolo dei fattori di amplificazione per n. 4 aree che comprendono le varie torri eoliche in progetto in relazione alla n. 4 indagini sismiche eseguite.

8.2.1 TORRE EOLICA WTG01

Nei pressi dell'area di sedime della Torre eolica WTG01 è stato eseguito lo stendimento sismico MWSW03 con cui è stato misurata una V_{Seq} pari a 472 m/sec e dove non è stato intercettato il bedrock sismico nei primi 30 mt di profondità.

Avendo verificato, da molti lavori di bibliografia, che la stratificazione di Depositi di chiusura del ciclo sedimentario della Fassa Bradanica è sub-orizzontale, e mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale allegata di seguito (gradiente lineare) fino al raggiungimento di una velocità delle onde di taglio V_s pari a 800 m/s, si stima il bedrock sismico ad una profondità di circa 39.0.



Avendo stimato la profondità del bedrock sismico, considerando la costanza stratigrafica del sito che vede la presenza dei Depositi sabbiosi in superficie sovrapposti ai limi argillosi in di profondità, si procede alla stima dei fattori di amplificazione sismica FA e FV.

Assumendo alla profondità di 40.0 m la presenza del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), e avendo verificato l'assenza di inversioni sismiche nello strato effettivamente indagato, possiamo utilizzare, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA e FV, gli abachi appena descritti considerando altre indicazioni che comprendono i seguenti parametri:

- Macrozona di pericolosità sismica (PGA);
- Litologia prevalente dei terreni di copertura;
- Velocità media delle Onde S nei terreni di copertura V_{HS} ,
- Profilo di velocità Onde S.

I parametri sopra elencati derivano dalle indagini geofisiche eseguite e dallo studio di primo livello della micro zonazione sismica condotto; infatti, la macrozona di pericolosità sismica, in cui ricade la zona di stretto interesse, ha un PGA pari a 0.200g con una magnitudo attesa a distanza di 50 km pari 6.7.

La litologia prevalente nei terreni di copertura è sabbiosa, la quale risulta continua in profondità.

Il “ V_{SH} ” che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800 m/s) posto a profondità “ H ” alla superficie.

Visto che con l’indagine sismica MAASW03 non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (metodo consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna).

Con la suddetta l’extrapolazione “ H ” è di circa 40 m.

Nota “ H ” (40 m) e noto il V_{s30} (472 m/s) dalla tabella che segue – “Tabella 3.2-2”– Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia (ICMS) si determina il V_{SH} alla profondità di 40 m che risulta essere pari a 476.1 m/s corrispondente a V_{s30} uguale a 500 m/s.

- La velocità delle onde S nei terreni di copertura ammonta a $V_{HS} = 476.1$ m/s;
- Il valore di $ag(g)$, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce al Comune di Venosa una PGA di subzona pari a 0.200g, pertanto si considererà l’abaco relativo alle velocità medie $ag(g)$ pari a 0.18g.

Tabella 3.2.2 - Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia.

	V_{SH} (m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
35	143.8	191.0	238.0	285.9	335.2	385.1	435.6	486.3	589.3	693.9
40	139.2	184.1	228.8	275.3	324.1	374.0	424.8	476.1	581.4	689.4
50	131.6	172.7	213.7	257.9	304.0	355.7	407.1	459.5	568.5	682.1
60	126.7	165.4	204.0	246.7	294.3	344.1	395.7	448.9	560.3	677.5
70	122.7	159.4	196.0	237.5	284.8	334.6	386.5	440.3	553.8	673.8
80	120.6	156.4	191.9	232.8	280.0	329.7	381.8	436.0	550.5	671.9
90	118.6	153.3	187.9	228.1	275.1	324.9	377.2	431.6	547.1	670.1
100	116.5	150.2	183.7	223.4	270.2	320.0	372.5	427.3	543.8	668.3
110	115.5	148.7	181.6	220.9	267.7	317.5	370.2	425.0	542.1	667.3
120	114.4	147.1	179.5	218.5	265.2	315.0	367.8	422.8	540.5	666.4
130	113.4	145.5	177.3	216.1	262.6	312.6	365.4	420.6	538.8	665.4
140	112.3	143.9	175.2	213.6	260.1	310.1	363.0	418.4	537.1	664.5
150	111.2	142.3	173.1	211.2	257.5	307.5	360.6	416.2	535.4	663.6

- Il litotipo prevalente che sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti sono costituiti in modo prevalente da conglomerati sabbiosi-limosi sovrapposte a sabbie limose;

Il profilo di velocità, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al “profilo variabile linearmente con pendenza intermedia”.

In relazione ai parametri indicati in precedenza è possibile ricercare i valori dei parametri di amplificazione locale (F_A e F_V)”.

