

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN GREEN POWER S.r.L.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)
Codice Fiscale e P. IVA 04032170401

COMUNI DI VENOSA E LAVELLO (PZ)
LOCALITA' "PIANO REGIO"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO "PIANO REGIO"



STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA APPLICATA

ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE

Dott. Antonio RASPATELLI

Via Luca Cicolella, 37 c/o Studio Iannelli
71122 Foggia

Telefax (0881) 747550-Cell. 335/8159449

P.I. 03500240712

e-mail: antonioraspatelli@tiscali.it

Pec: antonioraspatelli@softpec.it

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOMORFOLOGICA E SISMICA

CODICE ELABORATO:

PRGDTGENR03201_00

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

/

FASE:

DEFINITIVO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	31/03/23	A.Raspatelli	E.Teodorani	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					



studio di geologia tecnica applicata all'ingegneria & all'ambiente dott. antonio raspатели
via luca cicolella, 37 foggia - Telefax (0881) 747550 - Cell. 335/8159449
e-mail: antonioraspатели@tiscali.it - antonioraspатели@softpec.it



**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
APPLICATA ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE
Dott. Antonio RASPATELLI**

Via Luca Cicolella, 37 c/o Studio Iannelli - 71122 Foggia
Telefax (0881) 747550- Cell. 335/8159449 - P.I. 03500240712
e-mail: antonioraspатели@tiscali.it - antonioraspатели@softpec.it

INDAGINI GEOGNOSTICHE: SONDAGGI GEOTECNICI E AMBIENTALI, PRELIEVO CAMPIONI, INCLINOMETRI, PIEZOMETRI, PROVE PENETROMETRICHE, DI PERMEABILITA', SCISSOMETRICHE, PROSPEZIONI GEOFISICHE, SISMICHE DOWN HOLE, CROSS HOLE, MASW/SASW, GEOELETTRICHE - PROVE DI LABORATORIO - SOTTOFONDAZIONI E CONSOLIDAMENTI: JET GROUTING, TIRANTI, MICROPALI, DRENAGGI - FONDAZIONI SPECIALI: PALI DI FONDAZIONE, PROVE DI CARICO, DIAFRAMMI - INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA E DI SOMMA URGENZA FRANE E SMOTTAMENTI - ASSISTENZA TECNICA CANTIERI - CONSULENZE GEOLOGICO-TECNICHE

File: PRGDTGENR03201_00 REL GEO...DEFIN AREN Green FEB 23]



****CERTIFICAZIONE ISO 9001:2008
N° -2013/53242.1

NATO A FOGGIA IL 15/09/49 ISCRITTO ALL'ORDINE REGIONALE
DEI GEOLOGI DELLA PUGLIA N°73 DAL 16.09.1977

**COMUNI DI VENOSA e LAVELLO (PZ)
LOCALITA' "PIANO REGIO"**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO
"PIANO REGIO"**

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

Committente

AREN GREEN S.R.L.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 - 47522 - Cesena (FC)

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 04032170401

rpasrl@legalmail.it

Progetto

AREA TECNICA - AREN Electric Power S.p.A.

EMAIL info@aren-ep.com

PEC: areaenergiasrl@legalmail.it

Foggia febbraio 2023

**IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI**



NOTE TECNICHE. Iscritto all'Albo dei Geologi della regione Puglia al n°73, dal 16/09/77. ****In attesa rinnovo certificato di sistema di qualità UNI EN ISO 9001:2008, N° 2013/53242.1, settore d'interesse EA 35,28 "Progettazione di prove geotecniche sui terreni e realizzazioni di perforazioni per opere speciali" rilasciato dall'AFNOR CERTIFICATION, allo "STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA & ALL'AMBIENTE Dott. Geol. Antonio RASPATELLI".



1. PREMESSA

Forma oggetto della presente relazione lo studio di **fattibilità** geologica, geotecnica, idrogeomorfologica e geosismica, inerente al "PROGETTO DEFINITIVO" PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO IN AGRO DEI COMUNI DI VENOSA e LAVELLO (PZ), IN LOCALITA' PIANO REGIO (fig.1).

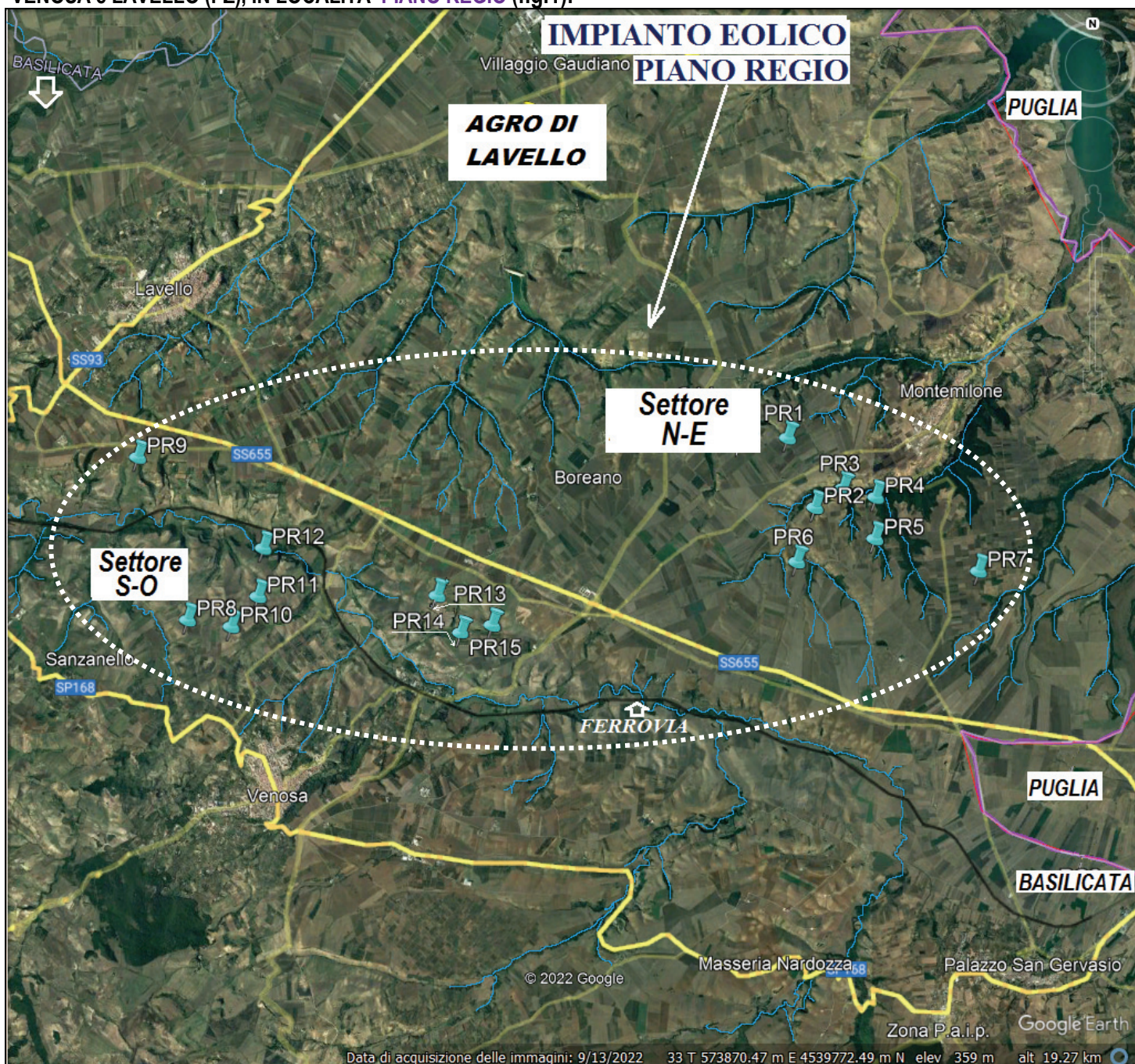


Fig. 1 - Corografia dell'impianto eolico "Piano Regio" con ubicazione delle torri WTG (Wind Turbine Generator) PR1.....PR15 oggetto dello studio attuale stralcio ortofoto Google Earth 3d — Limite/confine provinciale — Limite/confine regionale).

L'incarico, conferitomi dalla Società **AREN Green S.r.l. - Cesena-FC** (Lettera d'ordine 21/09/22 Rev. 02/2019) è stato portato a termine in conformità alle istruzioni del D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni", sulla scorta dei seguenti "principali" elementi di valutazione:

- ❖ **inquadramento geologico** dell'area, entro la quale ricade l'intervento in oggetto, per l'acquisizione di tutte le informazioni disponibili in letteratura relative all'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale generale [pericolosità geologica del territorio];



- ❖ **rilevamento geologico**, di un'area sufficientemente ampia, atto alla definizione dei caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici specifici del sito, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici presenti [controllo geo-litologico di dettaglio];
- ❖ **riferimenti a indagini geognostico/geotecniche pregresse disponibili**, effettuate nelle vicinanze e/o in zona, per la definizione "propedeutica" delle caratteristiche geotecniche e geofisiche del terreno di fondazione dell'opera in oggetto [accertamento litotecnico preventivo].

☐ *Sondaggi geotecnici con prove SPT e prelievo di eventuali campioni, relative analisi/prove di laboratorio, misure piezometriche, prospezioni geofisiche, scavi geognostici, eseguiti nelle vicinanze del sito, oltre a esplorazioni del sottosuolo (pozzi per acqua esistenti in zona).*

Pertanto, come da "**Capitolato attività geologiche**" (Cod. Elab. AEPDT_GENC00200_00).....Le indagini sono volte a stabilire le caratteristiche geologiche generali della regione interessata complessivamente dal progetto, oltre che le caratteristiche specifiche del sito, mediante l'acquisizione e lo studio della documentazione disponibile in letteratura, delle indagini geologiche e geofisiche già eseguite in aree prossime a quelli d'indagine. Lo **scopo** è di compiere una prima valutazione utile alla progettazione delle fondazioni degli aerogeneratori e delle altre opere civili comprese nel progetto eolico. Tali **valutazioni** potranno essere integrate nel corso delle successive fasi di sviluppo del progetto, in funzione delle eventuali esigenze e criticità riscontrate. L'attività di cui al documento sarà finalizzata alla redazione della Relazione geologica, in base ai contenuti e alle modalità nel seguito descritte.

- Caratteristiche geologiche generali (par.2.2)
- Caratteristiche tettoniche dell'area (par.2.3)
- Caratteristiche geologiche locali (par.2.4)
- Caratteristiche geomorfologiche (par.2.5)
- Eventuali aree soggette a instabilità (par.2.6)
- Sismicità storica e recente (par.2.7)
- Caratterizzazione sismica specifica dei siti (par.2.8)
- Caratterizzazione del suolo di fondazione in ogni sito (par.2.9).

Dimodoché, si è ritenuto opportuno rimandare attività specifiche e puntuali (**proprio in virtù delle eventuali esigenze e criticità che saranno riscontrate preliminarmente**), alla successiva fase esecutiva, avvalendosi, in questa fase preparatoria, di documentazioni disponibili in letteratura, unitamente a indagini geognostiche (geotecniche e geofisiche), già effettuate in siti vicini a quelli relativi all'impianto in oggetto. Le **considerazioni** tecniche conclusive, sono state ponderate in funzione della specifica personale conoscenza geologica dell'area e dell'attendibilità dei dati conseguiti, operando con un giusto grado di cautela nella definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, basando la scelta dei fattori di sicurezza su elementi riguardanti, sia le proprietà geo-meccaniche delle litologie del sottosuolo (confrontate con le indagini geognostiche e geotecniche eseguite nelle vicinanze), sia la ricorrenza probabilistica degli eventi naturali che interessano particolarmente il sito.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

ART. 89 D.P.R. 380/2001

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario-Norme Tecniche per le Costruzioni.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009-Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale-Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007). D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni."

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture-Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica-Parte I: Regole Generali-UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica-Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio-UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica-Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002)-UNI



Leggi Regionali: (Vincolo Idrogeologico- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)-Pianificazione Territoriale e Urbanistica-Pianificazione territoriale regionale (DRAG)-Pianificazione territoriale provinciale (PTCP)-Pianificazione urbanistica generale comunale (PUG)-Pianificazione urbanistica esecutiva comunale (PUE).

D.M. 11.03.1988

Norme tecniche per le indagini sui terreni e su rocce, stabilità pendii naturali e scarpate, criteri generali e prescrizioni di progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione.

Vincolo Idrogeologico- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)-Pianificazione Territoriale e Urbanistica-Pianificazione territoriale regionale (DRAG)-Pianificazione territoriale provinciale (PTCP)-Pianificazione urbanistica generale comunale (PUG)-Pianificazione urbanistica esecutiva comunale (PUE).

L'area preposta per la realizzazione dell'impianto (stazione eolica, comprendente quindici aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle stesse, cavidotti di centrale....) si trova al confine tra i territori comunali di Venosa e quello di Lavello (PZ).

Precisamente le coordinate piane, espresse in metri, dell'asse degli aerogeneratori WTG (Wind Turbine Generator PG1...PG15) nel sistema di riferimento UTM-WGS84-33 [Fuso 33 - Fascia T datum WGS84 (World Geodetic System 1984) proiezione UTM], unitamente alle coordinate geografiche, espresse in gradi decimali, [WGS84-G], sono messe in evidenza nella seguente tabella. Le quote (min e max) s.l.m. delle torri eoliche sono comprese tra ~323 m (PR12) e ~380 m (PR7).

AREN Green S.r.l. - Cesena-FC							
Progetto eolico, denominato "Piano Regio", ubicato nei Comuni di: VENOSA e LAVELLO (PZ) in corso di sviluppo							
COORDINATE PIANE in datum WGS84 e sistema UTM (fuso 33) Latitudine/longitudine espresse in metri. (POSIZIONE TORRI EOLICHE PER CARTOGRAFIE)			COORDINATE GEOGRAFICHE in WGS84 Latitudine/longitudine espresse in gradi decimali. (POSIZIONE TORRI, PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI) - QUOTA s.l.m.				
UTM- WGS84-33	LONGITUDINE	LATITUDINE	WGS84-G	LONGITUDINE	LATITUDINE	QUOTA SUL LIVELLO DEL MARE	
WTG	X (m E)	Y (m N)	WTG	X (gradi E)	Y (gradi N)	WTG	Z (m)
<PR1>	578281	4541394	<PR1>	15.931067	41.019993	<PR1>	343
<PR2>	578819	4540065	<PR2>	15.937296	41.007971	<PR2>	363
<PR3>	579367	4540437	<PR3>	15.943859	41.011269	<PR3>	360
<PR4>	579992	4540276	<PR4>	15.951270	41.009758	<PR4>	365
<PR5>	579981	4539478	<PR5>	15.951036	41.002571	<PR5>	370
<PR6>	578485	4539019	<PR6>	15.933191	40.998582	<PR6>	354
<PR7>	581983	4538881	<PR7>	15.974759	40.996995	<PR7>	<u>380</u>
<PR8>	566726	4537767	<PR8>	15.793255	40.988352	<PR8>	334
<PR9>	565729	4540881	<PR9>	15.781735	41.016482	<PR9>	340
<PR10>	567573	4537649	<PR10>	15.803310	40.987219	<PR10>	329
<PR11>	568081	4538233	<PR11>	15.809413	40.992437	<PR11>	328
<PR12>	568176	4539163	<PR12>	15.810645	41.000806	<PR12>	<u>323</u>
<PR13>	571524	4538384	<PR13>	15.850360	40.993503	<PR13>	345
<PR14>	572013	4537584	<PR14>	15.856080	40.986254	<PR14>	346
<PR15>	572618	4537739	<PG15>	15.863290	40.987597	<PR15>	347

Sono stati predisposti, su supporto informatico, i seguenti elaborati tecnici illustrativi denominati:

- PRGDTGENR03201_00 ("Relazione geologica, geotecnica, idrogeomorfologica e sismica").
- PRGDTGENR03202_00 (<Allegato-stima parametri risposta sismica>).



3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

In merito alla definizione di **caratteri geologici** di riferimento è stata consultata la cartografia geologica ufficiale "disponibile" dalla quale si evince che l'**impianto eolico** (denominato **Piano Regio**) rientra nei **FF°175, 176, 187 e 188** " della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000). Pertanto, in un **ambito** sufficientemente ampio, comprendente l'area dell'impianto, affiorano le formazioni mostrate in **fig. 2**, successivamente illustrate (con maggior dettaglio) nella susseguente **fig. 3** e nella relativa legenda di ragguglio.

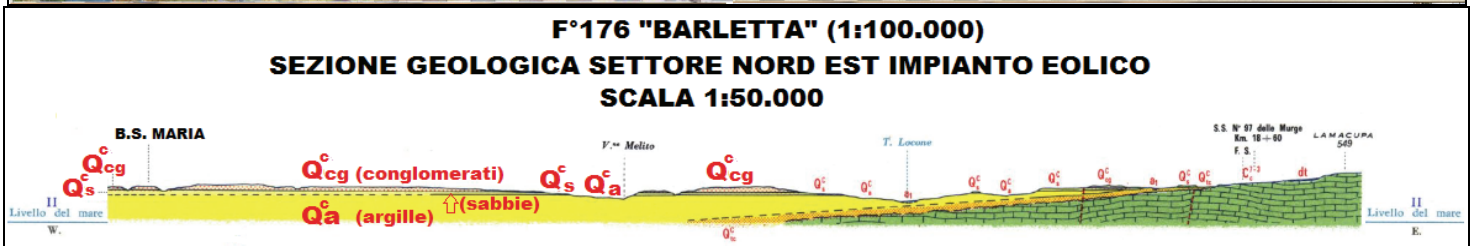
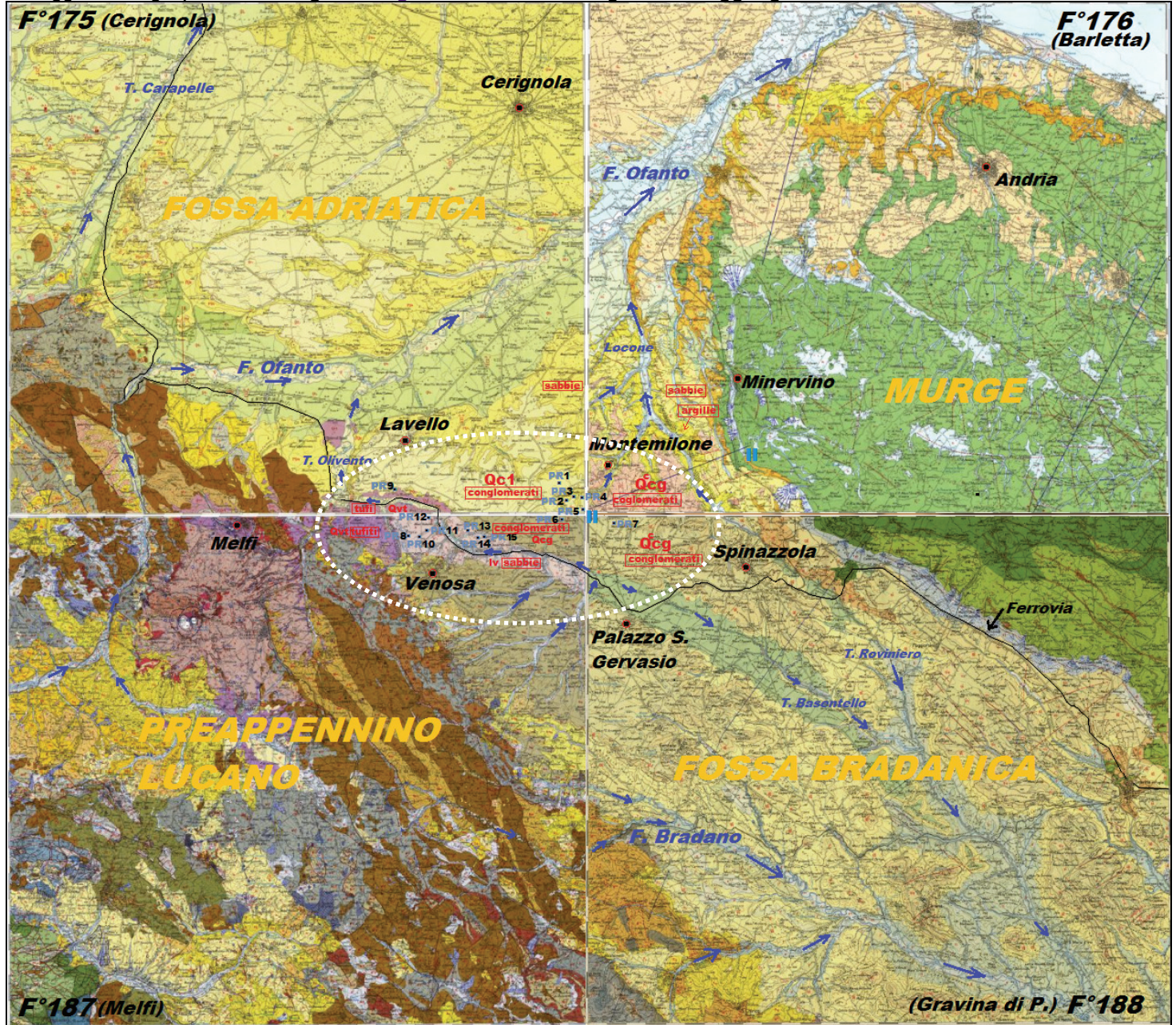


Fig. 2 – Inquadramento geologico-stratigrafico dell'impianto eolico denominato "Piano Regio" (da Carte geologiche d'Italia FF°175,176,187, 188 scala 1:100.000) con sezione geologica riguardante il settore NE, prospiciente le torri eoliche PR4, PR5 e quelle vicini PR1, PR2, PR3, PR6, PR7).