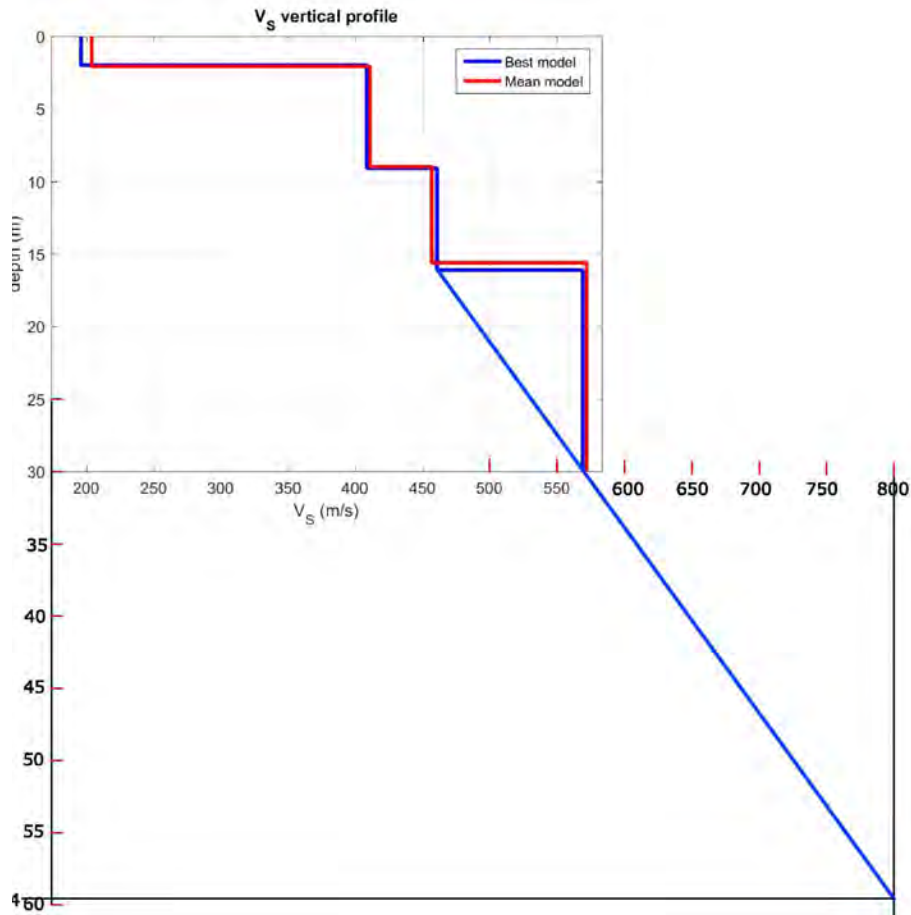
L'ingresso in abaco mostra valori di F_A e F_V indicati di seguito: **$F_A=1.32$ e $F_V=1.37$**

Fattore di amplificazione F_A	Tipo di terreno Sabbia	$a_g (g)$ 0.18g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			$V (m/s)$									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01	
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03	
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06	
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.11	
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11	
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.27	1.11	
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10	
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09	
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06	
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02	
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98	
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97	
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95	
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00	0.94	
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92	
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91		
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90		
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88		
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86		

Fattore di amplificazione F_V	Tipo di terreno Sabbia	$a_g (g)$ 0.18g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia									
			$V (m/s)$									
			150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	
	10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00	
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01	
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02	
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03	
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05	
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06	
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08	
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10	
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11	
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13	
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13	
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13	
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12	
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11	
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07		
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06		
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05		
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04		

8.2.2 TORRI EOLICHE WTG02 e WTG03

Nei pressi dell'area di sedime delle Torri eoliche WTG02 e WTG03 è stato eseguito lo stendimento sismico MWSW01 con cui è stato misurata una V_{seq} pari a 447 m/sec e dove non essendo stato intercettato il bedrock sismico nei primi 30 mt di profondità.



Avendo verificato, da molti lavori di bibliografia, che la stratificazione di Depositi di chiusura del ciclo sedimentario della Fassa Bradanica è sub-orizzontale, e mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale allegata di seguito (gradiente lineare) fino al raggiungimento di una velocità delle onde di taglio V_s pari a 800 m/s, si stima il bedrock sismico ad una profondità di circa 59.0

Avendo stimato la profondità del bedrock sismico, considerando la costanza stratigrafica del sito che vede la presenza dei Depositi conglomeratici sabbiosi in superficie sovrapposti alla sabbie limose di Monte Marano in di profondità, si procede alla stima dei fattori di amplificazione sismica FA e FV.

Assumendo alla profondità di 60.0 m la presenza del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), e avendo verificato l'assenza di inversioni sismiche nello strato effettivamente indagato, possiamo utilizzare, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA e FV, gli abachi appena descritti considerando altre indicazioni che comprendono i seguenti parametri:

- Macrozona di pericolosità sismica (PGA);
- Litologia prevalente dei terreni di copertura;
- Velocità media delle Onde S nei terreni di copertura V_{HS} ,
- Profilo di velocità Onde S.

I parametri sopra elencati derivano dalle indagini geofisiche eseguite e dallo studio di primo livello della micro zonazione sismica condotto; infatti, la macrozona di pericolosità sismica, in cui ricade la zona di stretto interesse, ha un PGA pari a 0.200 g con una magnitudo attesa a distanza di 50 km pari 6.7.

La litologia prevalente nei terreni di copertura è sabbiosa, la quale risulta continua in profondità.

Il “ V_{SH} ” che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800 m/s) posto a profondità “H” alla superficie.

Visto che con l’indagine sismica MAASW03 non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (metodo consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna).

Con la suddetta l’extrapolazione “H” è di circa 40 m.

Tabella 3.2 2 - Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia.

	V_{SH} (m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
35	143.8	191.0	238.0	285.9	335.2	385.1	435.6	486.3	539.3	693.9
40	139.2	184.1	228.8	275.3	324.1	374.0	424.8	476.1	531.4	689.4
50	131.6	172.7	213.7	257.9	304.0	355.7	407.1	459.5	518.5	682.1
60	126.7	165.4	204.0	246.7	294.3	344.1	395.7	448.9	510.3	677.5
70	122.7	159.4	196.0	237.5	284.8	334.6	386.5	440.3	503.8	673.8
80	120.6	156.4	191.9	232.8	280.0	329.7	381.8	436.0	500.5	671.9
90	118.6	153.3	187.9	228.1	275.1	324.9	377.2	431.6	507.1	670.1
100	116.5	150.2	183.7	223.4	270.2	320.0	372.5	427.3	503.8	668.3
110	115.5	148.7	181.6	220.9	267.7	317.5	370.2	425.0	502.1	667.3
120	114.4	147.1	179.5	218.5	265.2	315.0	367.8	422.8	500.5	666.4
130	113.4	145.5	177.3	216.1	262.6	312.6	365.4	420.6	508.8	665.4
140	112.3	143.9	175.2	213.6	260.1	310.1	363.0	418.4	507.1	664.5
150	111.2	142.3	173.1	211.2	257.5	307.5	360.6	416.2	505.4	663.6

Nota “H” (60 m) e noto il V_{s30} (447 m/s) dalla tabella che segue – “Tabella 3.2-2”– Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia

(ICMS) si determina il V_{SH} alla profondità di 40 m che risulta essere pari a 395.7 m/s corrispondente a V_{S30} uguale a 450 m/s.

- La velocità delle onde S nei terreni di copertura ammonta a $V_{HS}= 395.7$ m/s;
- Il valore di $ag(g)$, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce al Comune di Venosa una PGA di subzona pari a 0.200g, pertanto si considererà l'abaco relativo alle velocità medie $ag(g)$ pari a 0.18g.
- Il litotipo prevalente che sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti sono costituiti in modo prevalente da conglomerati sabbiosi-limosi sovrapposte a sabbie limose;

Il profilo di velocità, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al "profilo variabile linearmente con pendenza intermedia".

In relazione ai parametri indicati in precedenza è possibile ricercare i valori dei parametri di amplificazione locale (F_A e F_V).

L'ingresso in abaco mostra valori di F_A e F_V indicati di seguito: **$F_A=1.25$ e $F_V=1.77$**

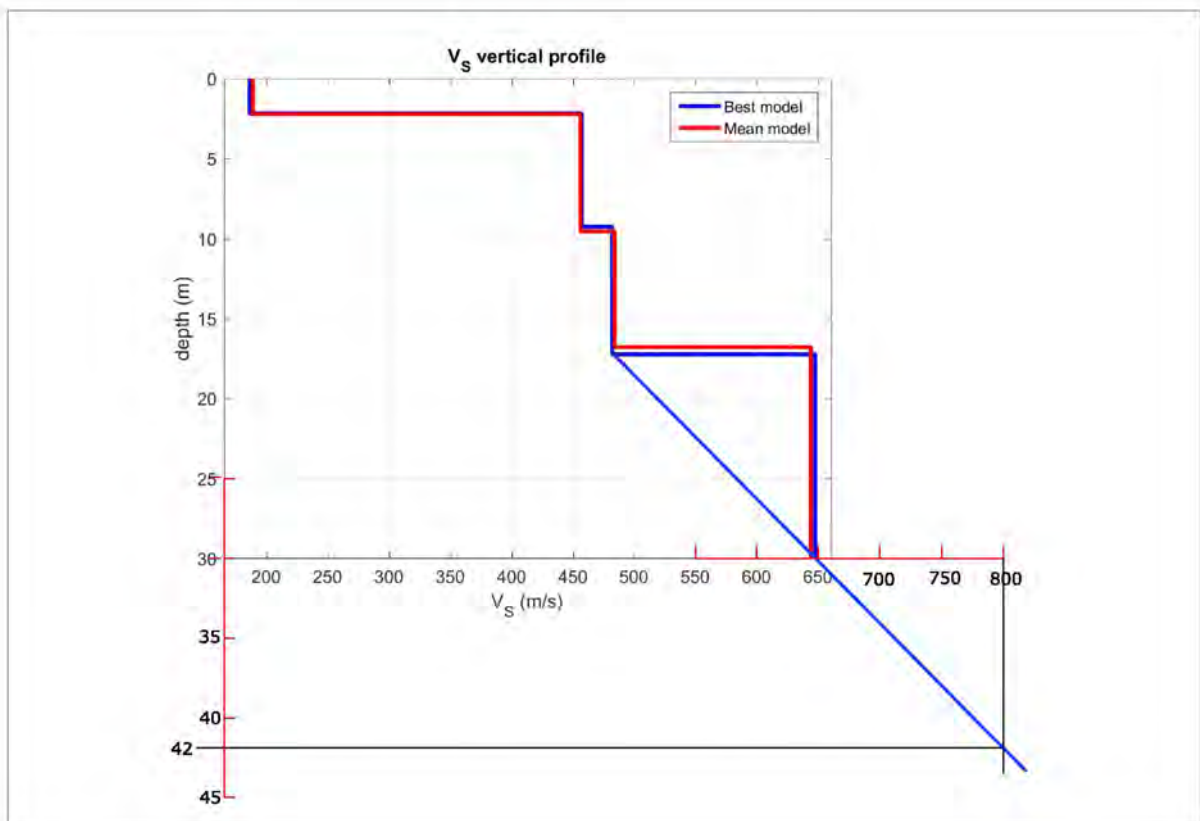
Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		$a_g (g)$		Profilo di velocità					
FA		Sabbia		0.10g		Lineare pendenza intermedia					
		$V_{st} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01
	10	-	2.24	2.13	1.86	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.08
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.41	1.24	1.11
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00	0.94
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91	
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90	
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88	
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86	

Fattore di amplificazione		Tipo di terreno		$a_g (g)$		Profilo di velocità					
FV		Sabbia		0.10g		Lineare pendenza intermedia					
		$V_{st} (m/s)$									
		150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.53	1.48	1.23	1.10
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07	
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06	
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

8.2.3 TORRI EOLICHE WTG04 e WTG05

Nei pressi dell'area di sedime delle Torri eoliche WTG04 e WTG05 è stato eseguito lo stendimento sismico MWSW04 con cui è stato misurata una V_{seq} pari a 436 m/sec e dove non è stato intercettato il bedrock sismico nei primi 30 mt di profondità.