Esaminando il contesto **geologico generale** testé raffigurato si evidenzia, a NE, l'**altipiano calcareo delle Murge** (Murge di Gravina) dove le "forme" sono debolmente ondulate e incise, associate ad ampie zone depresse a esse intervallate. Procedendo **verso SO** (**area d'interesse**), ai suddetti rilievi murgiani, si contrappone un esteso e **ampio bacino**, attinente la **Fossa bradanica** [e/o **Fossa premurgiana**], caratterizzato da **rilievi poco pronunciati**, tipici degli ambienti argillosi collinari, esemplari dei distretti meridionali di cui trattasi. Si osservano, sostanzialmente, **dorsali strette e lunghe** con pendici debolmente ondulate, solo talvolta ben configurate in modesti "rialzi" isolati con versanti alquanto acclivi, alle quali s'intercalano vallecole e valli fluviali di varie dimensioni. Proprio al margine SO della "Fossa bradanica" si rilevano le prime propaggini dell'Appennino lucano, che dal punto di vista geologico è sostanzialmente rappresentato da due distinti complessi basilari: quello calcareo-dolomitico, della serie carbonatica, e quello della sequenza dell'unità flyscioida. In questo settore, a SO di Melfi, particolare è l'area morfologica rappresentata dalla regione vulcanica del M. Vulture (vulcano spento, con formazione dei laghi di Monticchio in corrispondenza di due bocche del cratere), **dominata dall'edificio vulcanico** (1326 m) comunque **contrassegnata da superfici pianeggianti** circostanti l'altura prevalentemente costituite da materiale piroclastico.

Nel **caso di specie nell'area d'interesse** si contraddistingue la porzione sud-occidentale della "**depressione tettonica bradanica**" rivolta verso il margine del Preappennino lucano. Precisamente nel settore SO dell'impianto, l'Avanfossa bradanica è contrassegnata da affioramenti in prevalenza **sabbioso-tufacei** e dalla valle minore riguardante il tributario (in destra orografica) del F. Ofanto, rappresentato dalla **Fiumara di Venosa / Fiumara di Matinella** (corso alto). Nel settore NE "emergono" terreni, di natura prevalentemente **sabbioso-conglomeratica**, solcati dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del **Vallone S. Maria** e quello della **Valle Cornuta**, tributari in sinistra orografica del **T. Loconcello**, a sua volta confluyente nel **T. Locone** emissario di destra dell'Ofanto (fig.3).

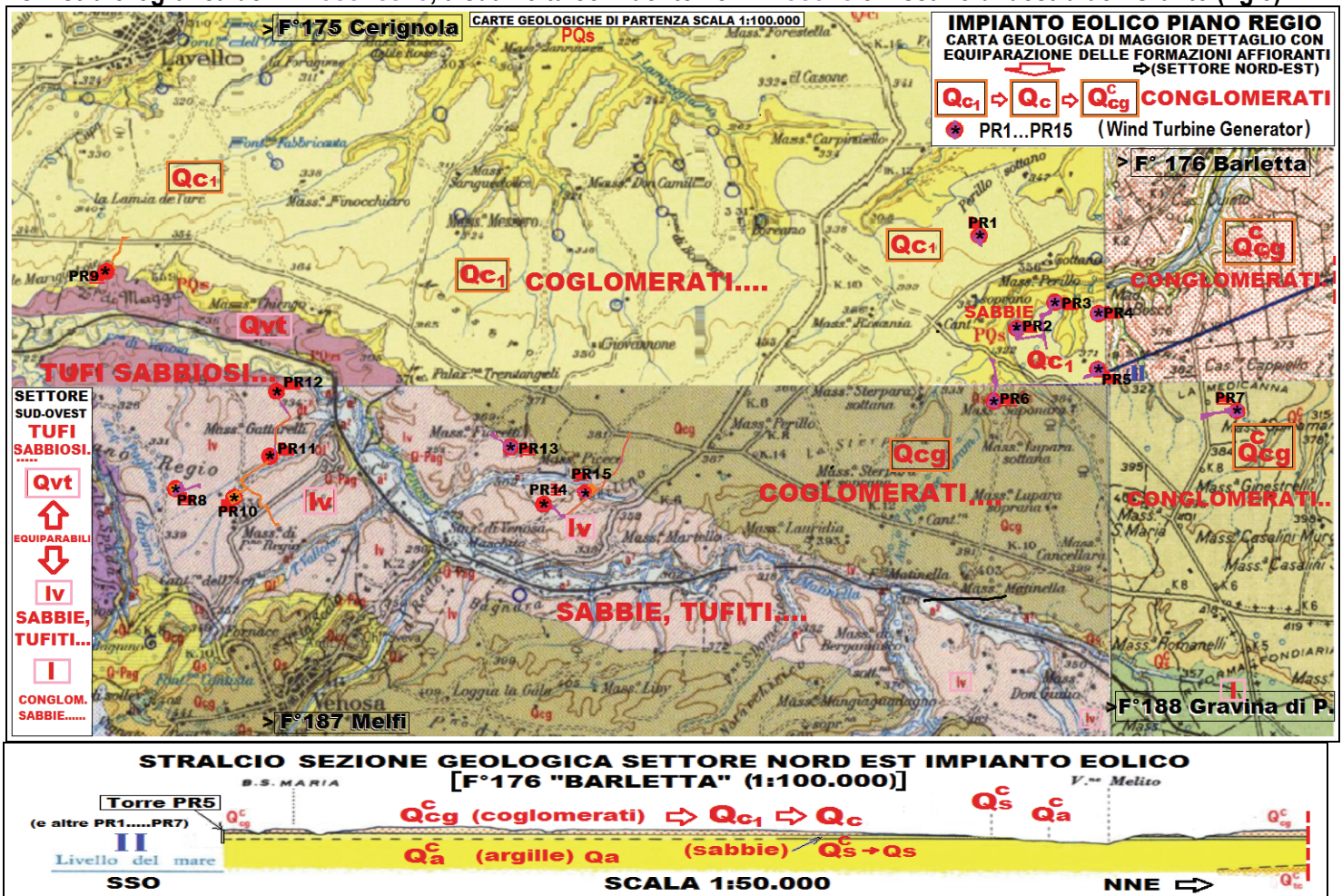


Fig. 3 – Inquadramento geologico-stratigrafico di **maggior dettaglio** dell'impianto eolico "Piano Regio" con ubicazione delle torri PR1.....PR15 oggetto dello studio attuale, con opportuna **equiparazione** delle formazioni geologiche affioranti e **sezione geologica** disponibile del settore NE dell'impianto, prospiciente la torre eolica PR5 e le vicini PR1, PR2, PR3, PR4, PR6 e PR7 (stralcio/ingrandimento delle Carte geologiche d'Italia FF° 175, 176, 187, 188 scala di partenza 1:100.000).



<Legenda Fig. 3 [FF° 175, 176, 187, 188 “Cerignola, Barletta, Melfi, Gravina di Puglia”]>

(N.B. Poiché il parco eolico interessa quattro carte geologiche per semplificare è stata utilizzata la nomenclatura delle formazioni geologiche affioranti riportate sul F°187 “Melfi”).

a¹ Alluvioni attuali e recenti. OLOCENE ⇒ (equiparabile alle formazioni Q ↔ a₁ ↔ a², rappresentante nelle carte geologiche contigue).

a² Alluvioni recenti terrazzate. OLOCENE ⇒ (equiparabile alle formazioni a¹ ↔ at₂ ↔ at₁ rappresentante nelle carte geologiche contigue).

...lv... Lacustre di Venosa: ► sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; ► tufiti a pomici chiare e frammenti lavici; ► livelli conglomeratici a elementi sedimentari e lavici (questi ultimi scompaiono alla base). OLOCENE ⇒ (equiparabile alle formazioni I ↔ Qvt, rappresentante nelle carte geologiche contigue).

Q_{cg} Conglomerati, anche ferrettizzati – per lo più incoerenti o debolmente cementati – ad elementi poligenici del Flysch; ► lenti sabbiose; talora resti di macrofossili. CALABRIANO ⇒ (equiparabile alle formazioni Q^c_{cg} ↔ Qc₁, rappresentante nelle carte geologiche contigue).

Q_s Sabbie giallastre, a luoghi rossastre, debolmente cementate con livelli arenacei e lenti ciottolose-conglomeratiche talvolta con macrofossili. CALABRIANO ⇒ (equiparabile alla formazione PQs ↔ Q^c_s, rappresentante nelle carte geologiche contigue).

Q-P_{ag} Argille marnoso-siltose o sabbiose, grigio-azzurrognole, con rari lenti sabbiose. CALABRIANO-PLIOCENE SUP. ⇒ (equiparabile alla formazione Q^c_a ↔ PQa).

Su tale base geologica disponibile (al 100.000) le opere progettate riguarderanno, credibilmente, le formazioni geologiche delineate prima in legenda e in particolare:

- ✓ OTTO torri eoliche (PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR9) andranno a interessare gli affioramenti, sostanzialmente costituiti da sedimenti prevalentemente conglomeratici (**Q_{cg}**).
- ✓ SETTE torri (PR8, PR10, PR11, PR12, PR13, PR14, PR15) riguarderanno i depositi denominati “Lacustre di Venosa” **...lv...**, costituiti da sedimenti in prevalenza sabbiosi, con incrostazioni e livelli travertinosi, lapilli grossolani, tufiti a pomici e frammenti lavici e livelli conglomeratici.

Come già precisato, nel settore SO dell'impianto, l'Avanfossa bradanica è contrassegnata da affioramenti in prevalenza *sabbioso-tufacei*- e dalla valle minore riguardante il tributario (in destra orografica) del F. Ofanto, rappresentato dalla Fiumara di Venosa / Fiumara di Matinella (corso alto). Nel settore NE “emergono” terreni, di natura prevalentemente *sabbioso-conglomeratica*, solcati dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del Vallone S. Maria e quello della Valle Cornuta, tributari in sinistra orografica del T. Loconcello, a sua volta confluyente nel T. Locone e poi nel F. Ofanto

Per maggiore completezza informativa la figura 4 mostra la ubicazione di alcune delle opere progettate (PR6, PR8, PR10, PR11, PR13, PR14, PR15), ricadenti nell'ambito dei sintemi e dei subsintemi, riportati sulla Carta geologica su base IGM, scala 1:50.000 (F°452 “Rionero in Vulture” divulgata dall'ISPRA, progetto CARG), fruibile, perlomeno, per quanto riguarda la porzione meridionale dell'impianto.

Tale ulteriore inquadramento geologico-stratigrafico (di dettaglio) evidenzia che le formazioni riguardanti la porzione del sottosuolo dell'impianto eolico in esame fanno parte:

- nel settore a nord di Venosa, del SUPERSINTEMA DI MONTE VULTURE [(SINTEMA DI BARILE (SBL₆ ⇒ sabbie conglomeratiche...)];
- nel settore a sud-est di Montemilone, delle UNITA' PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSA BRADANICA [SINTEMA DI PALAZZO S. GERVASIO (GVS ⇒ conglomerati massivi...), FORMAZIONE DI MONTE. SAN MARCO (SBCa ⇒ sabbie medie e fini.....), ARGILLE SUBAPPENNINE (ASP ⇒ argille e argille siltose....)];

successivamente dettagliatamente descritte in legenda.

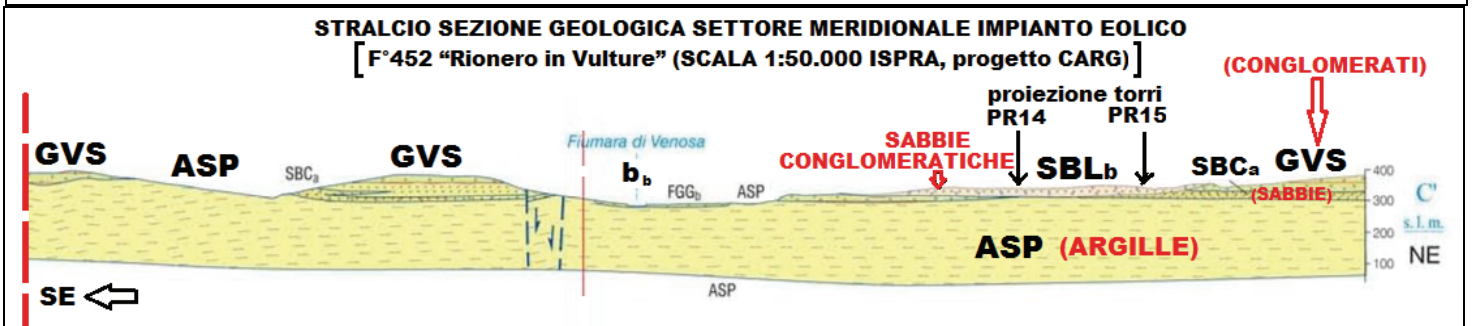
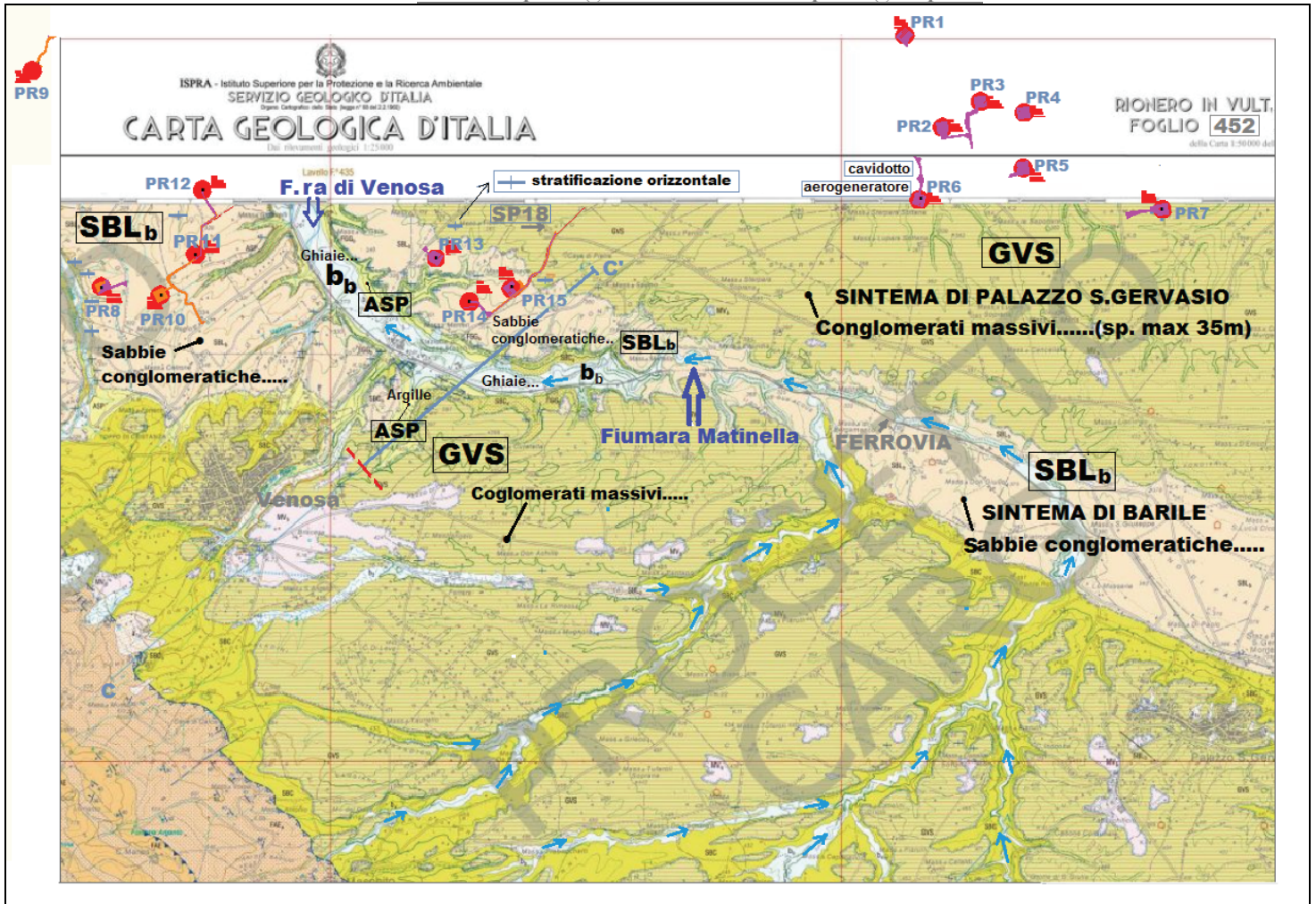


Fig. 4 - Ulteriore inquadramento geologico-stratigrafico di maggior dettaglio con ubicazione di alcune delle opere progettate dell'impianto eolico "Piano Regio" oggetto dello studio attuale, con equiparazione delle formazioni geologiche affioranti e sezione geologica del settore SE dell'impianto, prospiciente le torre eoliche PR14 e PR15 e vicini (stralcio/ingrandimento della Carta geologica su base IGM, scala 1:50.000 F°452 "Rionero in Vulture").

<Legenda Fig. 4 [F° 452, "Rionero in Vulture"]>

UNITA' OBIQUITARIE COMPLETAMENTE FORMATE

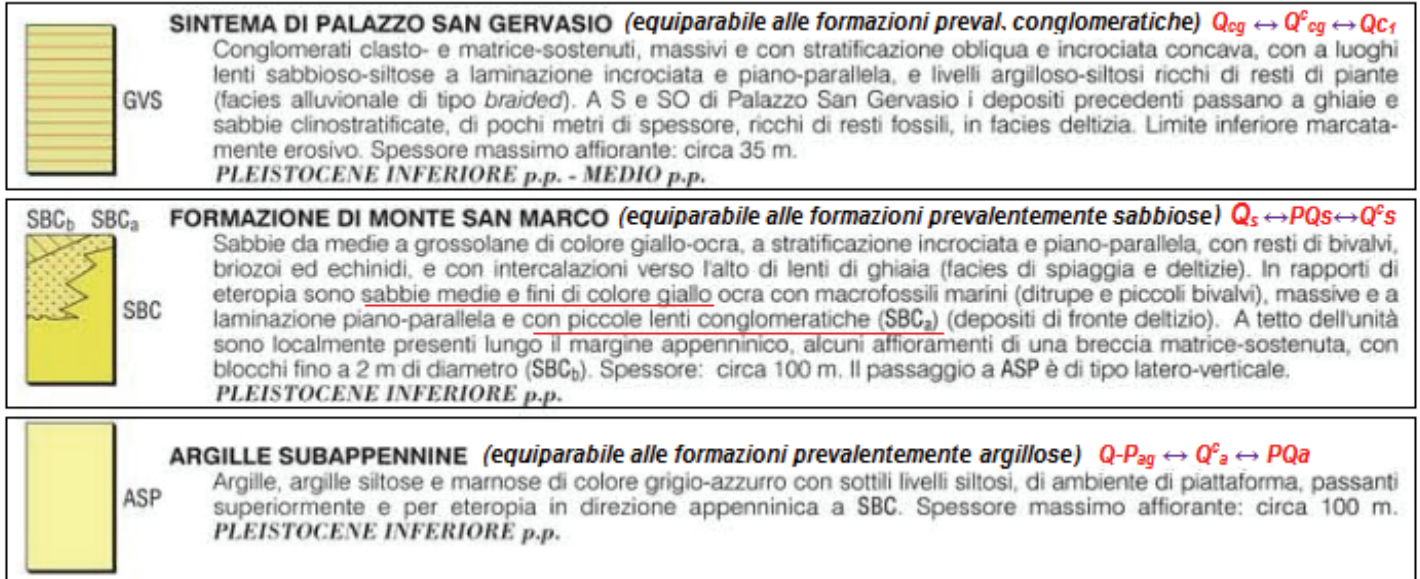
b_b Deposito alluvionale. Ghiaie clasto-sostenute con matrice sabbiosa e intercalazioni di lenti sabbioso-argillose, a stratificazione incrociata concava e obliqua, sospese rispetto all'alveo attuale e non più inondabili; attualmente in erosione. **PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE.** ⇒ (equiparabile alle formazioni a¹ ↔ a²).

SUPERSINTEMA DI MONTE VULTURE (MV)

SBL_b SINTEMA DI BARILE: comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture. Nelle aree prossimali è suddiviso in quattro sub sintemi mentre nel distale, dove prevalgono depositi epiclastici, è indifferenziato. La parte indifferenziata è costituita prevalentemente da **sabbie conglomeratiche** con stratificazione piano parallela e incrociata concava (depositi alluvionali) ↔ (SBL_b) con intercalazioni di strati vulcanici primari da caduta costituiti da lapilli e ceneri. Le discontinuità che lo identificano sono un paleosuolo (marker M18) al tetto e una discordanza angolare, che diventa una paraconcordanza nei settori distali, al letto. **PLEISTOCENE MEDIO.** ⇒ (equiparabile alle formazioni lv ↔ I ↔ Qvt).



UNITÀ PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSA BRADANICA



Per mera "completezza informativa" sono di seguito riportate, integralmente, le seguenti note integrative che "chiariscono" l'ambiente geologico regionale d'inquadramento dell'area.

► IL COMPORTAMENTO TETTONICO E SEDIMENTARIO DEL BACINO D'AVANFOSSA BRADANICA (LAZZARI M. C.N.R. - I.B.A.M., Area di ricerca Zona industriale, C/da S. Loja-85050 Tito Scalo (PZ).....
(<https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00002600/2648-memdes-77-lazzari.pdf>.)

.....L'ambiente geologico regionale nel quale va inquadrata l'area di studio è di un bacino di sedimentazione (Avanfossa Bradanica) di età pliocenica e pleistocenica, compreso tra l'Appennino meridionale a Ovest e l'Avampaese Apulo (Murge settentrionali) a Est (vedi Fig. 1 copiata dalla pubblicazione)

.....Essa è parte dell'avanfossa appenninica post-messiniana (Avanfossa Adriatica; CRESCENTI, 1975) migrata, con diverse fasi deformative, verso Est durante il Pliocene e parte del Pleistocene (CARISSIMO et alii, 1962; RICCHETTI & SCANDONE, 1979; CASERO et alii, 1988; ROYDEN et alii, 1987; MARSELLA et alii, 1992; PATACCA & SCANDONE, 2001) ed è, assieme all'incarcamento o *peripheral bulge* (vedi Fig. 2 della pubblicazione) dell'avampaese apulo (RICCHETTI e MONGELLI, 1980; ROYDEN & KARNER, 1984; ROYDEN et alii, 1987; GHISSETTI & VEZZANI, 1999; BILLI & SALVINI, 2003), espressione della subduzione litosferica della piattaforma Apula o Adria (MALINVERNO & RYAN, 1986; LOCARDI & NICOLICH, 1988; DOGLIONI, 1991, 1993; DOGLIONI et alii, 1991, 1994, 1999).

.....Spostandosi dalle Murge verso la zona assiale della catena Appenninica sia le sezioni sismiche che i pozzi profondi (MOSTARDINI & MERLINI, 1986; PIERI & MATTAVELLI, 1986; SELLA et alii, 1988) mostrano una graduale immersione della piattaforma Apula e della sua copertura terrigena pliocenica al di sotto del fronte esterno dei thrusts alloctoni appenninici. In quest'area il bacino, caratterizzato da una successione di colmamento plio-pleistocenica spessa 2-3 km, mostra, infatti, un marcato restringimento (v. Fig. 3 della pubblicazione) con i due margini affioranti del bacino distanti poco più di 20 km (BONARDI et alii, 1988).

In sintesi.....L'Avanfossa Bradanica è un bacino di sedimentazione facente parte dell'avanfossa post-messiniana (Avanfossa Adriatica), migrata verso est con diverse fasi, deformative tra il Pliocene e il Pleistocene inferiore. Assieme al *peripheral bulge* delle Murge (Avampaese Apulo) costituisce l'espressione e l'effetto strutturale della subduzione litosferica della piattaforma Apula al di sotto della catena Appenninica.

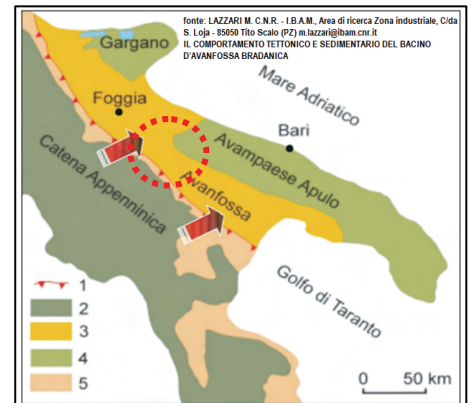


Fig. 1 - Rappresentazione semplificata dei domini strutturali in Italia meridionale. Legenda: 1) Fronte dell'alloctono affiorante; 2) Dominio di catena; 3) Depositi di avanfossa; 4) Dominio d'avampaese calcareo; 5) Fronte esterno della catena e bacini di piggy back.

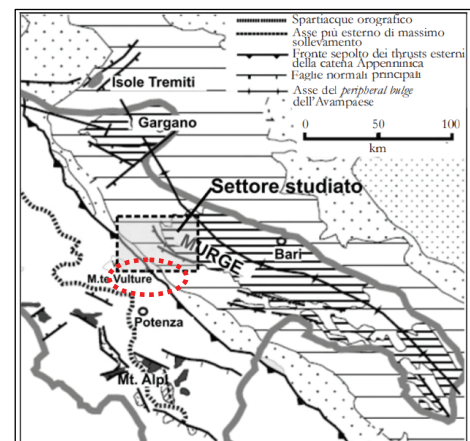


Fig. 2 - Schema morfostrutturale con indicazione dell'area di studio (mod. da GHISSETTI & VEZZANI, 1999).

fonte: LAZZARI M. C.N.R. - I.B.A.M., Area di ricerca Zona industriale, C/da S. Loja - 85050 Tito Scalo (PZ) in lazzari@ibam.cnr.it
IL COMPORTAMENTO TETTONICO E SEDIMENTARIO DEL BACINO D'AVANFOSSA BRADANICA

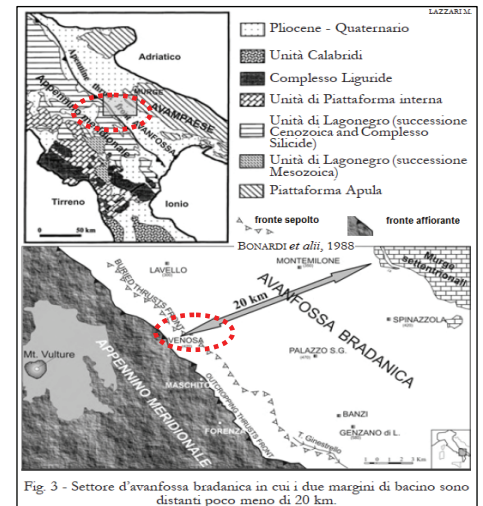


.....Il settore centrale del bacino è caratterizzato da un marcato restringimento dovuto al suo particolare assetto strutturale.

.....A causa di ciò i due margini del bacino si trovano oggi in affioramento a soli 20 km di distanza e in profondità a soli 1.5 km. I due domini tettonici, convergendo in corrispondenza dell'alto strutturale di Lavello-Banzi, favorirono, infatti, l'arresto della propagazione dei thrusts appenninici in profondità con una conseguente sensibile riduzione dei tassi di subsidenza e dello spazio di accomodamento nel bacino bradanico.

.....Questo evento comportò l'inizio della fase regressiva Pleistocenica di mare basso e il progressivo colmamento del bacino, sia verso NE (Adriatico) che verso S-SE (Ionio) con la messa in posto di depositi di provenienza appenninica.....

In accordo con tale dato, la fisiografia del bacino cambiò drasticamente in tempi relativamente brevi sviluppando un profilo asimmetrico sia in senso trasversale che longitudinale.....



► Il Bacino di Venosa nell'ambito dell'evoluzione quaternaria della Fossa bradanica (confine apulo - lucano, Italia meridionale)" Giannandrea Paolo, 2006-01-01, [ulteriore informazioni scientifica, pubblicata sul web, estrapolata da \(https://iris.unibas.it/handle/11563/38483\)](https://iris.unibas.it/handle/11563/38483).

Abstract

.....L'evoluzione quaternaria della Fossa bradanica mostra una variazione da bacino subsidente ad area in sollevamento, al passaggio tra il Pleistocene inferiore e Pleistocene medio. Questo passaggio è evidenziato dalla sedimentazione del Supersistema di Venosa, limitato da discontinuità erosive legate, quella inferiore, ad una temporanea emersione dell'area, quella superiore all'inizio della fase di sollevamento regionale, a cui è seguita la formazione della successione epiclastica del Bacino di Venosa (in seguito BV) e delle unità terrazzate del Pleistocene medio-superiore.....

Le successioni sottostanti al Supersistema di Venosa, a partire dalla Formazione delle Argille subappennine fino all'intervallo sabbioso-argilloso-marnoso del Pliocene medio, sono invece associate ad un bacino in subsidenza e alla fase tettonica che ha prodotto l'emersione del margine esterno della catena e la progressiva separazione dei bacini interni alla catena (Bacino dell'Ofanto) dalla Fossa bradanica.....

La successione di depositi epiclastici e clastici, in facies fluvio-lacustre, riferiti al BV costituisce il riempimento sedimentario di una paleovalle incisa nella parte settentrionale dei depositi della Fossa bradanica, coeva all'attività eruttiva del Monte Vulture. Tale paleovalle si sarebbe formata a sud di una faglia antiappenninica (Linea del Vulture), di importanza litosferica e ad est dell'edificio vulcanico di Monte Vulture.....

.....La linea del Vulture suddivide la placca in subduzione verso O-SO in due blocchi, la cui dinamica deformativa legata ad un arretramento differenziale per roll-back verso i quadranti orientali della cerniera dei due blocchi in subduzione, ha consentito la risalita dei magmi alimentanti l'attività effusiva del vulcano Monte Vulture, nonché lo svincolo cinematico ed il sollevamento della Fossa bradanica e dell'Avampaese murgiano.....

Le unità terrazzate distinte lungo le attuali valli della Fiumara di Venosa e del Torrente Olivento, a tetto del Supersistema di Venosa e dei depositi del BV, hanno consentito -insieme ai numerosi depositi vulcanici e discontinuità rinvenuti tra le successioni epiclastiche- di inquadrare le unità distinte nel BV in uno schema stratigrafico più generale, legato all'evoluzione medio-pleistocenica dell'avanfossa e alla formazione del vulcano di Monte Vulture.....

La suddivisione stratigrafica adottata è riferibile agli stilemi delle unità stratigrafiche a limiti inconformi (UBSU). Le analisi sedimentologiche dei depositi epiclastici e vulcanici hanno fornito elementi per l'interpretazioni degli ambienti deposizionali e di ipotizzare la presenza di un centro eruttivo, sul bordo meridionale del BV. Le successioni epiclastiche del BV e i depositi terrazzati sono stati raggruppati nei supersistemi di Monte Vulture e di Monticchio, distinguibili a scala regionale sia nell'area di avanfossa che in quella del vulcano.



Il limite che li separa coincide con il Sintema di Melfi che nel BV si individua a tetto della successione epiclastica, sopra un paleosuolo e comprende depositi lacustri, colluviali e di travertino. Sono depositi rappresentanti la fase di colmamento del bacino e precedono una fase tettonica durante la quale è stata attiva una faglia con direzione est-ovest sul bordo nord-occidentale del BV. Il Supersintema di Monte Vulture comprende i sintemi di S. Angelo, Foggianello, Barile e Melfi, mentre il Supersintema di Monticchio comprende i sintemi del Torrente Olivento e di Caperroni.....

Le discontinuità che separano i sintemi di S. Angelo, Foggianello e Barile sono entrambe erosive, generate dopo l'attività di alcune faglie.....Il Sintema di S. Angelo raggruppa tre unità terrazzate alluvionali modellate sul substrato, che individuano due differenti paleobacini idrografici, distinti come BV e bacino della paleovalle del Fiume Ofanto. Dei tre terrazzi, uno (Subsintema di Ciciriello) è stato individuato nel BV e gli altri due (subsintemi di Pezza della Breccia e di Masseria Impiso) nella paleovalle del Fiume Ofanto.....

I successivi sintemi di Foggianello e Barile costituiscono la fase deposizionale riferita al BV. Nel Sintema di Foggianello, le analisi di facies hanno consentito di riconoscere associazioni di facies che complessivamente possono essere riferite ad un ambiente alluvionale, di piana braided ciottolosa, e di conoide alluvionale. I depositi vulcanici, presenti nella parte alta del sintema sono stati correlati alle coltri ignimbristiche di F.ra d'Olivo.....

Al Sintema di Barile, invece, sono associati depositi epiclastici di cenere e lapilli, fangosi e piroclastici, sia di caduta che di flusso.....

Le successioni sedimentarie sono state interpretate di ambiente alluvionale (piane braided sabbiose) affluenti di bacini palustri o di laghi effimeri, mentre alcuni dei depositi piroclastici sono stati associati ad un centro eruttivo individuato, alla base dell'unità, sul versante meridionale del BV.....

I sintemi del Torrente Olivento e di Caperroni comprendono altre tre unità terrazzate alluvionali formate nella fase di reincisione dei depositi del BV. A questo dettagliato quadro stratigrafico sono stati associati differenti ricostruzioni paleogeografiche suddivise per supersintema, sintema e subsintemi.

4. LINEAMENTI TETTONICI E RISCHIO SISMICO

Il **territorio** in esame, parte integrante del settore centrale dell'Appennino Meridionale, è sostanzialmente caratterizzato da un sistema strutturale costituito da: **catena**, **avanfossa**, **avampaese**, definito da fasi tettoniche mioceniche e plio-quadernarie che ha modificato la conformazione paleogeografica mesozoica della zona, ora contrassegnata da "fasce" deposizionali, piattaforme e bacini, disposte parallelamente al margine continentale (Ogniben, 1969; Mostardini & Merlini, 1986).

Nell'Oligocene, la **catena** (Appennino campano-lucano) a seguito di "spinte" orogenetiche si è formata a "spese" di estese regioni che occupavano il Mediterraneo occidentale (Cello et al., 1982; Pescatore et al., 1999), domini paleogeografici, prima dell'orogenesi appenninica, coinvolti in energetiche deformazioni, (accostamenti crostali, sovrascorrimenti e/o accavallamenti fino a 2000 metri di spessore) progressivamente sviluppatasi da ovest verso est (figg. 5 e 6).

L'**avanfossa** sud-appenninica plio-pleistocenica (**Fossa bradanica**), rappresentata da una vasta area subsidente, ospita per la maggior parte i depositi provenienti dal graduale "smantellamento" dei rilievi della catena appenninica calabro-lucana, dove il substrato è costituito da una struttura a gradinata originatasi dalla porzione occidentale dell'antica Piattaforma apula ribassata e immergente sotto le falde appenniniche.

Tal elemento geo-strutturale raggiunge profondità di circa 1500 m s.l.m. in prossimità del fronte dell'Appennino e di circa 3000 m nelle aree interne della catena.

L'**Avampaese apulo** (**Murge**) è in sostanza rappresentato da un altotondo intraoceanico (esteso per alcune decine di migliaia di km²) ed è costituito in prevalenza di rocce calcaree mesozoiche, la cui origine è da mettere in relazione allo sviluppo della **piattaforma carbonatica apula** (Pieri et al., 1996).

Si è venuta quindi a produrre una ragguardevole successione di **rocce sedimentarie**, di natura principalmente carbonatica, per processi di trasformazione fisici e chimici dei sedimenti durante e dopo la loro deposizione sulla Piattaforma apula (**diagenesi**), di alcuni chilometri di spessore, assumendo nel tardo Mesozoico l'aspetto di un ampio e piatto altopiano (Prosser et al., 1996).

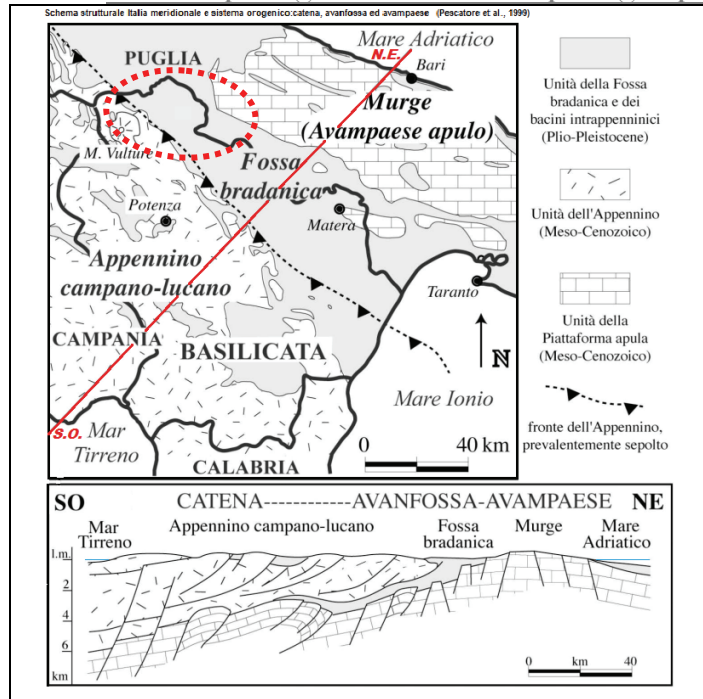
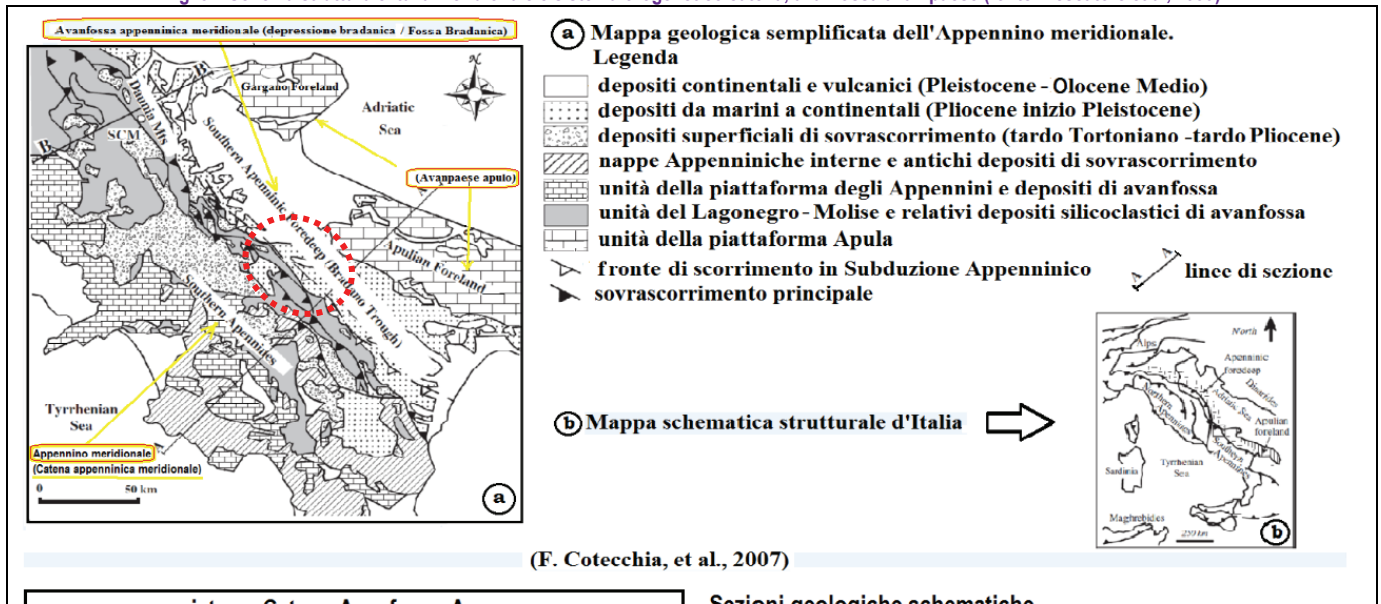


Fig. 5 - Schema strutturale Italia meridionale e sistema orogenico catena, avanfossa avampaese (fonte: Pescatore et al, 1999)



(F. Cotecchia, et al., 2007)

Fig. 6 - Mappa geologica semplificata dell'Appennino meridionale e relative sezioni geologiche schematiche (F. Cotecchia et al. 2007).



Per quanto riguarda gli elementi **tettonici** di maggiore rilevanza, che riguardano il territorio in esame, si evidenzia la **scarpata di faglia** che limita le Murge verso la Fossa Bradanica (annoverata nel F°188 al 100.000 "Gravina di Puglia" vedi precedente fig. 2 a pag. 6) con rigetto complessivo superiore a 200 m (in sostanza gli stili tettonici che caratterizzano questa zona sono riferibili al basamento cretacico "rigido" di natura carbonatica, corrispondente ai calcari delle Murge).

Del tutto **differente** (e completamente indipendente) è la conformazione **geostrutturale**, delle formazioni affioranti al margine sud-occidentale del territorio in parola, che fanno parte della successione più o meno "plastica" delle compagini flyscioidi, esposta con maggior dettaglio nella seguente fig. 7 (F°452 "Rionero in Vulture" della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000, divulgata dall'ISPRA, progetto CARG).