Avendo verificato, da molti lavori di bibliografia, che la stratificazione di Depositi di chiusura del ciclo sedimentario della Fassa Bradanica è sub-orizzontale, e mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale allegata di seguito (gradiente lineare) fino al raggiungimento di una velocità delle onde di taglio V_s pari a 800 m/s, si stima il bedrock sismico ad una profondità di circa 42.0



Avendo stimato la profondità del bedrock sismico, considerando la costanza stratigrafica del sito che vede la presenza dei Depositi sabbiosi in superficie sovrapposti ai limo argillosi in profondità, si procede alla stima dei fattori di amplificazione sismica FA e FV.

Assumendo alla profondità di 40.0 m la presenza del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), e avendo verificato l'assenza di inversioni sismiche nello strato effettivamente indagato, possiamo utilizzare, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA e FV, gli abachi appena descritti considerando altre indicazioni che comprendono i seguenti parametri:

- Macrozona di pericolosità sismica (PGA);
- Litologia prevalente dei terreni di copertura;

- Velocità media delle Onde S nei terreni di copertura V_{HS} ,
- Profilo di velocità Onde S.

I parametri sopra elencati derivano dalle indagini geofisiche eseguite e dallo studio di primo livello della micro zonazione sismica condotto; infatti, la macrozona di pericolosità sismica, in cui ricade la zona di stretto interesse, ha un PGA pari a 0.200 g con una magnitudo attesa a distanza di 50 km pari 6.7.

La litologia prevalente nei terreni di copertura è sabbiosa, la quale risulta continua in profondità.

Il “ V_{SH} ” che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800 m/s) posto a profondità “H” alla superficie.

Visto che con l’indagine sismica MAASW04 non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (metodo consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna).

Con la suddetta l’extrapolazione “H” è di circa 40 m.

Nota “H” (40 m) e noto il V_{s30} (436 m/s) dalla tabella che segue – “Tabella 3.2-2”– Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia

Tabella 3.2 2 - Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia.

H	V_{SH} (m/s)										
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
35	143.8	191.0	238.0	285.9	335.2	385.1	435.6	486.3	539.3	693.9	
40	139.2	184.1	228.8	275.3	324.1	374.0	424.8	476.1	531.4	689.4	
50	131.6	172.7	213.7	257.9	304.0	355.7	407.1	459.5	518.5	682.1	
60	126.7	165.4	204.0	246.7	294.3	344.1	395.7	448.9	510.3	677.5	
70	122.7	159.4	196.0	237.5	284.8	334.6	386.5	440.3	503.8	673.8	
80	120.6	156.4	191.9	232.8	280.0	329.7	381.8	436.0	500.5	671.9	
90	118.6	153.3	187.9	228.1	275.1	324.9	377.2	431.6	507.1	670.1	
100	116.5	150.2	183.7	223.4	270.2	320.0	372.5	427.3	503.8	668.3	
110	115.5	148.7	181.6	220.9	267.7	317.5	370.2	425.0	502.1	667.3	
120	114.4	147.1	179.5	218.5	265.2	315.0	367.8	422.8	500.5	666.4	
130	113.4	145.5	177.3	216.1	262.6	312.6	365.4	420.6	538.8	665.4	
140	112.3	143.9	175.2	213.6	260.1	310.1	363.0	418.4	537.1	664.5	
150	111.2	142.3	173.1	211.2	257.5	307.5	360.6	416.2	535.4	663.6	

(ICMS) si determina il V_{SH} alla profondità di 40 m che risulta essere pari a 424.8 m/s corrispondente a V_{s30} uguale a 450 m/s.

- La velocità delle onde S nei terreni di copertura ammonta a $V_{HS} = 424.8$ m/s;

- Il valore di $ag(g)$, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce al Comune di Venosa una PGA di subzona pari a 0.200g, pertanto si considererà l'abaco relativo alle velocità medie $ag(g)$ pari a 0.18g.
- Il litotipo prevalente che sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti sono costituiti in modo prevalente da conglomerati sabbiosi-limosi sovrapposte a sabbie limose;

Il profilo di velocità, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al “profilo variabile linearmente con pendenza intermedia”.

In relazione ai parametri indicati in precedenza è possibile ricercare i valori dei parametri di amplificazione locale (F_A e F_V)”.

L'ingresso in abaco mostra valori di F_A e F_V indicati di seguito: **$F_A=1.35$ e $F_V=1.53$**