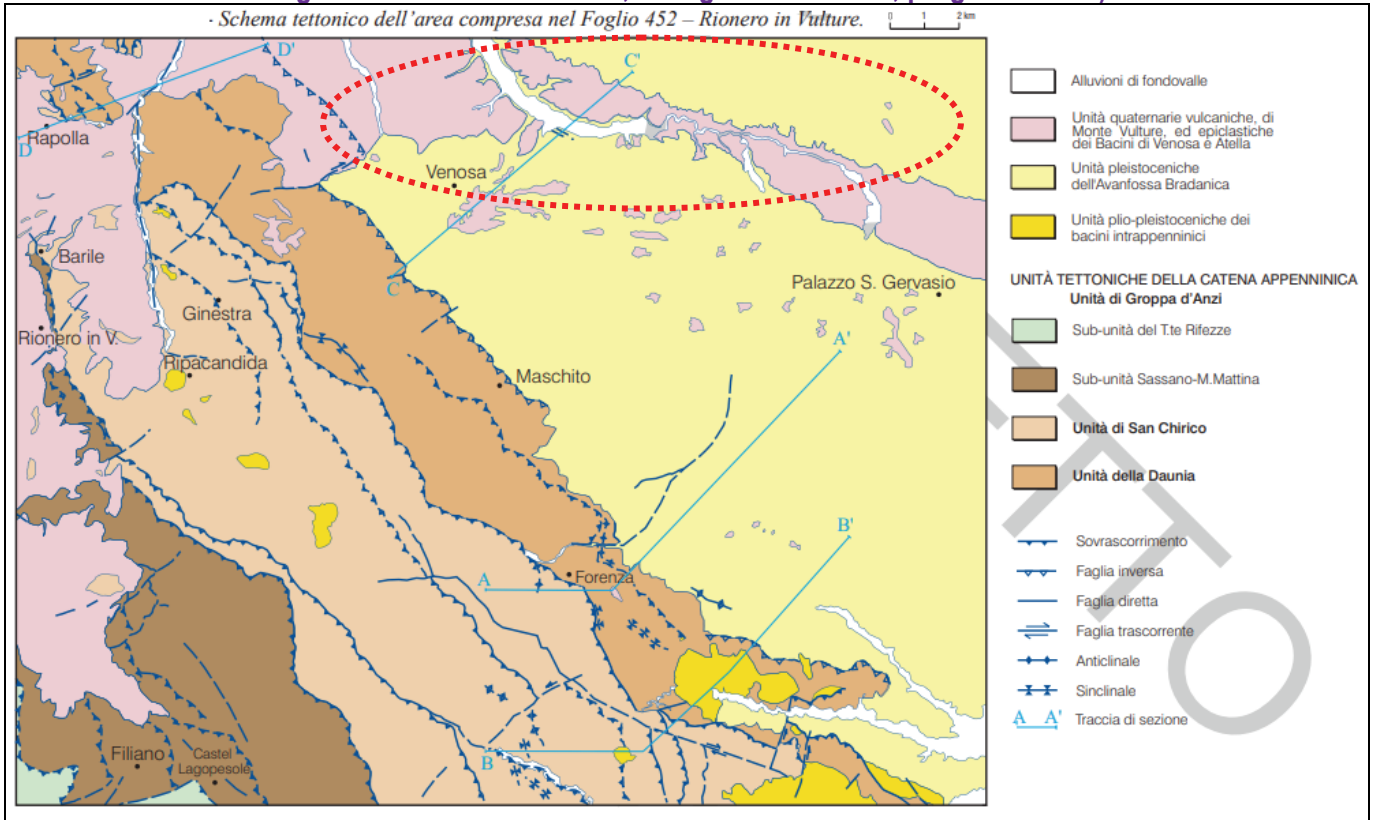


Fig. 7 – Schema tettonico del settore meridionale dell'impianto eolico ricadente nell'ambito delle unità, riportate sulla Carta geologica su base IGM, scala 1:50.000 (F°452 "Rionero in Vulture" divulgata dall'ISPRA, progetto CARG),

A tal riguardo si riportano di seguito (integralmente) le determinazioni espresse nelle note illustrative del F°452 "Rionero in Vulture".

.....L'area del foglio 452 è posta a cavallo del settore frontale della catena sud-appenninica e dell'avanfossa bradanica ed è pertanto prevalentemente costituita da terreni meso-cenozoici alloctoni e da successioni clastiche plio-quaternarie marine, transizionali e continentali. Lungo il bordo occidentale del foglio sono inoltre significativamente presenti i prodotti del vulcano del monte Vulture (Schiattarella et alii, 2005 Giannandrea et alii, 2006 a 2006 b, e bibliografia contenuta), largamente affioranti nell'adiacente foglio Melfi. Le unità alloctone della catena occupano la porzione sud-occidentale dell'area del foglio. Sono organizzate in tre unità tettoniche con direzione NO-SE, che dall'alto sono:

- Unità tettonica di Coppa d'Anzi, comprendente le sub unità tettoniche del torrente Rifezze e di Sassano – Monte Mattina, caratterizzate da terreni meso-cenozoici a dominante argillitica.
- Unità tettonica di San Chirico, costituita dalle formazioni del Flysch Rosso, del flysch numidico e di Serra Palazzo.
- Unità tettonica della Daunia rappresentata dal flysch di Faeto. Le unità alloctone formano nel loro insieme un ventaglio embriciato di sovrascorrimenti come schematicamente mostrato in fig. 6 (della pubblicazione), strutturatosi a partire dal Miocene Superiore. A ridosso della catena affiorano le successione dell'avanfossa Bradanica, in parte coinvolte nella deformazione del fronte della catena e dunque poste a letto del sovrascorrimento più esteso affiorante.



.....La deformazione contrazionale a carico dei terreni che ricadono nell'area del foglio perdura pertanto fino al pleistocene inferiore medio. A partire da tempi medio pleistocenici si assiste alla surrezione dell'area e alla scomposizione delle unità precedentemente strutturate ad opera di faglie dirette e trascorrenti ad alto angolo, che qui assumono in genere valori di rigetti abbastanza limitati. Sulle falde, in prossimità del fronte e anche in posizione più interna, poggiano in discordanza i depositi marini dei bacini pliocenici intracatena. Gli affioramenti più estesi di tali unità sono concentrati nel settore sud orientale del foglio.

In merito ai **rischi correlati all'attività sismica**, si evidenzia che il Territorio **comunale di Venosa** (preso in considerazione poiché ritenuto più rappresentativo), già in tempi assai remoti, è stato condizionato da diversi eventi tellurici. In effetti, l'area in esame, oltre ad interessata da dislocazioni tettoniche profonde, si trova in un settore poco distante all'Appennino Meridionale, vicinissimo al M. Vulture e all'Irpinia, non molto distante dal Promontorio del Gargano, notoriamente regioni ad alto rischio. Si tratta di aree sismogenetiche attive a causa della particolare conformazione strutturale, con forti "disturbi" imputabili a molteplici discontinuità strutturali (faglie), che nel corso degli anni sono state interessate da energia sismica intensa. Tali eventi, in gran parte assai distruttivi nelle immediate vicinanze degli epicentri, hanno avuto "influenza" e continueranno ad agire in maniera tangibile sul Territorio in parola. La soluzione è di avviare studi specifici di microzonazione sismica, a livello provinciale, al fine di una valutazione del rischio in termini quantitativi, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse e stabilire le priorità d'intervento al fine di minimizzare i danni. Devono, in ogni caso, essere osservate le norme di sicurezza antisismica per la costruzione d'opere d'ingegneria civile, per prevenire ulteriori attività sismiche intense che dovessero interessare l'area. Gli studi effettuati, negli ultimi anni, sulla pericolosità sismica del territorio italiano, dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (O.G.S.) e dal Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.), hanno consentito di sviluppare una metodologia probabilistica sismotettonica (ampiamente consolidata ed adottata a livello internazionale), che prevede l'utilizzo di dati di base: catalogo sismico e Zonazione Sismogenetica (Z.S.), oltre all'adozione di criteri e metodi per l'elaborazione di tali dati. L'elaborazione dei dati sviluppata dal I.N.G.V. consente di delineare la "pericolosità sismica" (ossia la stima dello scuotimento del suolo, previsto in un certo sito, durante un dato periodo, a causa di terremoti) evidenziata attraverso la realizzazione di specifiche carte tematiche di tutto il Territorio nazionale (<http://www.ingv.it/it/risorse-e-servizi/ambiente-terremoti-e-vulcani/mappe>).

Con riferimento ai **decreti fino al 1984**¹, l'area in esame faceva parte delle regioni classificate in base al grado di sismicità "S" pari a 9, con coefficiente d'intensità sismica, da adottare per tutte le opere d'ingegneria civile, pari 0,07 (DM 7/3/81).

La **proposta G.d.L. del 1998**², la classificava di seconda categoria. In seguito, con l'introduzione dell'**Ordinanza** del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274), che suddivide il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente³, l'area è stata riclassificata e il territorio di **Venosa** è stato inserito nella **Zona 2**.

La correlazione tra le precedenti classificazioni e quella attuale è riassunta nella seguente tabella:

DECRETI FINO AL 1984 ¹	G D L 1998 ²	CLASSIFICAZIONE 2003 ³	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (AG)
S=12	Prima categoria	Zona 1	$ag > 0.25$
S=9	Seconda categoria	Zona 2	$0.15 < ag \leq 0.25$
S=6	Terza categoria	Zona 3	$0.05 < ag \leq 0.15$
non classificato	N.C.	Zona 4	$ag \leq 0.05$

¹ Sismicità definita attraverso il grado di sismicità "S". ² Proposta di riclassificazione dove si utilizzano "tre categorie sismiche" più una di Comuni Non Classificati (N.C.). ³ Zone sismiche.

La figura 8 riproduce il **modello di pericolosità sismica MPS** (mappa interattiva) con parametro scuotimento a(g), probabilità del superamento del 10% in 50 anni, percentile 50 (SLV) del Comune più vicino all'impianto.

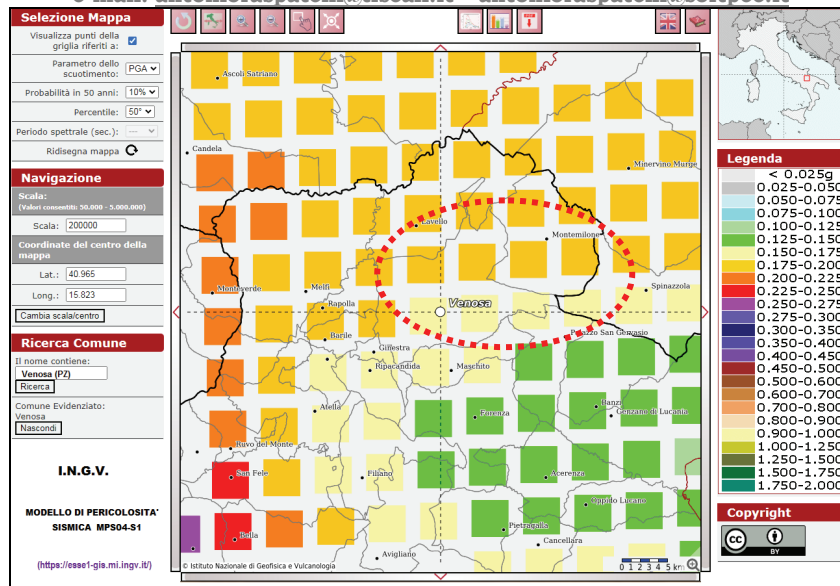


Fig. 8 – Stralcio della mappa interattiva valori Pericolosità Sismica Venosa (I.N.G.V. <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

L'Ordinanza n°3274/2003 definì per il Comune di Venosa i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)*	I
1707 6095	Zona 2	0.198 g	8.1 MCS

PGA (g)* = accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

I = intensità macrosismica (MCS) valore d'intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

g = 981 cm/sec² (accelerazione di gravità).

In merito alla sismicità storica e recente, dalla consultazione per località del catalogo parametrico dei terremoti italiani [fonte: Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., 2019 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)-<https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2>], si evince che l'area oggetto di analisi è stata “implicata” dagli effetti di molteplici eventi sismici alcuni particolarmente intensi.

La figura 9 mette in evidenza il diagramma della “Storia sismica dei terremoti della Città di Venosa, con intensità epicentrale $I_s \geq 1$ e le località vicine entro 10 km.

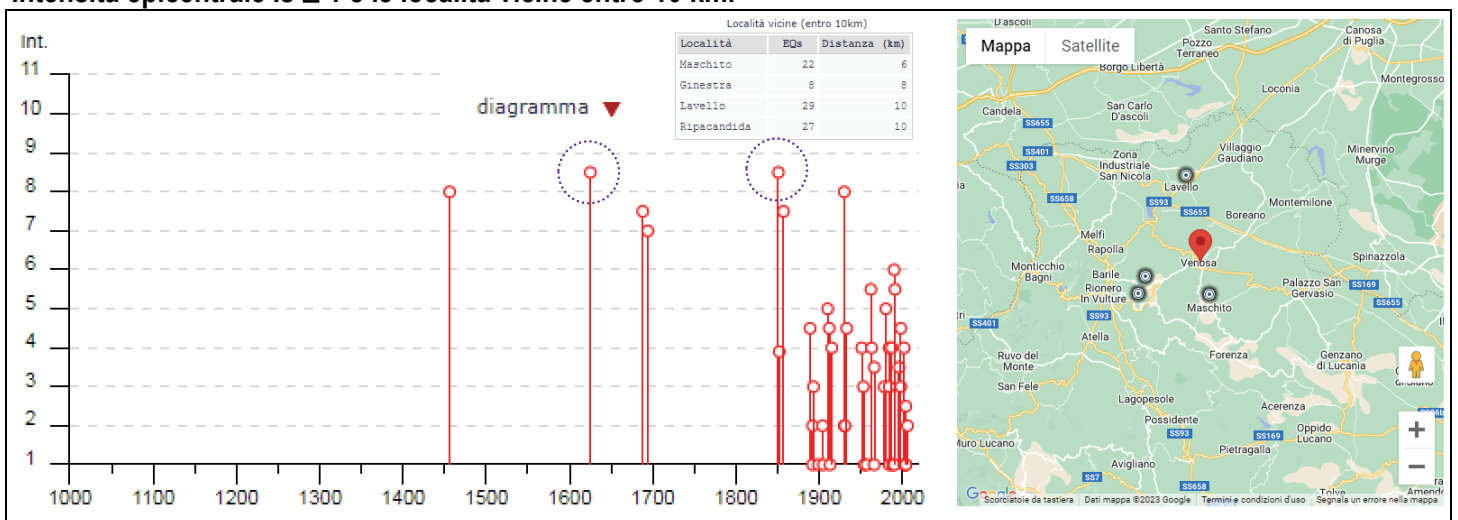


Fig. 9 - Diagramma della storia sismica dei terremoti di Venosa con intensità >1 e località vicine entro 10 km (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).



La seguente **tabella** riporta la **storia sismica** del Comune di **Venosa**, più vicino al settore SO dell'impianto eolico di Piano Regio proposto.

Venosa										PlaceID		IT_63355		Regione		Basilicata		Comune (ISTAT 2015)		Venosa					
										Coordinate (lat, lon)		40.961, 15.818		Numero di eventi riportati		49		Provincia		Potenza					
Effetti										In occasione del terremoto del															
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			NMDP	Io	Mw	Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			NMDP	Io	Mw
8	1456	12	05				Appennino centro-meridionale			199	11	7.19	NF	1957	05	03	03	29	3	Potentino			36	5	4.09
8-9	1625	08					Vulture			1	8-9	5.80	5-6	1962	08	21	18	19	Irpinia			562	9	6.15	
7-8	1688	06	05	15	30		Sannio			215	11	7.06	4	1963	02	13	12	45	Potentino			31	7	5.19	
7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata			251	10	6.73	3-4	1966	07	06	04	24	Alta Murgia			46	4	4.26	
8-9	1851	08	14	13	20		Vulture			103	10	6.52	NF	1966	10	04	04	51	Potentino			15	5	4.16	
F	1852	04	02	09	30		Vulture			5	4	4.13	3	1978	09	24	08	07	Materano			121	6	4.75	
7-8	1857	12	16	21	15		Basilicata			340	11	7.12	5	1980	12	03	23	54	Irpinia-Basilicata			11	6	4.83	
4-5	1889	12	08				Gargano			122	7	5.47	NF	1984	04	29	05	02	Umbria settentrionale			709	7	5.62	
2	1892	04	20				Gargano			15	6-7	5.02	4	1984	05	07	17	50	Monti della Meta			911	8	5.86	
NF	1892	06	06				Isole Tremiti			68	6	4.88	3	1984	05	11	10	41	Monti della Meta			342	7	5.47	
3	1893	01	25				Vallo di Diano			134	7	5.15	4	1987	01	28	05	33	Potentino			62	5	4.54	
NF	1899	08	16	00	05		Subappennino dauno			32	6	4.57	NF	1988	04	26	00	53	Adriatico centrale			78	5	3.36	
2	1904	04	08	08	22		Gargano			27	6	4.75	6	1990	05	05	07	21	Potentino			1375	5	5.77	
NF	1905	11	26				Irpinia			122	7-8	5.18	NF	1990	08	28	19	02	Potentino			84	4	4.21	
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata			376	8	5.76	5-6	1991	05	26	12	25	Potentino			597	7	5.08	
4-5	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie			49	5	4.55	3-4	1996	04	03	13	04	Irpinia			557	6	4.90	
NF	1913	10	04	18	26		Molise			205	7-8	5.35	4-5	1998	04	07	21	36	Valle dell'Ofanto			45	5	4.31	
4	1915	01	13	06	52	4	Marsica			1041	11	7.08	3	1998	04	26	05	38	Potentino			67	4-5	3.76	
8	1930	07	23	00	08		Irpinia			547	10	6.67	NF	2002	04	18	20	56	Appennino lucano			164	5	4.34	
2	1930	11	06	21	56		Alta Murgia			16	5	4.41	4	2002	11	01	15	09	Molise			638	7	5.72	
2	1931	11	10	21	10		Vulture			7	5	4.16	NF	2004	02	23	19	48	Appennino lucano			107	4-5	3.82	
4-5	1933	03	07	14	39		Irpinia			42	6	4.96	NF	2004	02	24	05	21	Appennino lucano			140	5	4.21	
4	1951	01	16	01	11		Gargano			73	7	5.22	2-3	2004	09	03	00	04	Potentino			156	5	4.41	
3	1953	02	25	00	07	4	Vibonese			56	5-6	4.88	2	2006	05	29	02	20	Gargano			384	4	6.4	
NF	1954	08	06	19	21	1	Potentino			13	5-6	5.18													

Int.	⇒	(Intensità macrosismica);
NF	⇒	(non percepito);
7-8	⇒	[Intensità al sito scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930)];
NMDP	⇒	(Numero di osservazioni macrosismiche del terremoto);
Io	⇒	[Intensità epicentrale (MCS)];
Mw	⇒	(Magnitudo momento).

La **caratterizzazione sismica** preventiva del sito e, in particolare, la definizione della **categoria del sottosuolo**, l'**azione sismica di progetto**, conforme all'attuale normativa (aggiornamento N.T.C. D.M. 17.01.2018), è stata stimata, preliminarmente, facendo riferimento a indagini geofisiche esperite precedentemente nelle vicinanze.

Tale caratterizzazione preventiva sarà comunque acquisita sperimentalmente tramite valutazione dei dati derivanti da indagini geofisiche, eseguiti su ogni singolo aerogeneratore, applicando il metodo sismico MASW.

Per **maggiori approfondimenti** riguardanti i parametri della **pericolosità sismica di base** (ricavati dagli spettri di risposta rappresentativi della componente orizzontale e verticale), l'azione sismica di progetto del generico sito, individuazione della pericolosità del sito, scelta della strategia di progettazione determinazione dell'azione di progetto, parametri dello spettro di risposta elastico orizzontale, parametri dello spettro di risposta elastico verticale, accelerazione massima attesa al sito, coefficienti sismici orizzontale (K_h) e verticale (K_v), si rimanda all'**elaborato fuori testo (PRGDT_GENR03202_00 - ALLEGATO: STIMA PARAMETRI RISPOSTA SISMICA)**.

5. CARATTERI IDROGRAFICI, IDROGEOLOGICI E IDROGEOMORFOLOGICI SPECIFICI DELL'AREA DELL'IMPIANTO EOLICO

I principali **elementi idrografici** che caratterizzano l'area in esame (nel contesto idrografico generale) sono rappresentati nella seguente figura 10, estrapolata dalle mappe di inquadramento pubblicate sul web.....PGRA_DAM (Piano Gestione Rischio Alluvioni_Distretto Idrografico Appennino Meridionale).

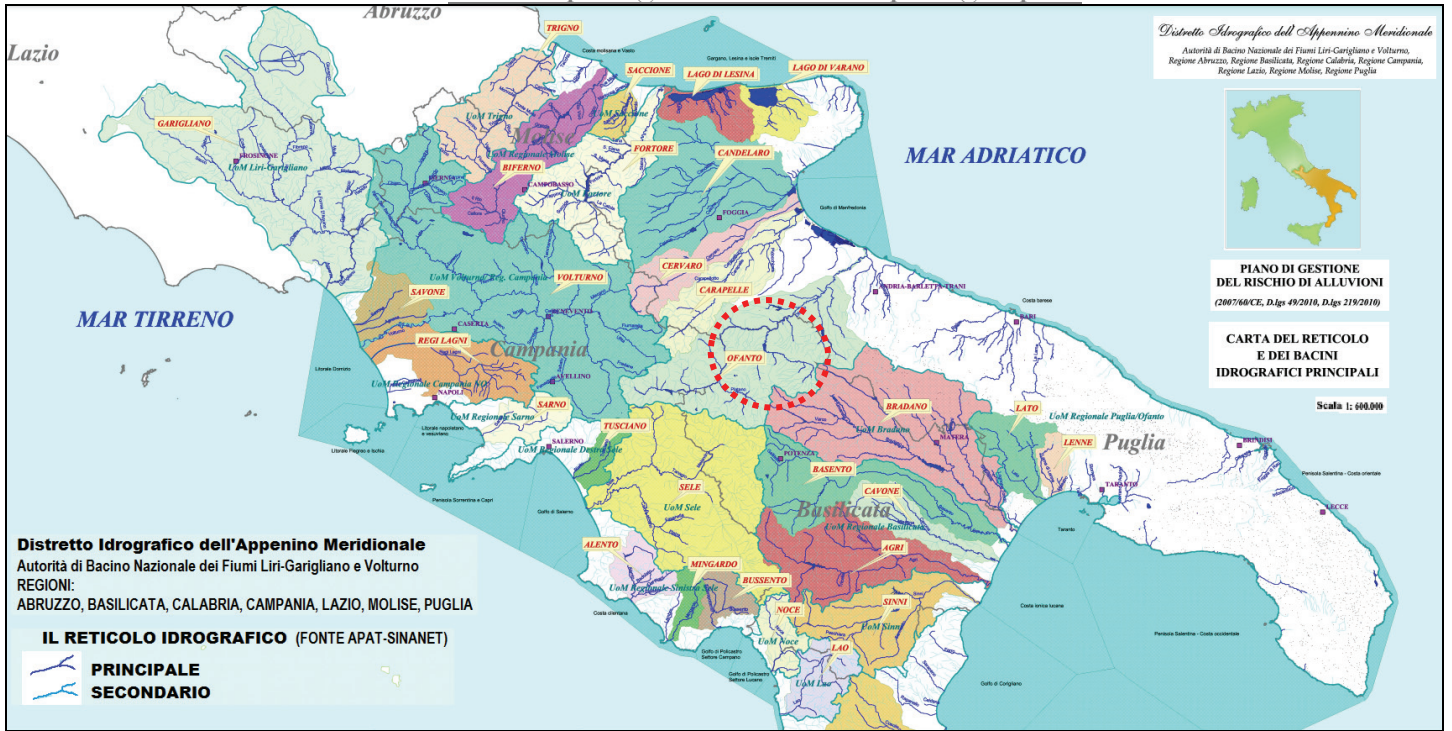


Fig. 10 - Stralcio ingrandimento della "Carta del reticolo e dei bacini idrografici principali" (Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale – Autorità di Bacino Nazionale.....).

5.1. Idrografia

L'area in esame è parte integrante del settore centro meridionale del **Bacino idrografico del F. Ofanto** e riguarda specificatamente il versante destro del fiume caratterizzato da un reticolo idrografico esteso e articolato dove defluiscono i suoi affluenti maggiori: la **Fiumara di Atella**, la **Fiumara di Venosa** e il **Torrente Locone** (fig. 11).

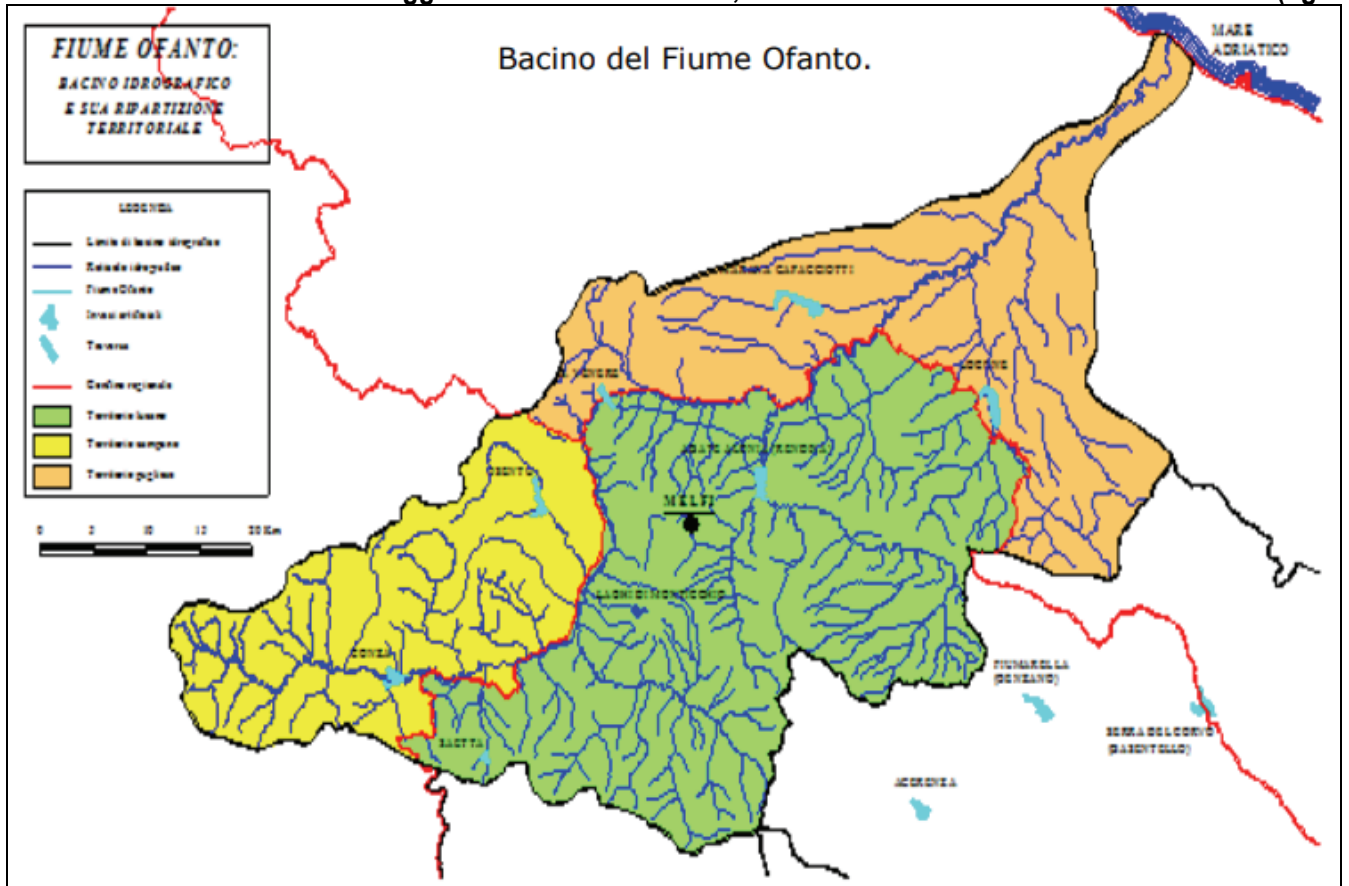


Fig. 11 – Bacino dell'Ofanto.



L'asta fluviale principale presenta uno sviluppo pressoché in direzione SO-NE assumendo, in alcuni tratti, nella media e bassa valle, un andamento meandriforme. Il bacino idrografico dell'Ofanto si sviluppa per la maggior parte in un articolato ambiente geologico, morfologico e morfostrutturale dell'Appennino lucano, contrassegnando il confine tra due unità morfostrutturale ben definite: l'altopiano delle Murge e il bassopiano del tavoliere di Foggia.

Le sorgenti con portata elevata, alquanto distanti dall'impianto (~62-66 km) sono dislocate in prossimità dell'abitato di "Torella dei Lombardi" - AV (S.S.7, km 349, quota 650 m s.l.m.), "Incoronata" (strada statale S. Angelo dei Lombardi/Lago Saetta, km 360,2 quota 700 m e 820 m s.l.m. e km 398 S.S.7 rispettivamente). Gli affluenti, di una certa rilevanza idraulica, evidenziano portate piuttosto contenute e determinano un assetto con regime francamente torrentizio. Lo spartiacque nel settore NO passa lungo la dorsale dei Monti Carpinelli (505 m) poi verso il Monte Forcuso (899 m) e piega verso ovest e, proseguendo verso sud sfiora il Monte Prusco (1453 m), quindi il M. Caruso (1236 m) e La Sierra Carriera (1041 m) nelle vicinanze di Nusco e Avigliano. Proseguendo verso SE il bacino interessa Lamacupa nelle Murge (595 m) in prossimità di Minervino e del M. Grosso (403 m) scende verso Canosa di P. e sfocia nel Mare Adriatico in prossimità di Barletta.

Nel caso di specie, in buona parte della Fiumara di Venosa (FV), affluente di destra dell'Ofanto, affiorano terreni clastici costituiti da sabbie, conglomerati e argille del ciclo Pliocene inferiore-medio. In prima analisi, per i sedimenti superficiali incoerenti a granulometria da media a fine, quali i depositi delle piane alluvionali recenti e attuali (lungo i fondovalle della FV) la permeabilità primaria da considerare è da media a bassa. Alle facies conglomeratiche e sabbiose affioranti diffusamente sui versanti della FV si può riferire una permeabilità primaria da media a elevata. I terreni a permeabilità primaria nulla o bassa sono invece le argille e argille marnose plio-pleistoceniche affioranti (argille subappennine).

Come più volte indicato, nel settore SO dell'impianto, l'Avanfossa bradanica è contrassegnata da affioramenti in prevalenza sabbioso-tufacei e dalla valle minore riguardante il tributario (in destra orografica) del F. Ofanto, rappresentato dalla Fiumara di Venosa / Fiumara di Matinella (corso alto). Nel settore NE "emergono" terreni, di natura prevalentemente sabbioso-conglomeratica, solcati dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del Vallone S. Maria e quello della Valle Cornuta, tributari in sinistra orografica del T. Loconcello, a sua volta confluyente nel T. Locone (fig. 12), tributario di destra dell'Ofanto.

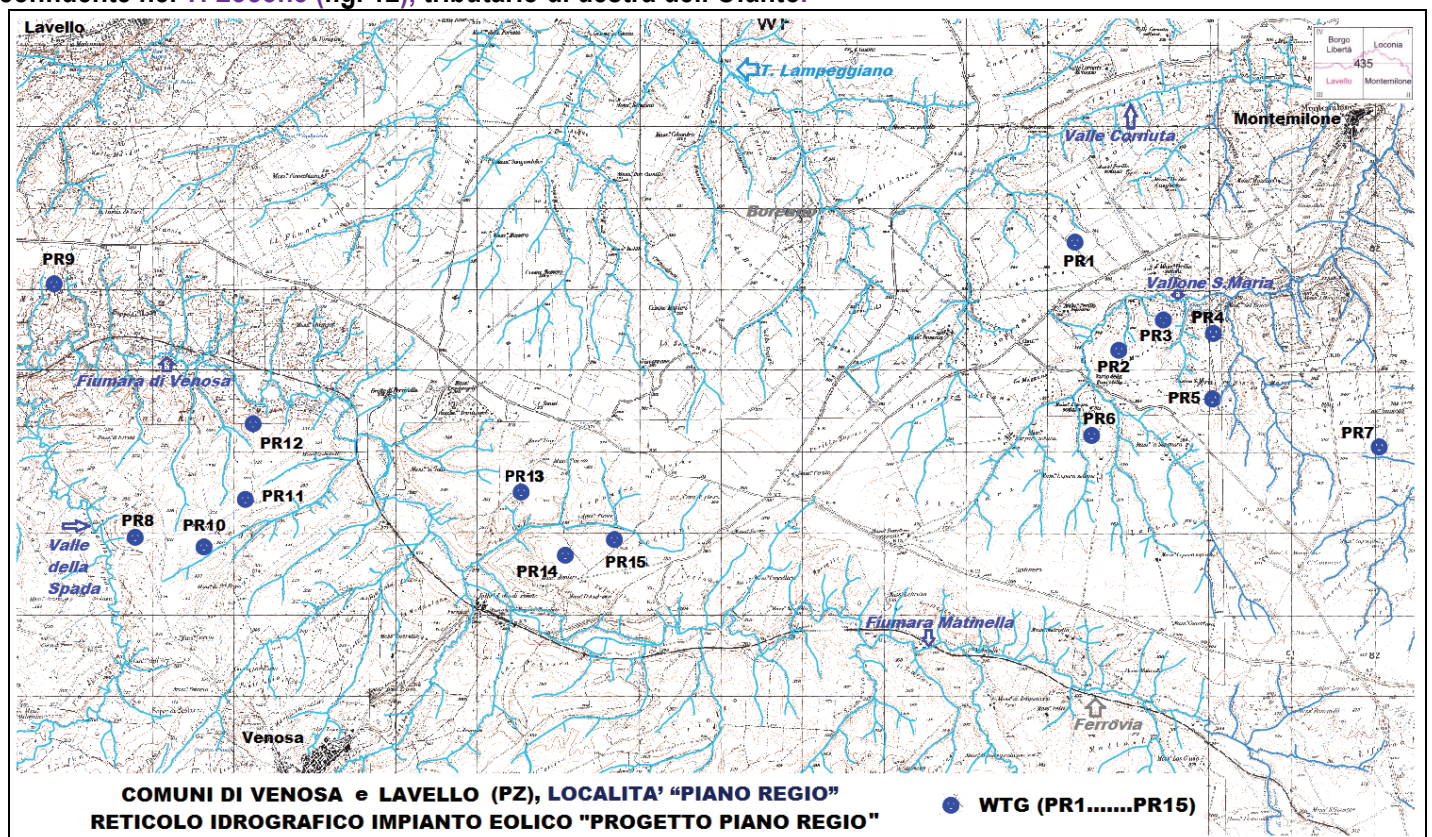


Fig. 12 – Reticolo idrografico impianto eolico Piano Regio [stralcio/ingrandimento I.G.M. scala 1:50.000 (su base topografica al 25.000)].-



In genere le **aste fluviali non evidenziano portate rimarcanti tanto che la maggior parte dei corsi d'acqua è caratterizzata da regimi stagionali, talora effimeri**. Si evidenzia che le portate medie annue della **Fiumara di Venosa** sono dell'ordine di 666 mm (dati rilevati nel periodo 1928-1970, fonte: Ministero LL.PP. Servizio idrografico BARI), con maggior **apporto solido**, rispetto al T. Arcidiaconata, rilevato tra il 1953/1960 (COTECCHIA & LONOCE, 1963).

5.2. Acque sotterranee e sorgenti

Nel settore **SO** e, in particolare, proprio per il **Sottobacino della F.ra di Venosa**, parte integrante dell'ampio bacino idrografico della media valle del F. Ofanto, i **dati** a disposizione indicano che i terreni sono riferibili alla formazione denominata "**Lacustre di Venosa**", costituita da: **sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; tufiti a pomice chiare e frammenti lavici; livelli conglomeratici a elementi sedimentari e lavici...** ⇒ **...lv...** (equiparabile alle formazioni **I** ↔ **Qvt**, rappresentate nelle carte geologiche contigue scala 1:100.000 FF°175-176-187-188). Ovvero anche al **SINTEMA DI BARILE SBL_b** (F°452 al 50.000) che comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture (fig. 4, pag. 9).

In quest'area è verosimilmente improbabile la presenza di falde acquifere **profonde**, poiché al di sotto gli strati **permeabili** di **sabbie conglomeratiche SBL_b**, di spessore talora piuttosto contenuto, sono, a modesta profondità, presenti le **argille Q-Pag** (equiparabile alle formazioni **Q_c_a** ↔ **PQa**; ossia anche alle ARGILLE SUBAPPENNINE (F°452 al 50.000) **ASP**.

Dimodoché le **falde idriche** riscontrabili sono del tutto **superficiali**, come comprovato da alcuni sondaggi effettuati in zona, che si sono "attestati" nelle argille grigio-azzurre **impermeabili ASP** (equiparabile alle formazioni **Q_c_{cg}** ↔ **Qc₁**), riscontrabili a profondità mediamente compresa tra **25 e 30 m** dal piano campagna.

Nel settore **NE** "emergono" terreni, di natura prevalentemente **sabbioso-conglomeratica**, solcati dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del **Vallone S. Maria** e quello della **Valle Cornuta**, tributari in sinistra orografica del **T. Loconcello**, a sua volta confluyente nel **T. Locone** e poi nel **F. Ofanto**.

L'**acquifero** ha generalmente sede nei **conglomerati** ⇒ **Q_{cg}** (equiparabile alle formazioni **Q_c_{cg}** ↔ **Qc₁**, delineate sulle carte geologiche scala 1:100.000 dei FF°175-176-187-188, ossia anche ai conglomerati **GVS** F°452 al 50.000) e nelle **sabbie Q_{cs}** (equiparabile alle formazioni **Q_s** ↔ **PQs** ↔ **Q_c_s**) o meglio anche alle sabbie **SBC_a** a volte molto cementate, talora, in "apprezzabili" spessori di livelli di **sabbie argillose con sottili lenti ghiaiose**.

Le acque contenute nei suddetti materiali conglomeratici e in quelli sabbiosi sottostati alimentano gli acquiferi del ciclo sedimentario regressivo "**GVS-conglomerati**" (sovrastanti la formazione "**SBC-sabbie**"), dove è tuttavia possibile il riscontro di falde profonde (~50 m dal p.c.).

Come anticipato le **sorgenti** con portata elevata, **alquanto distanti dall'impianto** (~62-66 km) sono dislocate in **prossimità dell'abitato di "Torella dei Lombardi"** - AV (S.S.7, km 349, quota 650 m s.l.m.), "**Incoronata**" (strada statale S. Angelo dei Lombardi/Lago Saetta, km 360,2 quota 700 m e 820 m s.l.m. e km 398 S.S.7 rispettivamente).

Generalmente i depositi di argilla (con limo, grigio-azzurra) **ASP**, riscontrabili a profondità variabili dal piano campagna, presentano **spessore considerevole** e costituiscono il **letto delle falde acquifere sotterranee** della zona in esame.

Per quanto riguarda la **conducibilità idraulica**, la seguente figura 13 evidenzia la descrizione dei **complessi idrogeologici / unità geologiche** e il **grado di permeabilità** che riguarda specificatamente il sottosuolo in esame.

► **Complesso idrogeologico sabbioso-limoso-ghiaioso**

- ✓ le alluvioni antiche e recenti, i **depositi lacustri e piroclastici** sono caratterizzati da **permeabilità per porosità variabile da bassa a media** (in funzione della granulometria dei depositi) ⇒ 10^{-4} k 10^{-6} cm/s;
- ✓ laddove prevalgono i depositi ghiaiosi, la **permeabilità primaria è alta** ⇒ $k > 10^{-2}$ cm/s.

► **Complesso idrogeologico conglomeratico-sabbioso-argilloso**

- ✓ i depositi **pliocenici e pleistocenici** di ambiente marino e di transizione sono contrassegnati da **permeabilità per porosità variabile da bassa a media** (in funzione della granulometria dei depositi) ⇒ 10^{-4} k 10^{-6} cm/s;
- ✓ i termini **prevalentemente argillosi** hanno permeabilità nulla ⇒ $k > 10^{-8}$ cm/s.

(Come da tab.4 e fig. 20, estrapolate dalle note illustrative del F°452 "Rionero in Vulture" - Ispra progetto Carg, lo schema idrogeologico è stato definito in funzione dell'associazione di termini litologici simili e di un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione abbastanza ristretto).



Tab. 4 - Distinzione e descrizione dei complessi idrogeologici del Foglio 452 "Rionero in Vulture".

COMPLESSI IDROGEOLOGICI	UNITÀ GEOLOGICHE	DESCRIZIONE E GRADO DI PERMEABILITÀ
Sabbioso-limoso-ghiaioso (1)	a1a - a2 - ba - e - b - a1b - bb - LGM _{vb} - SBL ₃₁ - SBL - MV - TLV _{1a}	Alluvioni antiche e recenti, depositi lacustri, detriti di versante, depositi di frana, piroclastiti risedimentate: permeabilità per porosità variabile da bassa a media in relazione alla granulometria dei depositi ($10^{-4} > K > 10^{-6}$). Ove prevalgono i depositi ghiaiosi la permeabilità primaria per porosità è alta ($K > 10^{-2}$).
Travertini (1a)	SMF _{4f1}	Permeabilità alta per porosità e fratturazione ($K > 10^{-2}$).
Piroclastiti e Lave (2)	SMF ₃ - SBL ₁ - SBL ₂ - SBL ₃ - SBL ₄ - FGG ₂ - FGG ₃ - LGM _{5va}	Lave e prodotti scoriacei: permeabilità medio-alta per porosità e fratturazione ($10^{-2} > K > 10^{-4}$). Materiali piroclastici sciolti e tufi: permeabilità variabile da bassa a media per porosità e per fratturazione per i termini litoidi ($10^{-4} > K > 10^{-6}$).
Argilloso-sabbioso-Conglomeratico (3)	SMF ₁ - SFS ₁ - FGG ₁ - FGG ₃₁ - MSI - SFS ₂ - FGG - GVS - SBC - ASP - RCD - SFS ₃ - TLV _{1b}	Depositi pliocenici e pleistocenici di ambiente marino e di transizione. Permeabilità per porosità variabile da bassa a media in relazione alla granulometria dei depositi ($10^{-4} > K > 10^{-6}$). I termini prevalentemente argillosi hanno una permeabilità nulla ($K > 10^{-8}$).
Calcareo-marnoso (4)	FYR - PDO _a - FAE - TLV ₂	Depositi flyscioidi: permeabilità alta per fratturazione e carsismo legata ad una marcata prevalenza di termini permeabili ($K > 10^{-3}$), dove prevalgono i termini marnosi impermeabili il complesso risulta permeabile per porosità e fratturazione con un grado basso ($10^{-4} > K > 10^{-6}$).
Arenaceo-marnoso Argilloso (5)	AV - FYN - PAA - PDO _b - FAE _a	Depositi flyscioidi: permeabilità bassa o nulla prevalentemente per porosità ($10^{-4} > K > 10^{-6}$), medio-bassa per fratturazione diffusa.

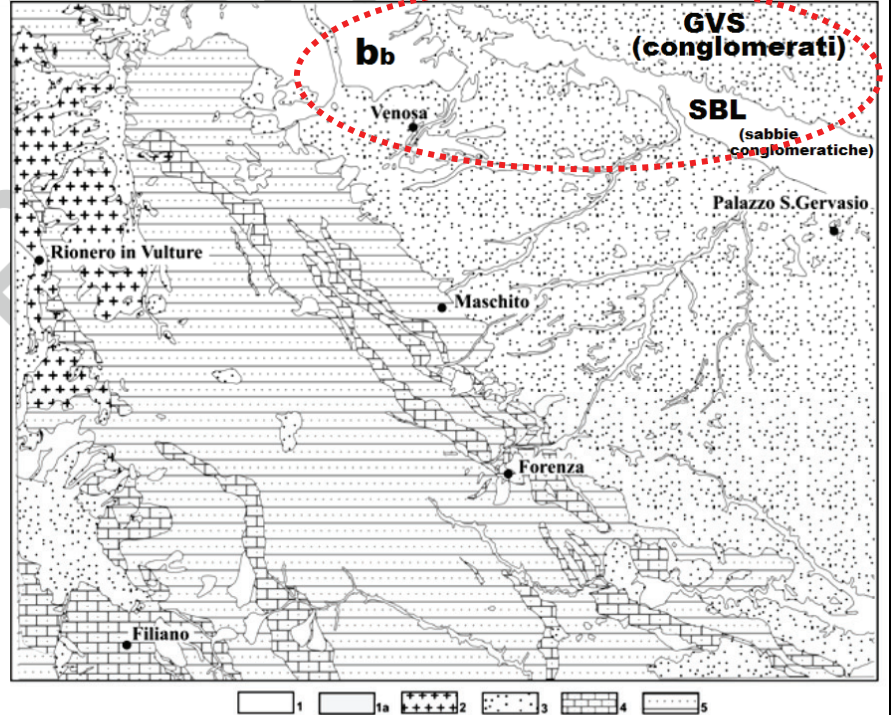


Fig. 20 - Schema idrogeologico del Foglio 452 "Rionero in Vulture". I tasselli numerati corrispondono ai complessi idrogeologici descritti in Tabella 4. (ISPRA PROGETTO CARG)

Fig. 13 - Tabella della permeabilità e schema idrogeologico delle unità geologiche ricadenti nel settore meridionale dell'impianto eolico Piano Regio [note illustrative del F°452 "Rionero in Vulture" (Ispra progetto CARG)].