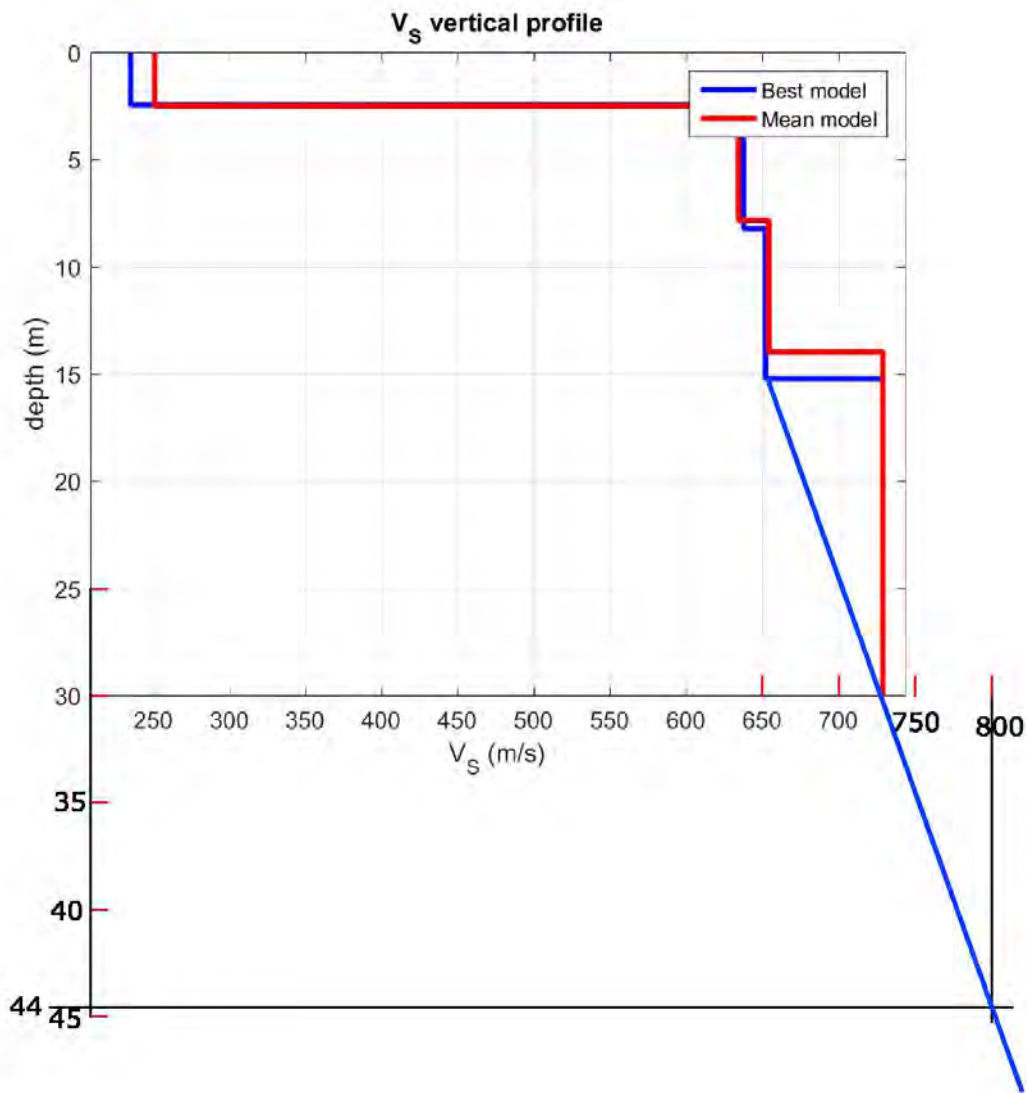
Fattore di amplificazione <i>F_A</i>	Tipo di terreno Sabbia	a_g (g) 0.10g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia								
			V_g (m/s)								
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01
	10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03
	15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06
	20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.08
	25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11
	30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24	1.11
	35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10
	40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09
	50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06
	60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02
	70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98
	80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97
	90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95
	100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00	0.94
	110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91	
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90	
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88	
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86	

Fattore di amplificazione <i>F_V</i>	Tipo di terreno Sabbia	a_g (g) 0.10g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia								
			V_g (m/s)								
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	
H	5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
	10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
	15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
	20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02
	25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
	30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.24	1.11	1.05
	35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
	40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.08
	50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10
	60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
	70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
	80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
	90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
	100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
	110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07	
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06	
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05	
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04	

8.2.4 TORRE EOLICA WTG06

Nei pressi dell'area di sedime della Torre eolica WTG06 è stato eseguito lo stendimento sismico MWSW02 con cui è stata misurata una V_{seq} pari a 594 m/sec e dove non è stato intercettato il bedrock sismico nei primi 30 mt di profondità.

Avendo verificato, da molti lavori di bibliografia, che la stratificazione di Depositi di chiusura del ciclo sedimentario della Fassa Bradanica è sub-orizzontale, e mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale allegata di seguito (gradiente lineare) fino al raggiungimento di una velocità delle onde di taglio V_s pari a 800 m/s, si stima il bedrock sismico ad una profondità di circa 42.0



Avendo stimato la profondità del bedrock sismico, considerando la costanza stratigrafica del sito che vede la presenza dei Depositi conglomeratici sabbiosi in superficie sovrapposti alle sabbie limose di Monte Marano in di profondità, si procede alla stima dei fattori di amplificazione sismica FA e FV.

Assumendo alla profondità di 44.0 m la presenza del bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), e avendo verificato l'assenza di inversioni sismiche nello strato effettivamente indagato, possiamo utilizzare, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA e FV, gli abachi appena descritti considerando altre indicazioni che comprendono i seguenti parametri:

- Macrozona di pericolosità sismica (PGA);
- Litologia prevalente dei terreni di copertura;
- Velocità media delle Onde S nei terreni di copertura V_{HS} ,
- Profilo di velocità Onde S.

I parametri sopra elencati derivano dalle indagini geofisiche eseguite e dallo studio di primo livello della micro zonazione sismica condotto; infatti, la macrozona di pericolosità sismica, in cui ricade la zona di stretto interesse, ha un PGA pari a 0.200 g con una magnitudo attesa a distanza di 50 km pari 6.7.

La litologia prevalente nei terreni di copertura è sabbiosa, la quale risulta continua in profondità.

Il “ V_{SH} ” che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800 m/s) posto a profondità “H” alla superficie.

Visto che con l'indagine sismica MAASW02 non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto della curva sperimentale fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (metodo consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna).

Con la suddetta l'estrapolazione “H” è di circa 444 m.

Nota “H” (44 m) e noto il V_{s30} (594 m/s) dalla tabella che segue – “Tabella 3.2-2”– Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia

Tabella 3.2.2 - Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_{SH} (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia.