5.3. Idrogeomorfologia. Pericolosità/rischio geomorfologico e idraulico

La morfologia della zona è sostanzialmente contrassegnata da aree "basse" corrispondenti alle depressioni vallive di origine fluviale, contornate da versanti a forme "dolci"; mentre le aree "alte" coincidono con i primi rilievi montuosi del Preappennino lucano.

Nel settore nord-orientale gli alti morfologici coincidono con strutture tabulari di origine deposizionale che contrassegna questo luogo della porzione regressiva della fossa bradanica incisa dal reticolo idrografico in continuo approfondimento.

La tettonica disgiuntiva recente e il sollevamento regionale hanno originato (tra il Pleistocene medio superiore e l'Olocene) le forme terrazzate più elevate.

Riguardo all'acclività dei versanti, questo settore è caratterizzato (in relazione alla natura e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali ivi presenti) da zone, dove la pendenza è più o meno marcata, in corrispondenza di litofacies conglomeratiche ed è meno accentuata nei luoghi dove affiorano le sabbie o le argille.

Per quanto riguarda l'instabilità dei versanti si sottolinea che le aree particolarmente interessate sono soprattutto quelle dove affiorano i materiali più argillosi e, talvolta, anche quelle argilloso-sabbiose, comunque laddove le pendenze sono particolarmente accentuate.

Nelle aree più acclivi, tale precarietà geomorfologica si rivela spesso con tipiche conformazioni riferibili a movimenti plastico-gravitativi, roto-traslazionali, colate di fango, delineate da configurazioni erosive superficiali (scoscendimenti, calanchi, lame.....).

Tra i fenomeni franosi più diffusi si evidenziano: scivolamento rotazionale e frane complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento e, laddove prevale la componente pelitica si rilevano per lo più frane del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep.

In particolari condizioni locali, in corrispondenza dei versanti segnati in sabbie e/o conglomerati cementati si riscontrano anche frane del tipo crollo.

Nel caso in esame, come descritto più volte prima, le opere progettate, riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:



OTTO torri eoliche (settore NE: PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR9) andranno a interessare gli affioramenti, sostanzialmente rappresentati da sedimenti prevalentemente **conglomeratici**, anche ferrettizzati – per lo più incoerenti o debolmente cementati – ad elementi poligenici del Flysch; ▶ lenti **sabbiose**; talora resti di macrofossili. **CALABRIANO** Q_{cg} ⇒ (equiparabile alle formazioni $Q_{cg} \leftrightarrow Q_{c1}$, rappresentante nelle carte geologiche contigue).

SETTE torri (settore SO: PR8, PR10, PR11, PR12, PR13, PR14, PR15) riguarderanno i depositi della formazione denominata **Lacustre di Venosa**, costituita da: ▶ sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; ▶ tufiti a pomice chiare e frammenti lavici; ▶ livelli conglomeratici a elementi sedimentari e lavici (questi ultimi scompaiono alla base). **OLOCENE** ⇒ lv (equiparabile alle formazioni $I \leftrightarrow Qvt$, rappresentante nelle carte geologiche contigue).

L'**orografia** dei luoghi evidenzia che per la maggior parte le torri andranno a interessare **aree sub-pianeggianti**, in ogni modo **versanti debolmente inclinati**, situati per lo più nelle fasce di “raccordo” prospicienti le **piane** dei corsi d'acqua, dove affiorano i suddetti sedimenti fluvio-lacustri (riguardanti i versanti posti a NE della valle alluvionale della Fiumara di Venosa) e i depositi, di natura prevalentemente sabbioso-conglomeratica, del **Vallone S. Maria** e quello della **Valle Cornuta**, tributari in sinistra orografica del **T. Loconcello**.

Le **quote** minime e massime sono dell'ordine di ~323 m (torre PR12) e ~380 m (torre PR7) e le aree interessate **non presentano problemi d'instabilità** dei terreni dovuti a movimenti franosi e/o ad altre condizioni di precarietà geomorfologica associate.

In effetti, con riferimento alle determinazioni del **PAI** (Piano stralcio di Assetto Idrogeologico), la consultazione della cartografia estrapolata dal “**WebGis del DAM (Distretto Appennino Meridionale) – Puglia, PGRA (Piano Gestione del Rischio di Alluvioni)**”, divulgata appunto dall'A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – Ex A_dB Puglia, stabilisce che i **siti** riguardanti le torri eoliche proposte **non sono inclusi nelle aree perimetrare sia a rischio geomorfologico, sia idraulico** (figg. 14, 15 e 16).

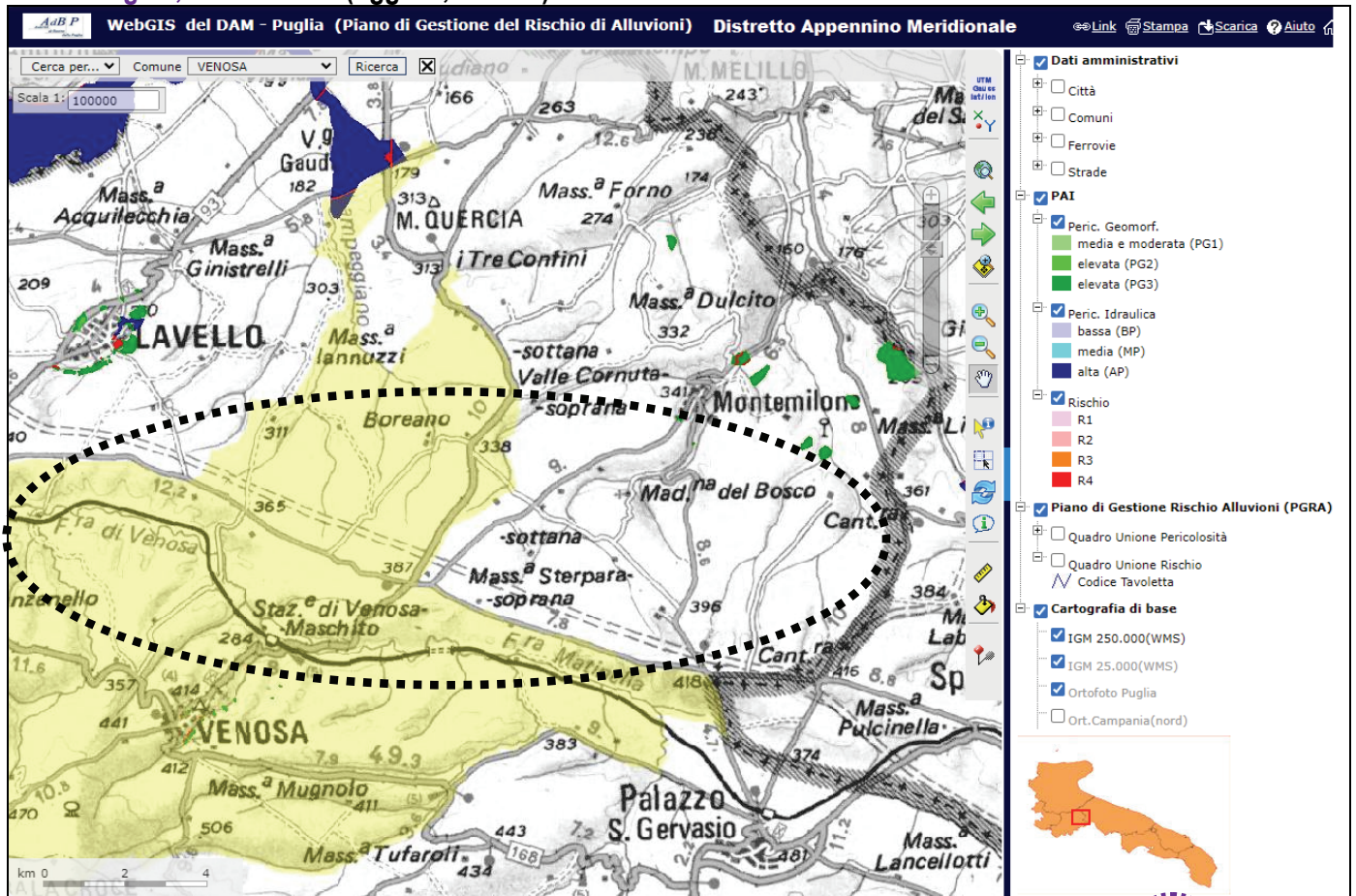


Fig. 14 – WebGis del DAM – Puglia, PGRA (Piano Gestione del Rischio di Alluvioni), A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – Ex A_dB Puglia). **Impianto eolico.**
▶ (<https://www.adb.puglia.it/public/news.php>) ▶ (<https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/riesame-mappe-pericolosite-e-rischio-di-alluvione-adozione-misure-di-salvaguardia-menu>).

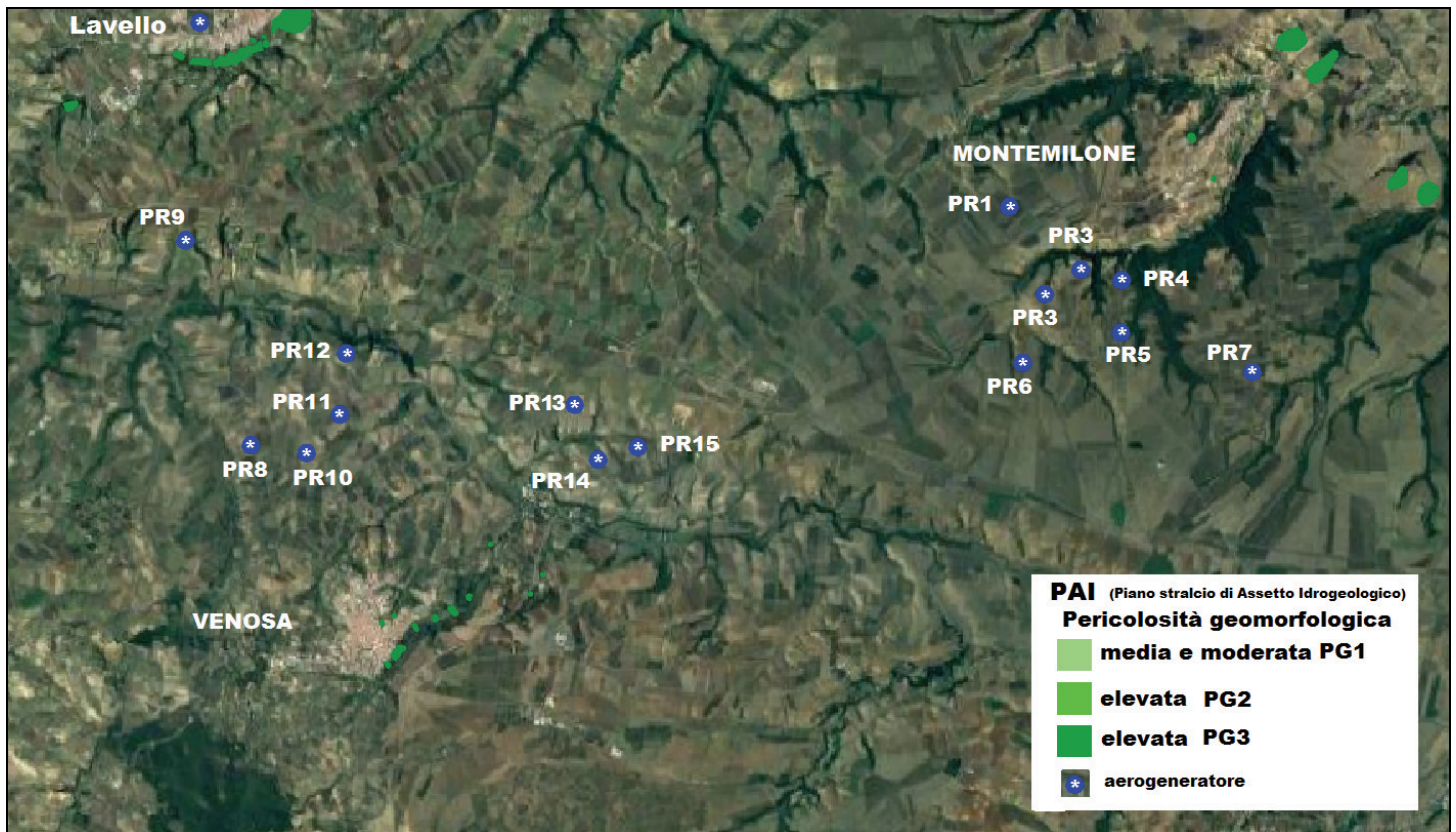


Fig. 15 – Stralcio/ingrandimento PAI “Pericolosità geomorfologica” (WebGis del DAM –PGRA A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – Ex A_dB Puglia).

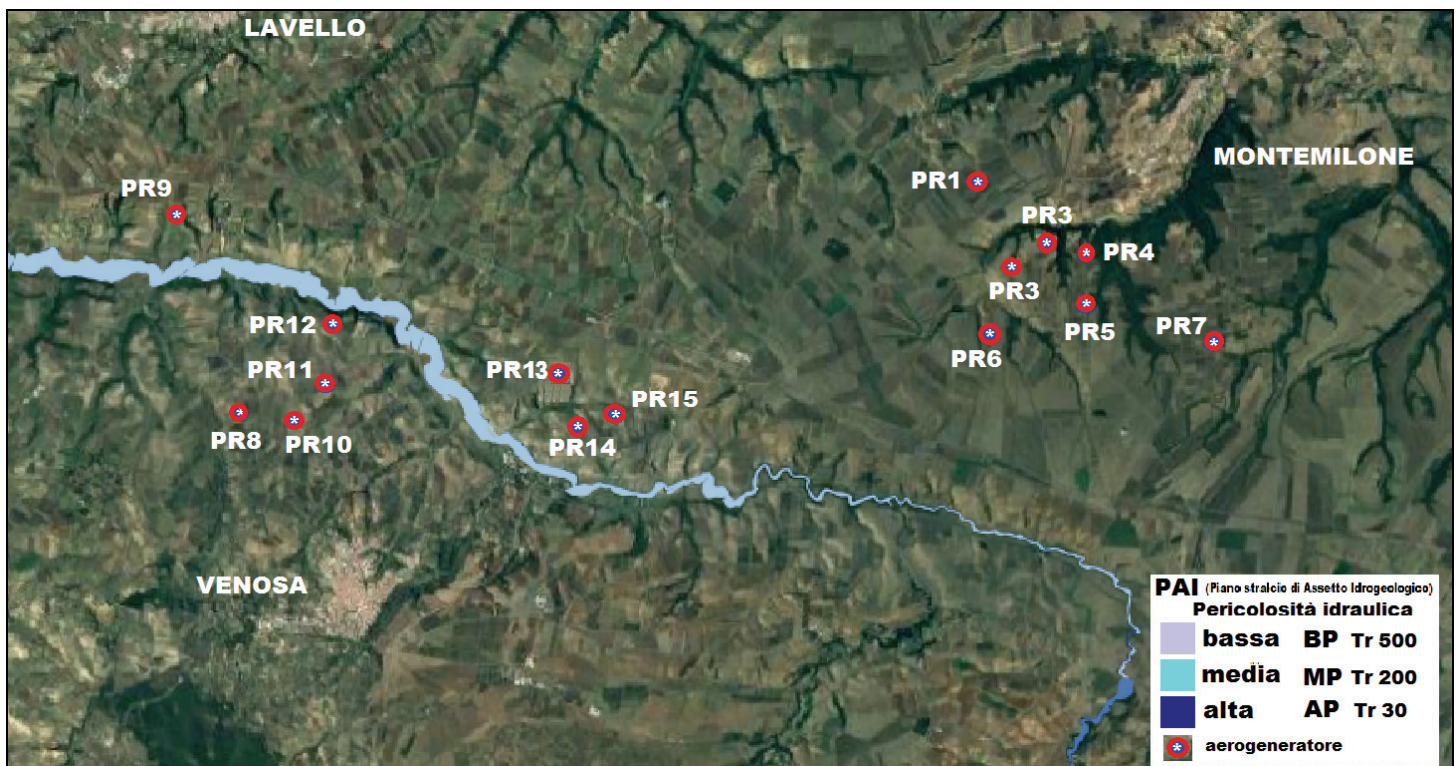


Fig. 16 – Stralcio/ingrandimento PAI “Pericolosità idraulica” (WebGis del DAM –PGRA A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – Ex A_dB Puglia).

Appunto, per quanto riguarda le eventuali “complicazioni” derivanti da fenomeni connessi all’azione delle acque superficiali, non sussistono condizioni di pericolosità idraulica, poiché i siti riguardanti le Torri eoliche PR1....PR15 dell’impianto Piano Regio, sono alquanto distanti da corsi d’acqua di “apprezzabile” rilevanza fluviale.



Come più volte indicato, nel **settore SO** dell'impianto, l'Avanfossa bradanica è contrassegnata dalla valle minore riguardante il tributario (in destra orografica) del F. Ofanto, rappresentato dalla **Fiumara di Venosa** (Fiumara di Matinella corso alto). Nel **settore NE** i terreni sono incisi dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del **Vallone S. Maria** e quello della **Valle Cornuta**, tributari in sinistra orografica del **T. Loconcello**, a sua volta confluyente nel **T. Locone**, tributario di destra dell'Ofanto. Questi corsi d'acqua denotano un **regime fluviale pienamente torrentizio**, con periodi di magra prolungati e portate quasi nulle, ma anche di piene talora di ragguardevole entità riguardanti la **Fiumara di Venosa / Fiumara di Matinella** (corso alto). In ogni caso le aree predisposte per la realizzazione dell'impianto **non sono assoggettate a rischio e a pericolosità idraulica** (fig. 16).

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE "PREGRESSE" ESEGUITE NELLE VICINANZE E/O IN ZONA IMPIEGATE PER LA DEFINIZIONE "PREVEDIBILE" DELLE CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOSIMICHE.

Al fine di verificare la **compatibilità geologica e geotecnica** dell'area dell'impianto eolico denominato "**Piano Regio**", definendone il profilo stratigrafico e idrogeologico, le **caratteristiche geotecniche e sismiche presumibili**, si è fatto riferimento a indagini geognostiche effettuate in precedenza, che hanno interessato terreni simili, in siti **limitrofi** (con particolare riferimento a eventuali indagini geognostiche e geotecniche, espletate per la realizzazione impianti eolici realizzati in zona).

Sulla base di tali indicazioni si è ritenuto opportuno adottare la seguente **procedura conoscitiva** di prima analisi.

- Valutazione dati "litotecnici e idrotecnici", prendendo in considerazione ed esaminando compiutamente i risultati di prospezioni geomeccaniche, attuate sia in sito, sia in laboratorio, su terreni simili: **sondaggi geotecnici, prove penetrometriche e di laboratorio geotecnico (utilizzabili)**.
- Valutazione dati "geofisici": **prospezioni sismiche di tipo Masw (adoperabili)**.
- Valutazione caratteri "litostratigrafici e idrotecnici **pozzi per acqua**" più vicini, desunti dalla consultazione dell'Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo- Legge 464/1984: **pozzo ISPRA_1988 terebrato a S-SO di Montemilone zona torre eolica PR1 (attendibile)**.

Tale valutazione conoscitiva, basata sui risultati delle indagini geognostiche disponibili, è (per il momento) "commisurata" alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, strutturali, idrogeologiche e sismiche specifiche dell'area (**che non evidenzia comunque problematiche inerenti alla compatibilità geologico-geotecnica dell'intervento proposto**) e al grado di "approfondimento geognostico" richiesto dall'attuale fase di progettazione definitiva.

La correlazione dei sondaggi geotecnici pregressi eseguiti in zona hanno sostanzialmente evidenziato, sotto il terreno di copertura vegetale (spessore medio pari a circa 1.00 m), la presenza dei terreni di seguito indicati.

-Nel settore S.O. dell'impianto, a nord di Venosa (dove emergono sedimenti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi):

- ✓ **sabbia grigiastra**, talora giallastra e rossastra, con **ghiaia** e intercalazioni di strati (da centimetrici a decimetrici) di frammenti di lapilli e ceneri, fino a circa 25 m, poi **argilla con limo**, dapprima grigio-verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (~30 m).

-Nel settore N.E. dell'impianto, a sud-ovest di Montemilone (dove affiorano i sedimenti prevalentemente conglomeratici):

- ✓ **ghiaia e ciottoli** a matrice sabbiosa giallastra, a luoghi molto cementati (**conglomerato**), con intercalazioni di strati, da decimetrici a metrici, di limo sabbioso e sabbie cementate, fino a fondo foro (~30 m).

Oltre la profondità di 30 m, si verrebbero a riscontrare depositi di sabbia cementata (arenaria) con livelletti di limo sabbioso, fino a -75 m circa, poggianti su argilla grigio-azzurra, di spessore considerevole, che costituisce il letto delle falde acquifere sotterranee della zona in esame.

A titolo di esempio la figura 14 riporta i caratteri litostratigrafici/litotecnici e la ubicazione del **pozzo ISPRA_1988, terebrato a S-SO di Montemilone (zona torre eolica PR1)**, dalla quale si osserva la presenza e della falda e dell'argilla grigio azzurra a notevole profondità.



DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Seguici su



cerca nel sito



Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 162585 Regione: BASILICATA Provincia: POTENZA Comune: MONTEMILONE Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 76,00 Quota pc slm (m): 394,00 ← Anno realizzazione: 1988 ← Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI ← Numero strati: 8 Longitudine WGS84 (dd): 15,939500 Latitudine WGS84 (dd): 41,020111 Longitudine WGS84 (dms): 15° 56' 22.21" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 01' 12.41" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1988 ←	54,00 ←	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO AGRARIO-VEGETALE
2	1,00	11,00	10,00		CIOTTOLI, GHIAIE E SABBIE SCIOLTE TALORA CEMENTATE
3	11,00	14,00	3,00		LIMO SABBIOSO
4	14,00	16,00	2,00		ARENARIA
5	16,00	22,00	6,00		CONGLOMERATO: CIOTTOLI, GHIAIE E SABBIE CEMENTATE
6	22,00	32,00	10,00		ARENARIA CON CIRCOLAZIONE DI ACQUA
7	32,00	74,00	42,00		SABBIA CON LIVELLETTI DI LIMO SABBIOSO E CIRCOLAZIONE DI ACQUA
8	74,00	76,00	2,00		ARGILLA GRIGIO AZZURRA

Fig. 14 – Caratteri “litostratigrafici e idrotecnici pozzo per acqua ISPRA_1988, terebrato a S-SO di Montemilone (zona torre eolica PR1), desunto dalla consultazione dell'Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo-Legge 464/1984.

Lo studio geologico, unitamente alla “comparazione” di dati disponibili, o meglio della valutazione/elaborazione dei risultati d'indagini geognostiche (geotecniche e geofisiche utilizzabili), eseguite da altri nelle vicinanze e/o in zona, su terreni simili, ha consentito di stabilire la parametrizzazione geotecnica di partenza, prevedibile, riportata nelle tabelle riassuntive descritte nel par. 7.2.1. (vedi conclusioni).



In ogni caso, per quanto riguarda le “problematiche” inerenti alla **compatibilità geologico-geotecnica** dell'intervento proposto (e allo stato modificato dei luoghi) saranno svolti gli opportuni approfondimenti e si adotteranno i seguenti accorgimenti.

Il progetto dell'impianto eolico **non include** la realizzazione di **scavi a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m**, per cui le verifiche di stabilità dei fronti di scavo e previste opere di sostegno provvisorie e/o definitive a sostegno delle pareti degli stessi a salvaguardia di tutti i soggetti e mezzi presenti nel cantiere, possono essere omesse considerandole misure di eccedente protezione.

Comunque, proprio in virtù delle caratteristiche litologiche dei terreni ivi presenti, che si prevede di riscontrare quali: **ghiaie a matrice sabbiosa (conglomerati)** e/o **sabbie più o meno cementate e arenarie**, materiali credibilmente dotati di sufficienti/buone capacità d'autosostenimento, è assai improbabile che si verifichino superfici di rottura, con conseguenti distacchi di materiale dalle pareti, per la realizzazione di scavi a fronte verticale di altezza inferiore ai 2 m (N.B. profondità scavi previsti per posa in opera cavidotti: 1,20 m).

A tal proposito si ritiene opportuno evidenziare che nella comune **pratica edilizia** si osserva, solitamente, che i suddetti materiali, quando sono allo stato anidro (e non solo) “mantengono” perfettamente la profilatura verticale (anche nel caso altezze dello scavo > di 2 m denotando “nientemeno” un angolo di attrito pari 90°).

Invero, il materiale al quale sono da attribuire, potenzialmente, **scarse** capacità d'autosostenimento, a breve termine, soprattutto se imbibito d'acqua, è lo **strato** di copertura superficiale (materiale di riporto antropico e suolo agrario) per il quale, in ogni modo, si prevedono spessori piuttosto contenuti.

In ogni caso, nelle normali procedure di lavoro di **scavo**, qualora siano riscontrati spessori significativi, questi terreni saranno opportunamente “sagomati” evitando la profilatura verticale, prestando, nel contempo, **particolare attenzione** ai periodi di maggiore probabilità giornaliera di precipitazioni (indicativamente dal 10 settembre al 11 maggio con la probabilità massima nel mese di novembre).

Oltre che l'analisi dei dati acquisiti, riportati nel presente studio, consente di sostenere che nell'area in esame le opere di che trattasi non determineranno “modificazioni” delle condizioni **idro-geomorfologiche esistenti** del suolo e del sottosuolo, in quanto non interferiranno in modo sostanziale con il regime delle acque superficiali e di infiltrazione o di falda, poiché saranno generalmente collocate su “ristretti” crinali spartiacque, disposti (quasi sempre) in mezzeria tra modestissimi impluvi, rappresentati per lo più da “fossi” caratterizzati da erosione incanalata.

Inoltre, nel caso di **adozione di fondazioni indirette** o profonde (pali), questi elementi strutturali non interferiranno in alcun modo sul regolare/naturale deflusso delle acque sotterranee e, di conseguenza, con i pozzi e le sorgenti.



7. CONCLUSIONI.

Lo studio dell'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico, idrologico, idraulico e strutturale generale delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico in oggetto, unitamente alla valutazione dei dati litotecnici e idrotecnici pregressi (indagini geognostico/geotecniche, pozzi per acqua realizzati nelle vicinanze e in zona), considerati al fine di definire **la natura, le caratteristiche geotecniche e sismiche "presumibili"** del terreno di fondazione, interessato dalla progettazione in oggetto, oltre a tutte le informazioni di carattere geotecnico acquisite, inerenti alle opere già realizzate in loco, consentono di formulare le seguenti considerazioni conclusive.

7.1. Caratteristiche delle opere da realizzare

E' stata prevista la costruzione di un **impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile "eolica"** (delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale) costituito da: **quindici turbine** (aerogeneratori PR1...PR15), **S.S.E.U.** (Sotto Stazione Elettrica di consegna o Stallo Utente AT/MT), di **cavidotti** di centrale e d'interconnessione (linee elettriche in cavo sotterraneo da porre in opera sia sulla viabilità esistente, sia sulla viabilità da costruire), la realizzazione di **piazzole di montaggio** delle turbine e delle **strade d'accesso** alle stesse.

Aerogeneratori WGT (Wind Turbine Generator) sono generalmente costituiti da una **torre** di sostegno tubolare metallica (conci d'acciaio a sezione tronco conica, montati in sito); dalla **navicella** (installata sulla sommità), turbina, azionata dalle eliche, motori e trasformatori. All'**interno** della struttura sono collocati i sistemi e le apparecchiature di controllo e gestione del processo tecnologico per la produzione dell'energia elettrica.

S.E.E.U. AT/MT di consegna Utente è solitamente un'opera di modesta rilevanza strutturale (in termini d'interazione terreno-struttura), consistente in **fabbricato** in telai di c.a. a solo piano terra solitamente realizzata su fondazioni a travi rovesce o platea (locali: FV/Misure, MT, BT, GE...) e da una serie di **basamenti** per l'appoggio/ancoraggio di dispositivi elettromeccanici, destinati allo smistamento, alla trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica proveniente dall'impianto eolico. [Struttura operativa rivolta alla consegna in AT dell'energia prodotta dall'impianto eolico alla Stazione Elettrica del Gestore TERNA].

Cavidotti elettrici, andranno a costituire la **rete di elettrodotti** di collegamento tra gli aerogeneratori e la S.E. TERNA. Sono generalmente costituiti da **terne di cavi** di sezione variabile, collocati in scavo a sezione, solitamente della larghezza di circa 0,70 m, profondità di 1,00-1,20 m, immerso in letto di sabbia, eventualmente protetto da uno strato di c.l.s. Gli **scavi**, eseguiti al **bordo della carreggiata** delle sedi stradali esistenti e, nel caso d'attraversamento di suoli agricoli la profondità minima sarà di 1,50 m, saranno riempiti con misto granulometrico stabilizzato, con sovrapposizione di terreno vegetale di chiusura.

► N.B. Il **tracciato di posa in opera dei cavidotti** di centrale e di collegamento alla S.E. TERNA andrà a intersecare il reticolo idrografico esistente in vari punti. Perciò, in corrispondenza di **tutte le intersezioni di una certa rilevanza idraulica**, l'attraversamento sarà realizzato mediante **TOC** (TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA), oppure, in taluni casi, eventualmente collocato lateralmente all'impalcato degli attraversamenti se esistenti (ponti in c.a. di recente realizzazione).

Piazzole di cantiere/montaggio dei WGT da realizzare per consentire lo stoccaggio delle componenti degli aerogeneratori ed il posizionamento delle gru per il montaggio, occuperanno una superficie verosimilmente di circa 1000 m²; alla fine delle attività tali aree saranno nel caso ridimensionate e destinate alle operazioni di manutenzione e rifinite a ghiaietto. Si ritiene opportuno raccomandare di eseguire il controllo della deformabilità del terreno di appoggio dei piedi della gru.

Strade d'accesso alle piazzole saranno della larghezza di 4-5 m, generalmente realizzate, con fondazione formata di misto di cava, a pezzatura decrescente, con strato di chiusura di misto granulometrico stabilizzato, di circa 10 cm di spessore, eventualmente posato su T.N.T.

7.2. Caratterizzazione "prevedibile" delle unità litotecniche individuate sulla base delle istruzioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Parametri di verifica di progetto (da adeguare alla normativa N.T.C/2018).

Come ampiamente rappresentato lo studio geologico, unitamente ai **risultati d'indagini geognostiche** (geotecniche e geofisiche), attuate da altri nelle vicinanze e/o in zona, su terreni simili, hanno evidenziato che le opere progettate (**aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale**) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti.



In particolare, con riferimento alla carta geologica (vedi precedenti figg. 2 e 3, pagg. 6 e 7) dalla quale risulta che le opere progettate (aerogeneratori, relative piazzole di montaggio, strade di accesso alle piazzole e tratti di cavidotto di centrale) riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

✓ OTTO torri eoliche (PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR9) andranno a interessare gli affioramenti, sostanzialmente rappresentati da sedimenti costituiti prevalentemente da conglomerati, anche ferrettizzati – per lo più incoerenti o debolmente cementati – ad elementi poligenici del Flysch; ► lenti sabbiose; talora resti di macrofossili. CALABRIANO ⇒ (equiparabile alle formazioni $Q^{c_{cg}}$ ↔ Q_{c1} , rappresentante nelle carte geologiche contigue).

✓ SETTE torri (PR8, PR10, PR11, PR12, PR13, PR14, PR15) riguarderanno i depositi della formazione denominata *Lacustre di Venosa*, costituita da: ► sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; ► tufiti a pomice chiare e frammenti lavici; ► livelli conglomeratici a elementi sedimentari e lavici (questi ultimi scompaiono alla base). OLOCENE ⇒ ...lv... (equiparabile alle formazioni I ↔ Q_{vt} , rappresentate nelle carte geologiche contigue).

Si evidenzia, in più, che la correlazione di taluni sondaggi geotecnici pregressi, eseguiti in zona, hanno sostanzialmente rilevato, sotto il terreno di copertura vegetale (spessore medio pari a circa 1.00 m), la presenza dei terreni di seguito descritti.

> Settore N.E. impianto (a sud-ovest di Montemilone, dove affiorano i sedimenti prevalentemente conglomeratici)

✓ ghiaia e ciottoli a matrice sabbiosa giallastra, a luoghi molto cementati (conglomerato), con intercalazioni di strati, da decimetrici a metrici, di limo sabbioso e sabbie cementate, fino a fondo foro (~30 m).

> Settore S.O. impianto (a nord di Venosa, dove emergono sedimenti prevalentemente sabbioso-ghiaiosi)

✓ sabbia grigiasta, a volte giallastra e rossastra, talora con ghiaia e intercalazioni di strati (da centimetrici a decimetrici) travertinosi e di frammenti di lapilli e ceneri, fino a circa 25 m, poi argilla con limo, dapprima grigio-verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (~30 m).

Oltre la profondità di 30 m, si verrebbero a riscontrare depositi di sabbie cementate (arenaria) con livelletti di limo sabbioso, fino a -75 m circa, poggianti su argilla grigio-azzurra di spessore considerevole che costituisce il letto delle falde acquifere sotterranee della zona in esame, come da stratigrafia del pozzo per acqua ISPRA_1988, (terebrato a S-SO di Montemilone zona torre eolica PR1, fig. 14, pag. 25), dalla quale si osserva la presenza della falda e dell'argilla grigio azzurra a notevole profondità.

Si sottolinea di aver riscontrato una sostanziale “corrispondenza” lito-stratigrafica, delle formazioni affioranti nelle aree di competenza dell'intero impianto eolico, caratterizzate da concreta, analoga successione dei terreni (conglomerati....sabbie.....) con le risultanze stratigrafiche acquisite dai sondaggi geotecnici pregressi presi in considerazione, poggianti a profondità differenziate su depositi prevalentemente argillosi con, ovviamente, ammissibili variazioni riguardanti gli spessori degli strati, dovute alla genesi di specifica sedimentazione locale.

7.2.1. Caratterizzazione geotecnica, idrogeologica e geofisica (prevedibile) delle unità litotecniche terreno di fondazione torri eoliche PR1, PR2, PR3, PR4, PR5, PR6, PR7, PR9 – Area di affioramento di depositi, prevalentemente conglomeratici ⇒ Q_{ca} ↔ $Q^{c_{cg}}$ ↔ Q_{c1} (settore N.E. impianto, a sud-ovest di Montemilone).

Settore NE. L'elaborazione dei dati acquisiti consente di stabilire che il terreno di fondazione, delle Torri eoliche e delle relative opere connesse, riguardanti il settore NE dell'impianto (a sud-ovest di Montemilone), nella sua variabilità granulometrica e nei rapporti geometrici verticali tra i vari strati, presenta disuniformità di comportamento geotecnico dovute alla modalità di deposizione e ai rapporti che questa ha creato tra i sedimenti (storia geologica). Dimodoché, per l'impossibilità di considerare la notevole variabilità di tale comportamento, sulla base dei dati acquisiti, il terreno in parola è stato suddiviso in unità litotecniche per ognuno delle quali sono state definite le caratteristiche geotecniche fondamentali (modello geologico e geotecnico di riferimento).

La comparazione di dati disponibili, vale a dire la valutazione dati litotecnici, idrotecnici e geosismici acquisiti in precedenza consentono di stabilire la parametrizzazione geotecnica di partenza (parametri iniziali da adeguare alla normativa NTC/18) e la successione dei terreni che, dalla quota di riferimento 0.00 corrispondente al piano campagna può essere definita, nell'ambito del volume geotecnico significativo del sottosuolo, come riassunto nelle seguenti tabelle.



TABELLE PARAMETRI GEOTECNICI "DI PARTENZA o INIZIALI"

N.B. AI PARAMETRI RIPORTATI NELLE SEGUENTI TABELLE, INERENTI ALLE PROPRIETA' GEOTECNICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE, DEVONO ESSERE APPLICATI I FATTORI DI CORRELAZIONE STABILITI DALLA NORMATIVA (aggiornamento NTC/18) [deviazione standard e coefficienti parziali "y_R" Tab. 6.2.II (normalmente gestiti in automatico dai software di calcolo e analisi strutturale)]

1^a Unità litotecnica (da 0,00 m a -1,00 m) ↔ Terreno vegetale

Suolo di copertura, costituito di terreno vegetale, limoso-argilloso marrone scuro, di spessore medio pari 1,00 m. E' considerato suolo coesivo da molle (primi 40-50 cm) a mediamente consistente, da molto compressibile a compressibile, semipermeabile, al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella. (da prove penetrometriche DPSH terreno simile).


h=1,00 m	spessore medio considerato
$\gamma=16,67\div(17,00)$ KN/m ³	peso volume $\Rightarrow (1,76$ t/m ³) $\Rightarrow \gamma_{sat}=1,88$ t/m ³
$\varphi'=22,50\div(23,00)^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensione efficace, a lungo termine</i>) $\Rightarrow 25^\circ$
$c'=4,00\div(5,00)$ KN/m ²	coesione (<i>tensione efficace, a lungo termine</i>)
Per $\varphi=0^\circ$	
$c=cu=12,26\div(30,60)$ KN/m ²	coesione non drenata (<i>tensione totale, a breve termine</i>) $\Rightarrow 0,26$ kg/cm ²
$M=2,00\div(3,50)$ MN/m ²	modulo di compressibilità
$V_{s,m}=250$ m/sec	velocità media delle onde di taglio (<i>indagini sismiche Masw pregresse vicini</i>)

Rappresenta il suolo alterato superficiale costituito da terreno vegetale, interessato da precedenti operazioni meccaniche, eseguite con i diversi tipi di attrezzi pertinenti le lavorazioni agricole (erpatura, scarificazione, sarchiature, zappatura, rincalzatura, rullatura, fresatura, ecc.). Riscontrabile fino alla profondità di 0,90-1,20 m dal piano campagna attuale, questo terreno riguarda la zona del suolo più sottoposta all'azione d'alterazione da parte degli agenti atmosferici e comprende anche la parte, sotto la coltre di terreno vegetale, interessata da significative variazioni d'umidità stagionali.

2^a Unità litotecnica (da -1,00 m a -30,00 m) ↔ Ghiaia a matrice sabbiosa (conglomerato massivo)

Si tratta di materiale, costituito da ghiaia arrotondata, poligenica, ad abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, beige-giallastra-rossastra, a luoghi molto cementato (conglomerato), per il quale talune analisi granulometriche precedenti, eseguite su campioni di terreno simile, indicano che si tratta solitamente di ghiaia limoso-sabbiosa, debolmente argillosa. Nella porzione mediana alla profondità di 10 e 20 m si possono riscontrare intercalazioni di "limo sabbioso", organizzate sotto forma di livelli e/o lenti (spessore 1,00 - 2,00 m), compatte, di medio-bassa plasticità e compressibilità (risultati prove di lab. camp. terreno simile) e, anche, di sabbie cementate. E' considerato suolo non coesivo (a grana grossa), da mediamente denso a molto denso in profondità ($N_{SPT} \geq 51$ c/p), poco compressibile, permeabile, al quale possono essere attribuite proprietà geotecniche riportate in tabella (da prove penetrometriche SPT e DPSH terreno simile).

h=30,00	spessore medio considerato
$\gamma=19,61\div(20,00)$ KN/m ³	peso volume $\Rightarrow (1,90$ t/m ³)
$\gamma'=9,61$ KN/m ³	peso volume immerso ($\gamma' = \gamma - \gamma_w$ dove $\gamma_w=9,80665$ KN/m ³)
$\varphi'=[(40,5-46,3) / (41,0-46,8)]^\circ / (45-49,6)^\circ$	angolo di resistenza al taglio [<i>tensione efficace, a lungo termine, da $N_{SPT}=51$ c/p, pregresse corrette/normalizzate ($N1$)₆₀=45-47 con il metodo J.N.R. e Hatanaka & Uchida, valido per sabbie e ghiaie</i>]
$c'=4,0\div(5,0)$ KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, lungo a termine, \Rightarrow matrice limoso-argillosa</i>)
$E=50,00 \div 50,99$ MPa	modulo di compressibilità (<i>da N_{SPT} Schultze</i>)
$V_{s,m}=300/400/450$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>indagini sismiche Masw pregresse</i>)
$\blacktriangleright K_w=98\div 196$ MN/m ³ (10÷20 kg/cm ³)	modulo di Winkler (<i>da valori di letteratura, tabelle inerenti</i>)

Il suddetto materiale disegnerebbe il "terreno di appoggio" del plinto di fondazione delle turbine eoliche (in assenza di pali di sottofondazione) e delle altre opere di minore rilevanza strutturale. E' riferibile alla formazione  conglomerati...del PLEISTOCENE \Rightarrow (equiparabile alle formazioni $Q^{c_{cg}} \leftrightarrow Q^{c_1}$, delineate sulle carte geologiche scala 1:100.000 dei FF°175-176-187-188); ovvero anche ai conglomerati GVS ascrivibili al PLEISTOCENE INF. - MEDIO, come da carta geologica al 50.000, F°452 "Rionero in Vulture").

Probabilmente ai sensi delle NTC/2018, il valore della velocità equivalente ($V_{s,eq}$), di propagazione delle onde di taglio ottenuto dall'indagine MASW eseguite in zona, consente di attribuire il sottosuolo in esame alla categoria B.



7.2.2. Caratterizzazione geotecnica, idrogeologica e geofisica (prevedibile) prevedibile delle unità litotecniche terreno di fondazione torri eoliche PR8, PR10, PR11, PR12, PR14, PR15 - Area di affioramento di depositi, prevalentemente rappresentati da sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi, tufiti a pomici chiari e frammenti lavici ⇒ Lacustre di Venosa, ⇒ ...IV... ↔ Qvt ↔ I (settore S.O. impianto, a nord di Venosa).