H	V_{SH} (m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
35	143.8	191.0	238.0	285.9	335.2	385.1	435.6	486.3	589.3	693.9
40	139.2	184.1	228.8	275.3	324.1	374.0	424.8	476.1	581.6	689.4
50	131.6	172.7	213.7	257.9	306.0	355.7	407.1	459.5	568.5	682.1
60	126.7	165.4	204.0	246.7	294.3	344.1	395.7	448.9	560.3	677.5
70	122.7	159.4	196.0	237.5	284.8	334.6	386.5	440.3	553.8	673.8
80	120.6	156.4	191.9	232.8	280.0	329.7	381.8	436.0	550.5	671.9
90	118.6	153.3	187.9	228.1	275.1	324.9	377.2	431.6	547.1	670.1
100	116.5	150.2	183.7	223.4	270.2	320.0	372.5	427.3	543.8	668.3
110	115.5	148.7	181.6	220.9	267.7	317.5	370.2	425.0	542.1	667.3
120	114.4	147.1	179.5	218.5	265.2	315.0	367.8	422.8	540.5	666.4
130	113.4	145.5	177.3	216.1	262.6	312.6	365.4	420.6	538.8	665.4
140	112.3	143.9	175.2	213.6	260.1	310.1	363.0	418.4	537.1	664.5
150	111.2	142.3	173.1	211.2	257.5	307.5	360.6	416.2	535.4	663.6

(ICMS) si determina il V_{SH} alla profondità di 40 m che risulta essere pari a 568.5 m/s corrispondente a V_{S30} uguale a 600 m/s.

- La velocità delle onde S nei terreni di copertura ammonta a $V_{HS} = 568,5$ m/s;
- Il valore di $ag(g)$, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce al Comune di Venosa una PGA di subzona pari a 0.200g, pertanto si considererà l'abaco relativo alle velocità medie $ag(g)$ pari a 0.18g.
- Il litotipo prevalente che sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti sono costituiti in modo prevalente da conglomerati sabbiosi-limosi sovrapposte a sabbie limose;

Il profilo di velocità, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al "profilo variabile linearmente con pendenza intermedia".

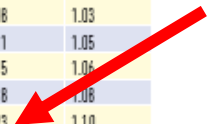
In relazione ai parametri indicati in precedenza è possibile ricercare i valori dei parametri di amplificazione locale (F_A e F_V).

L'ingresso in abaco mostra valori di F_A e F_V indicati di seguito: **$F_A=1.14$ e $F_V=1.23$**

Fattore di amplificazione <i>F_A</i>	Tipo di terreno Sabbia	a_g (g) 0.10g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia							
			V_g (m/s)							
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H 5	-	1.97	1.67	1.53	1.32	1.18	1.10	1.06	1.02	1.01
10	-	2.24	2.13	1.85	1.59	1.40	1.28	1.19	1.08	1.03
15	-	1.93	2.09	1.97	1.78	1.61	1.45	1.32	1.16	1.06
20	-	1.64	1.88	1.92	1.80	1.65	1.52	1.40	1.21	1.08
25	-	1.42	1.69	1.75	1.73	1.63	1.52	1.41	1.24	1.11
30	-	-	1.48	1.64	1.60	1.58	1.49	1.40	1.24	1.11
35	-	-	1.43	1.46	1.51	1.47	1.45	1.36	1.23	1.10
40	-	-	1.37	1.41	1.38	1.38	1.35	1.32	1.20	1.09
50	-	-	1.23	1.34	1.33	1.29	1.25	1.20	1.14	1.06
60	-	-	1.10	1.23	1.27	1.25	1.20	1.16	1.09	1.02
70	-	-	0.97	1.13	1.18	1.20	1.17	1.13	1.05	0.98
80	-	-	0.89	1.04	1.11	1.14	1.14	1.11	1.03	0.97
90	-	-	0.82	0.95	1.04	1.08	1.10	1.08	1.02	0.95
100	-	-	0.76	0.91	0.98	1.02	1.04	1.06	1.00	0.94
110	-	-	0.71	0.84	0.91	0.97	1.00	1.01	0.98	0.92
120	-	-	0.67	0.80	0.89	0.92	0.96	0.98	0.96	0.91
130	-	-	0.62	0.76	0.85	0.90	0.92	0.95	0.94	0.90
140	-	-	0.58	0.72	0.81	0.87	0.90	0.91	0.91	0.88
150	-	-	0.54	0.69	0.76	0.84	0.87	0.89	0.89	0.86



Fattore di amplificazione <i>F_V</i>	Tipo di terreno Sabbia	a_g (g) 0.10g	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia							
			V_g (m/s)							
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H 5	-	1.11	1.06	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
10	-	1.80	1.31	1.14	1.09	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00
15	-	2.34	1.83	1.45	1.22	1.14	1.09	1.06	1.03	1.01
20	-	2.55	2.18	1.76	1.46	1.27	1.17	1.12	1.05	1.02
25	-	2.46	2.37	2.00	1.68	1.44	1.28	1.18	1.08	1.03
30	-	-	2.39	2.11	1.79	1.57	1.39	1.26	1.11	1.05
35	-	-	2.32	2.20	1.91	1.64	1.47	1.33	1.15	1.06
40	-	-	2.29	2.17	1.97	1.74	1.53	1.37	1.18	1.06
50	-	-	2.10	2.10	1.95	1.78	1.63	1.48	1.23	1.10
60	-	-	2.05	1.99	1.89	1.77	1.62	1.49	1.27	1.11
70	-	-	1.89	1.90	1.81	1.71	1.61	1.49	1.28	1.13
80	-	-	1.75	1.82	1.73	1.63	1.55	1.47	1.28	1.13
90	-	-	1.71	1.74	1.69	1.58	1.50	1.43	1.27	1.13
100	-	-	1.69	1.62	1.64	1.55	1.46	1.39	1.25	1.12
110	-	-	1.67	1.59	1.58	1.52	1.43	1.35	1.22	1.11
120	-	-	1.63	1.58	1.49	1.48	1.41	1.32	1.20	1.07
130	-	-	1.60	1.57	1.46	1.42	1.38	1.31	1.17	1.06
140	-	-	1.55	1.53	1.44	1.37	1.35	1.28	1.15	1.05
150	-	-	1.45	1.50	1.45	1.35	1.31	1.26	1.13	1.04



8.3 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per la classificazione sismica dei terreni di sedime come terreni stabili soggetti ad amplificazione locale e non in zone suscettibili di instabilità, è stata presa in considerazione anche la potenziale suscettibilità alla liquefazione dei terreni.

Nelle NTC del 17-01-2018 vengono elencati tutti i casi di esclusione dalla verifica a Liquefazione dei terreni.

Dalla verifica eseguita emerge che i terreni di sedime del parco in progetto presentano una variabilità granulometrica, la quale in nessun caso può essere classificata sabbia sciolta o terreno prettamente sabbioso.

Infatti, dalla abbondante bibliografia esistente risulta che i Depositi conglomeratici sabbiosi sono composti da conglomerati poligenici immersi in matrice sabbiosa rossastra sovrapposti a sabbie limose giallo ocra; inoltre, dalla verifica diretta di campagna è emerso che la falda freatica presente contenuta alla base dalla Argille grigio azzurre e accumulatasi nei terreni sabbioso limosi delle Sabbie di Monte Marano e conglomerati più superficiali, nella zona di stretto interesse è stabilmente presente ad una profondità media superiore ai 20 mt.

Di seguito si riporta le motivazioni di esclusione alla verifica a liquefazione indicata nella NTC 2018 di cui il punto 2. Ci dispensa dall'esecuzione della verifica.

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

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

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

8.4 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 II° livello, mappando le zone di stretto interesse, che riguardano l'ubicazione delle torri eoliche in progetto e l'ubicazione della stazione elettrica, in zone a suscettibilità sismica differente in relazione ai dati rivenienti dalle indagini sismiche eseguiti e consultate.

Come riportato nell'elaborato F06124DTA Carta della Microzonazione Sismica in scala 1:2.000, l'area di sedime degli aerogeneratori in progetto è stato distinti in n. 5 zone sismiche differenti classificate tutte **Zone Stabili (b) suscettibili di amplificazioni locali**, tralasciando solo i tratti del tracciato del cavidotto che sarà interrato della sede stradale di strade provinciali e comunali fino al raggiungimento della Stazione elettrica.

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

Il parco eolico in progetto è composto da n. 6 aerogeneratori disposti nella piana di sedimentazione per regressione marina dove affiorano terreni quaternari di natura sabbiosa e limoso argillosa, appartenenti al ciclo di chiusura della sedimentazione dell'Avanfossa Bradanica.

Essi sono tutti ubicati in aree pianeggianti 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 - sabbiosi intercalati da lenti sabbioso limose di vario spessore e terreni limoso argillosi. Nei primi non vi è presenza di acqua di falda, poiché la stessa è attestata ad una profondità media di 40.00 mt, misurata in alcuni pozzi presenti nell'area del parco; nei terreni argilloso limosi, invece non è presente per le caratteristiche di impermeabilità.

9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

- Valori medi (V_m) dei terreni sabbioso ghiaiosi superficiali

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 18.50 \text{ kN/m}^3$
<input type="checkbox"/> Contenuto naturale di acqua	$W = 21.0 \%$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 0.00 \text{ kPa}$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 28.6^\circ$

- Valori medi (V_m) dei terreni sabbioso intemedi

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 19.25 \text{ kN/m}^3$
<input type="checkbox"/> Contenuto naturale di acqua	$W = 12.0 \%$
<input type="checkbox"/> Coesione	$c = 21.00 \text{ kPa}$
<input type="checkbox"/> Angolo di attrito interno	$\phi = 29.7^\circ$

- Valori medi (V_m) dei terreni argilloso limosi

<input type="checkbox"/> Peso di volume naturale	$P_v = 20.45 \text{ kN/m}^3$
<input type="checkbox"/> Contenuto naturale di acqua	$W = 18.0 \%$

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| □ Coesione | $c = 24.00 \text{ kPa}$ |
| □ Angolo di attrito interno | $\phi = 22.5^\circ$ |

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

10. Analisi di stabilità di versante

I n. 6 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. Percorso del cavidotto piste, piazzole e strade di progetto

Per la realizzazione delle n. 6 torri eoliche il progetto completo vede la realizzazione di piste piazzole e strade di progetto e naturalmente l'interramento del cavidotto per il collegamento alla stazione elettrica.

Tutte le opere previste saranno realizzate in aree stabili pressoché pianeggianti o poco inclinate prive di indizi di erosione accelerata, ma in alcune zone esse intersecano il reticolo idrografico.

La loro realizzazione non andrà a modificare il deflusso attuale delle acque di scorrimento superficiale, infatti saranno realizzate opere di passaggio come di seguito descritte tratto per tratto ed indicate nell'elaborato F0624DT07A – “Carta di Sintesi Finale della Criticità e Pericolosità Geologica e Geomorfologica” simbolo numerati progressivo.

11.1 INTERSEZIONI “INT-01”, “INT-02”, “INT-03” E “INT-04”

Le prime quattro interferenze riguardano il percorso del cavidotto che sarà realizzato nella sede stradale della SP n. 10 Venosina che collega l'abitato di Venosa con quello di Maschito.

In questo tratto la Strada Provinciale interseca con n. 4 ponti sia il Torrente “Valle Randico” ed un altro suo affluente sia il Vallone “Isca Lunga” ed un suo affluente.

In tutti e quattro i casi progettualmente si è scelto di attraversare le n. 4 intersezioni con altrettante “TOC” che interreranno il cavidotto al di sotto dell'alveo fluviale senza alterare il naturale deflusso delle acque superficiali.

11.2 INTERSEZIONE “INT-05”

L'intersezione “INT-05” avviene in un piccolo fosso e una strada di progetto che servirà per raggiungere la torre eolica WTG02.

Tale strada o pista sarà realizzata in rilevato e con materiale arido per il compattamento del terreno. Essa servirà per l'avvicinamento dei mezzi meccanici che devono raggiungere la piazzola di stoccaggio della Torre WTG02 ed avrà una durata temporanea.

Nel punto di intersezione con il piccolo fosso sarà installato un tubo ARMCO del diametro di 1.2 m che permetterà il deflusso delle acque superficiali raccolte nel piccolo bacino idrografico che sottende il fosso stesso.

11.3 INTERSEZIONE “INT-06”

L’intersezione individuata con il simbolo “INT-06” non è una vera e propria intersezione, ma in tale zona è presente una stradina interpoderale che borda il fosso senza mai intersecarlo.

La stradina interpoderale sarà semplicemente sistemata per interrare il cavidotto e permettere il passaggio dei mezzi meccanici e tali sistemazioni non andranno a restringere o variare l’attuale alveo del fosso ed il naturale deflusso delle acque.

11.4 INTERSEZIONE “INT-07”

Proseguendo lungo la stradina interpoderale che costeggiata nel tratto “INT-06” il fosso si arriva ad una intersezione con lo stesso fosso. Tale intersezione, individuata con il Codice “INT-07” sarà superata con una “TOC” che attraverserà l’alveo al di sotto senza variare il deflusso superficiale delle acque di scorrimento superficiali.

11.5 INTERSEZIONE “INT-08”

L’intersezione “INT-08” avviene con la realizzazione di una strada di progetto che serve per raggiungere la torre eolica WTG03.

Tale strada o pista sarà realizzata in rilevato e con materiale arido per il compattamento del terreno. Essa servirà per l’avvicinamento dei mezzi meccanici che devono raggiungere la piazzola di stoccaggio della Torre WTG03, per la sua realizzazione, nel punto d’intersezione con il fosso sarà posato un tubo ARMCO del diametro di 1.2 m, che permetterà il deflusso delle acque di scorrimento superficiale raccolte nel piccolo bacino idrografico che sottende il fosso stesso.

11.6 INTERSEZIONI “INT-09” E “INT-10”

Le interferenze “INT-09” e “INT-10” riguardano il percorso del cavidotto che sarà realizzato nella sede stradale della SP n. 168 Venosa Palazzo S.G. In questo tratto la Strada Provinciale interseca con n. 2 ponti sia il Torrente Vallone Isca Longa ed un suo affluente

In tutti e due i casi progettuamente si è scelto di attraversare le n. 2 intersezioni con altrettante “TOC” che interreranno il cavidotto al di sotto dell’alveo fluviale senza alterare il naturale deflusso delle acque superficiali.

1.7 INTERSEZIONI “INT-11”, “INT-12”, INT-13”, INT-144”, INT-155”, INT-16”, E “INT-17”

Tutte le successive intersezioni avvengono tra la SP n. 18 dove il cavidotto sarà realizzato nella sede stradale e raggiungerà la stazione elettrica dell'altra parte della valle della Fiumara di Venosa-Matinelle.

Ogni intersezione con il reticolo idrografico sarà superato con l'utilizzo di “TOC” che interranno il cavidotto al di sotto dell'alveo fluviale.

12. Considerazioni conclusive

I lavori in progetto prevedono la costruzione di n. 6 macchine eoliche 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 alla categoria "B" del suolo di fondazione, inoltre, sulla base delle indagini dirette ed indirette eseguite i terreni di sedime sono composti da terreni ghiaiosi-sabbiosi 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-

Studio Tecnico di Geologia Dott. Geol. Maurizio Giacomino

Via del Ginepro, 23 – 75100 Matera – Mob. 3409134882 e-mail: mauriziogiacomino@gmail.com

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

Matera 31 gennaio 2024

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	9
5. Geomorfologia.....	10
6. Idrogeologia ed idrologia.	11
7. Campagna di indagini geognostiche	20
7.1 INADGINE SISMICA – MASW.	20
Riepilogo dei risultati	21
7.2 INADGINE SISMICA – SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P E SH.	22
7.3 sondaggi meccanici consultati	23
7.3.1 Sondaggio S1	24
7.3.1 Sondaggio S2	24
7.4 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	25
8. Considerazioni sulla Sismicità dell'aera	27
8.1 PARAMETRI SISMICI DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO	27
8.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	28
8.2.1 TORRE EOLICA WTG01	29
8.2.2 TORRI EOLICHE WTG02 e WTG03.....	33
8.2.3 TORRI EOLICHE WTG04 e WTG05.....	37
8.2.4 TORRE EOLICA WTG06.....	41
8.3 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.....	45
8.4 MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA DEL PARCO EOLICO IN PROGETTO.....	45
9. Considerazioni sui terreni di fondazione degli aereo generatori.....	47
9.1 PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	47
10. Analisi di stabilità di versante	49
11. Percorso del cavidotto piste, piazzole e strade di progetto	50
11.1 Intersezioni “INT-01”, “INT-02”, “int-03” e “int-04”	50
11.2 Intersezione “INT-05”	50
11.3 Intersezione “INT-06”	51
11.4 Intersezione “INT-07”	51
11.5 Intersezione “INT-08”	51
11.6 Intersezioni “INT-09” e “int-10”	51
11.7 Intersezioni “INT-11”, “int-12”, int-13”, int-144”, int-155”, int-16”, e “int-17”	52
12. Considerazioni conclusive.....	53