Settore SO. L'elaborazione dei dati acquisiti consente di stabilire che il terreno di fondazione, delle Torri eoliche e delle relative opere connesse, riguardanti il settore SO dell'impianto (a nord di Venosa), nella sua variabilità granulometrica e nei rapporti geometrici verticali tra i vari strati, presenta disuniformità di comportamento geotecnico dovute alla modalità di deposizione e ai rapporti che questa ha creato tra i sedimenti (storia geologica). Dimodoché, per l'impossibilità di considerare la notevole variabilità di tale comportamento, sulla base dei dati acquisiti, il terreno in parola è stato suddiviso in unità litotecniche per ognuno delle quali sono state definite le caratteristiche geotecniche fondamentali (modello geologico e geotecnico di riferimento).

La comparazione di dati disponibili, vale a dire la valutazione dati litotecnici, idrotecnici e geosismici acquisiti in precedenza consentono di stabilire la parametrizzazione geotecnica di partenza (parametri iniziali da adeguare alla normativa NTC/18) e la successione dei terreni che, dalla quota di riferimento 0.00 corrispondente al piano campagna può essere definita, nell'ambito del volume geotecnico significativo del sottosuolo, come riassunto nelle seguenti tabelle.

► 1ª Unità litotecnica da 0.00 m a -(0,80 / 1,30 m) ↔ "Terreno vegetale"

Strato di copertura costituito di terreno vegetale sabbioso limoso, marrone-nerastro. Di spessore variabile è considerato suolo coesivo da molto molle/molle a mediamente consistente, da molto compressibile a compressibile, permeabile/semi-permeabile (spaccature lavori agricoli), al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella..

h=1,00 m	spessore medio considerato
$\gamma_n=17,50 \div 17,60 \text{ KN/m}^3$	peso volume naturale
$c'=1,60 \div 1,62 \text{ KN/m}^2$	coesione (tensione efficace, a lungo termine, terreni simili)
$\varphi'=25,3 \div 25,20^\circ$	angolo di resistenza al taglio (tensione efficace, a lungo termine)
Per $\varphi=0^\circ$	
$c=c_u=32,80 \div 39,23 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da formula di Yilmaz - 2000]
$c=c_u=30,60 \div 30,50 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da prove penetrometriche DPM e SPT (N_{SPT} a -1,00 m \Rightarrow 4 [3+3] =6 c/p (p.a.)), materiale "mediamente consistente" IC=0,30)
$c=c_u=0,00 \text{ KN/m}^2$	coesione non drenata [(tensione totale, a breve termine, terreni simili) da prove penetrometriche DPM e SPT (N_{SPT} a -0,50 m \Rightarrow 2 [0+0]=0 c/p (p.a.)), materiale "privo di consistenza" poiché completamente imbevuto d'acqua IC=0 (terreni simili).
$E_{ed}=5,64 \div 5,65 \text{ MN/m}^2$	modulo di compressibilità (da prove penetrometriche DPM e SPT e da prova edometrica, $\sigma'_v=100 \div 200 \text{ kPa}$, terreni simili).
$V_{sm}=250/350/150 \text{ m/sec}$	velocità media delle onde di taglio (da indagini sismiche Masw)

Rappresenta l'insieme del materiale diffusamente presente nel contesto rurale riguardante il territorio in esame. E' da considerare (a favore della sicurezza) suolo coesivo da molle a mediamente consistente, compressibile/di medio alta compressibilità. N.B. Qualora totalmente imbevuto d'acqua, questo materiale è molle o perfino privo di consistenza.

► 2ª Unità litotecnica da -1,00 m a -25,00 m ↔ "Sabbia con ghiaia e prodotti piroclastici"

Sabbia grigiastra, a volte giallastra e rossastra, con ghiaia e intercalazioni di strati (da centimetrici a decimetrici) travertinosi e di frammenti di lapilli e ceneri. Di spessore variabile, le prove penetrometriche dinamiche pregresse (SPT) eseguite in zona, denotano che si tratta di materiale sabbioso mediamente addensato, talora molto denso e, solo in certe circostanze e per spessori contenuti, scarsamente addensato.

È considerato suolo non coesivo, mediamente denso ($D_r=35-65\%$), di medio bassa compressibilità/poco compressibile $N_{SPT}=50 \Rightarrow (N_1)_{60} = (45/60/80)_{c/p}$, semi-permeabile (per porosità), al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella.



h=24,00 m	spessore medio considerato
$\gamma_n=17,234 \div 17,50$ KN/m ³	peso volume naturale (da prove di laboratorio e sismiche)
$\varphi'=27,15^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prova di taglio diretto</i>)
c'=0,57 kPa	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, da prova di taglio diretto</i>)
$\varphi'=38,38-47,18-48,40^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, valore medio da prove penetrometriche SPT.1-2-3, v. stratigrafia sondaggio geotecnico S1pz '20</i>)
c'=0	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine</i>)
$M_{1-2-3}=15,2-5,39-6,86$ MN/m ²	modulo di compressibilità (<i>da prove penetrometriche dinamiche continue pregresse DPM</i>)
$V_{s,m}=300/400/450$ m/s	velocità media delle onde di taglio (<i>indagini sismiche Masw pregresse</i>)
$K_w=78,45 \div 147,10$ MN/m ³ (8÷15 kg/cm ³)	modulo di Winkler (<i>da valori di letteratura, tabelle inerenti</i>)

Rappresenterebbe il terreno, dove è tecnicamente possibile impostare le fondazioni delle opere da realizzare (plinto fondazione delle turbine eoliche in assenza di pali di sottofondazione) e delle altre opere di minore rilevanza strutturale.

Si sottolinea che questa formazione presenta, tuttavia, caratteri di resistenza variabili da luogo a luogo. In effetti, si tratta di sedimenti palustri e lacustri intercalati a prodotti piroclastici (lapilli e ceneri) ed è identificabile quale strato superficiale "caratteristico" delle condizioni litostratigrafiche della zona SO dell'impianto, riscontrabile sia da indagini geognostico-geotecniche e, in particolare, dall'analisi visiva di scavi a cielo aperto. E' riferibile alla formazione denominata "Lacustre di Venosa", costituita da: **sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; tufiti a pomici chiari e frammenti lavici; livelli conglomeratici** a elementi sedimentari e lavici, ascrivibili all'OLOCENE \Rightarrow **...lv...** (equiparabile alle formazioni I \leftrightarrow Qvt, rappresentate nelle carte geologiche contigue scala 1:100.000 FF°175-176-187-188). Ovvero anche al SINTEMA DI BARILE **[SBL_b]** che comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture. Nelle aree prossimali è suddiviso in quattro sub sintemi mentre nel distale, dove prevalgono depositi epiclastici, è indifferenziato. La parte indifferenziata è costituita prevalentemente da **sabbie conglomeratiche con stratificazione piano parallela e incrociata concava (depositi alluvionali) \leftrightarrow (SBL_b)** con intercalazioni di strati vulcanici primari da caduta costituiti da **lapilli e ceneri**. Le discontinuità che lo identificano sono un paleosuolo al tetto e una discordanza angolare, che diventa una paraconcordanza nei settori distali, al letto. **PLEISTOCENE MEDIO**, come da carta geologica al 50.000, F°452 "Rionero in Vulture").

► 3^a Unità litotecnica da -25,00 m in poi \leftrightarrow "Limo con argilla e rari livelletti sabbiosi"

Materiale limoso-argilloso, per il quale le analisi granulometrica eseguite su campioni di terreno simile stabiliscono che si tratta maggiormente di "argilla con limo" o di "Argilla con limo debolmente sabbioso" riferibile ad **argille inorganiche** e, anche, ad **argille e limi organici di bassa compressibilità (CL-OL)** \Rightarrow Carta Casagrande; ► **consistenza [(solido-plastica)/solida]** \Rightarrow Indice di Consistenza IC>1; ► **Plastico** \Rightarrow Indice Plastico IP>25 ► **Inattivo** \Rightarrow Indice di Attività colloidale IA=IP/(%<0,002 mm)>0,50.

È considerato **suolo coesivo, da molto consistente a duro**; ► [**moderatamente sovraconsolidato** \Rightarrow (OCR= σ'_v/σ'_{vo} >8)]; ► [**poco compressibile** \Rightarrow (M_{ed} >10,0 MPa deformabilità da prove edometriche)]; ► [Praticamente **impermeabile** \Rightarrow (grado di permeabilità da prove edometriche, $K_{ed}=3,0^{-11}$ m/sec)], al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella.

h=non determinato	spessore (>> 30 m)
$\gamma_n=20,366$ KN/m ³	peso volume naturale
$\gamma_{sat}=20,443$ KN/m ³	peso volume saturo
$\gamma'=10,633$ KN/m ³	peso volume immerso ($\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$, in cui $\gamma_w=9,81$ KN/m ³)
$\varphi'=21,54^\circ$	angolo di resistenza al taglio (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, prove di taglio CD</i>)
c'=14,99 KN/m ²	coesione drenata (<i>tensioni efficaci, a lungo termine, prove di taglio CD</i>)
per $\varphi=0^\circ$ c=c _{u,TRX} =226,8 KN/m ²	coesione non drenata (<i>tensioni totali, a breve termine [duro] prove triassiali UU.</i>)
$M_{ed,S3C1}=10,19$ MN/m ²	modulo edometrico [poco compressibile] (da prove edometriche $\Rightarrow \sigma'_v=392,2$ kPa)
$V_{s,m}=(445) \div [455]$ m/s	velocità media delle onde di taglio, da indagini sismiche Masw

Materiale prevalentemente argilloso, riferibile (come da carta geologica) alle **Argille marnoso-siltose o sabbiose, grigio-azzurrognole**, con rari lenti sabbiose, ascrivibili al **CALABRIANO-PLIOCENE SUP.** \Rightarrow (*equiparabile alla formazione Q_c^a \leftrightarrow PQa*); ovvero anche alle **Argille subappennine [ASP]** ascrivibili al PLEISTOCENE INF, come da carta geologica al 50.000, F°452 "Rionero in Vulture"). N.B. I **dati** a disposizione non consentono di valutare la potenza "attendibile" della formazione per l'assenza di pozzi per acqua terebrati nelle immediate vicinanze. Lo **spessore** è comunque da ritenersi rilevante, senz'altro superiore a 100 m. Probabilmente ai sensi delle NTC/2018, il valore della velocità equivalente ($V_{s,eq}$), di propagazione delle onde di taglio ottenuto da indagini MASW eseguite in zona, consente di attribuire il sottosuolo in esame alla **categoria B**.



7.3. Azione sismica. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche. Valutazione dell'azione sismica riguardanti il terreno di fondazione delle torri eoliche e delle opere connesse (assimilate per ragionevole affinità litologica ai caratteri litotecnici e geosismici derivanti dai risultati indagini simiche pregresse vicini)

Con riferimento alla recente normativa vigente in materia (Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, decreto 17/01/18 "Aggiornamento" delle Norme tecniche per le costruzioni), si è fatto riferimento a indagini geofisiche, eseguite in zona che hanno utilizzando il metodo Masw.

Tramite le **prospezioni MASW** furono determinati i valori della **velocità equivalente** di propagazione delle onde di taglio [$V_{s,eq}$ in m/s], necessarie per la **classificazione del sottosuolo** che viene effettuata in base alle **condizioni stratigrafiche** e, appunto, alle $V_{s,eq}$ calcolate con la seguente relazione:

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

Dove:

- H** profondità del "substrato" [m] definito come quel deposito costituito da roccia (o terreno molto rigido) caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec
- h_i spessore dello strato i-esimo [m]
- V_{si} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato [m/s]
- N** numero di strati individuati nel sottosuolo [n°].

La **profondità del "substrato"** (ovvero del deposito costituito da roccia o terreno molto rigido caratterizzata/o da V_s non inferiore a 800 m/sec) è riferita per:

- ✓ le **fondazioni superficiali**, al **piano d'imposta delle stesse**;
- ✓ le **fondazioni su pali**, alla **testa dei pali**;
- ✓ le opere di sostegno di terreni naturali, alla **testa dell'opera**;
- ✓ i **muri di sostegno** di terrapieni, al **piano d'imposta della fondazione**.

Per **depositi** con profondità **H** del "substrato" **superiore a 30 m**, la **velocità equivalente** delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) è definita dal parametro $V_{s,30}$ ottenuto ponendo **H=30 m** nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Come anticipato (a titolo orientativo) si riportano i **risultati dei caratteri sismici ottenuti da indagini geofisiche pregresse**, eseguite in aree viciniore al sito in esame, utilizzando il metodo MASW per la determinazione della velocità di propagazione di onde S con la profondità.

In particolare, ai fini della **determinazione "anticipata" dell'azione sismica di progetto e della categoria di sottosuolo** in ossequio all'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17 gennaio 2018, si specifica quanto segue.

Le **prospezioni sismiche MASW pregresse** furono eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del N.T.C./2018, perciò, mediante questo tipo di indagine geofisica fu possibile ottenere i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio V_s che consentirono di determinare la **velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$)**.

Nel caso di specie i **risultati in precedenza** ottenuti dei siti viciniore indagati, possono essere assunti, in prima analisi, anche per le opere in oggetto, con plausibili variazioni riguardanti gli spessori degli strati, dovute alla particolare genesi di sedimentazione locale, elementi comunque "orientativi" dei moduli di deformazione al taglio.

Quindi, con riferimento **alla quota 0.00 piano campagna (A)** ai sensi delle NTC/2018, i valori della Velocità equivalente ($V_{s,eq}$) presi in considerazione portano a valutare la condizione "B" quale **categoria del sottosuolo** dei terreni in esame.

Tale determinazione, indicativa per il **sottosuolo delle aree limitrofe**, può essere considerata "prevedibile" anche per i siti in esame, comunque **non esaustiva** delle reali condizioni sismiche degli stessi.

In ogni caso, le **condizioni topografiche** dei luoghi sono riferibili alla categoria "T1", giacché parte integrante di superficie pianeggiante e/o di pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ (caratteristiche della superficie topografica, tab. 3.2.III).



L'**amplificazione topografica** in funzione della categoria topografica T1 e dell'ubicazione dell'opera definisce il coefficiente di amplificazione topografica (S_T) pari a 1 (valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica, tab. 3.2.V).

La **classe d'uso** di riferimento, per l'opera in progetto è la II - Costruzione il cui uso prevede normali affollamenti e senza con funzioni pubbliche e sociali essenziali, per cui il **coefficiente d'uso** risulta $C_U=1$ (tab. 2.4.II).

Note (A) I valori specifici della velocità equivalente ($V_{s,eq}$) & profondità del substrato (H), considerando cioè la realizzazione **fondazioni superficiali** (nel caso di travi rovesce o platea per la S.S.E.U. dove la profondità del substrato è riferita al piano d'imposta delle stesse) o di **fondazioni profonde** (palificata per WTG, riferita alla testa dei pali), saranno rivalutate in sede di progettazione esecutiva in funzione della "geometria" fondazionale appropriata derivante dai calcoli strutturali.

Come già evidenziato per **maggiori approfondimenti** riguardanti i parametri della **pericolosità sismica di base** (ricavati dagli spettri di risposta rappresentativi della componente orizzontale e verticale), l'azione sismica di progetto del generico sito, individuazione della pericolosità del sito, scelta della strategia di progettazione determinazione dell'azione di progetto, parametri dello spettro di risposta elastico orizzontale, parametri dello spettro di risposta elastico verticale, accelerazione massima attesa al sito, coefficienti sismici orizzontale (K_h) e verticale (K_v), si rimanda all'**elaborato fuori testo (PRGDT_GENR03202_00 - ALLEGATO: STIMA PARAMETRI RISPOSTA SISMICA)**.

7.4. Considerazioni conclusive e proposte tecniche d'intervento

L'**impianto eolico** in oggetto, unitamente alle relative opere di connessione, non presenta problemi d'incompatibilità con le caratteristiche del territorio (art. 89 D.P.R. n°380) e, in particolare, con le proprietà geologico-tecniche e sismiche del sottosuolo, **adottando la tipologia fondazionale (prevista e consigliata) adeguata** alle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione delle opere (**plinti con fondazioni su pali per tutti WTG (PR1.....PR15)**).

Così come **non si evidenziano** particolari condizioni di precarietà riguardanti l'ambiente idrogeomorfologico dei siti prescelti, dedotte dall'analisi geologica, geotecnica e geofisica conclusiva derivante dal presente studio, utilizzando accorgimenti tecnici, semmai necessari e/o prescritti, da attuare in fase esecutiva.

7.4.1. Accorgimenti tecnici ed, eventuali, procedure da attuare in fase esecutiva

Come descritto prima, il presente studio è stato svolto al fine di conoscere l'ambiente geologico, geomorfologico, idrologico, idraulico, idrogeologico, strutturale e geosismico dell'area interessata dalle opere progettate. Oltre a ciò, sulla base tutte le informazioni di carattere geotecnico acquisite, sono state definite le caratteristiche litotecniche del sottosuolo oggetto dell'interventi nell'ambito del volume significativo del sottosuolo.

► Cavidotti elettrici interrati AT

I **cavidotti interrati** per la maggior parte saranno collocati ai bordi della carreggiata della viabilità delle sedi stradali esistenti (nel caso d'attraversamento di **suoli agricoli** la profondità minima sarà di 1.50 m, gli scavi saranno riempiti con misto granulometrico stabilizzato e la chiusura sarà effettuata con terreno vegetale).

Si **osserva** che la realizzazione dello scavo a sezione ristretta (di dimensioni contenute), la successiva sistemazione del cavidotto, immerso in letto di sabbia, **l'eventuale** sovrapposizione di modeste lastre in c.l.s. armato, il riempimento con misto granulometrico stabilizzato e/o la chiusura dello scavo con terreno vegetale, non causa alcuna variazione dei carichi effettivi (sovraccarichi) sul suolo. Per di più, la costruzione dello scavo così composto costituisce (a tutti gli effetti) un'opera di protezione del corpo stradale, tipo **fosso di guardia e/o trincea drenante**, per cui **non si verranno a determinare, in alcun modo "turbative" all'assetto idrogeologico del suolo**.

Inoltre, l'attraversamento dei **punti critici** dell'elettrodotto interrato di centrale e/o d'interconnessione, **non si evidenziano particolari presupposti di pericolosità e rischio idraulico**, poiché l'intersezione con strade, cunette, sottopassi idraulici e, soprattutto **di canali o corsi d'acqua**, sarà realizzata con posa del cavo dentro tubazione posta sotto l'alveo mediante scavo eseguito con la tecnica della **trivellazione orizzontale controllata** (T.O.C.).

L'elettrodotto sarà collocato **"sotto l'alveo"** vale a dire inferiormente alle opere d'arte, a una profondità non inferiore a 2,00 m, dimodoché tale tecnologia esecutiva consente di **rendere nulla qualsiasi problematica** derivante da fenomeni connessi all'azione morfologica delle acque superficiali attinenti alla pericolosità e il rischio idrologico.



► **Piazzole di montaggio WTG**

Per la costruzione delle piazzole, da predisporre per il posizionamento della gru di montaggio, sarà eseguita la bonifica di sottofondo, mediante asportazione della parte alterata superficiale e sostituzione con materiale arido di cava (**preferibilmente pietra sparata d'ideonea pezzatura**) idoneamente compattato, generalmente a strati per profondità ≥ 1.00 m dal p.c. Naturalmente, nel caso che in particolari situazioni locali, si dovessero riscontrare spessori maggiori/minori della coltre di terreno vegetale o di materiale non coesivo, poco addensato superficiale, ovvero di suolo coesivo poco consistente, si dovrà procedere alla sua completa asportazione, approfondendo/diminuendo lo scavo di bonifica.

Nel caso in cui sia collocato, prima del riempimento, sul fondo degli scavi per la bonifica, un **telo di geotessile (TNT)** la profondità della stessa potrà essere ridotta (anche del 50%), tenendo conto ovviamente dello spessore complessivo dello strato alterato superficiale.

Si ritiene opportuno **suggerire** di eseguire eventuali prove di carico su piastra al fine di verificare le reali condizioni di deformabilità del materiale di bonifica messo in opera in corrispondenza dei piedi della gru di montaggio.

Le prove di carico su piastra saranno effettuate dopo eventuali **prove Proctor**, per la valutazione della **densità secca massima** del terreno e l'**umidità ottimale** alla quale si raggiunge tale densità (prove CBR).

Si sottolinea che anche in questo caso i carichi trasmessi al sottosuolo andranno a interessare terreni le cui caratteristiche geotecniche (resistenza al taglio, deformazione) e di portanza dipendono dalla natura, composizione granulometrica, percentuale della frazione di fino, arrotondamento e assortimento del materiale utilizzato per la bonifica, ma soprattutto dallo stato d'addensamento finale che la tecnologia esecutiva riesce a conferire al materiale. Tenuto conto che non sono ammissibili cedimenti differenziali, sarà in ogni caso necessario utilizzare materiale ben assortito ed eseguire scrupolosamente le procedure e i controlli prima descritti.

Mettendo in pratica i suddetti controlli e procedure esecutive, non sussistono problemi di portanza, si potranno prendere in considerazione i seguenti parametri di resistenza da adottare nelle eventuali calcolazioni preventive:

$\gamma = 19.00 \text{ KN/m}^3 = 1.94 \text{ t/m}^3$ peso-volume

$c' = 40 \text{ KN/m}^2 = 4 \text{ t/m}^2$ coesione drenata (tensioni efficaci, a lungo termine)

$\phi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci, a lungo termine).

La valutazione della profondità della bonifica da eseguire dovrà essere determinata prendendo in esame i risultati di indagini geognostiche specifiche e puntuali eseguite nell'area d'interesse e si potrà, altresì, fare riferimento all'esperienza maturata, per la costruzione di opere simili, per impianti eolici vicini.

N.B. Anche per queste opere non si verrà a determinare, in alcun modo "turbativa" all'attuale assetto idrogeologico del suolo, perché si terrà debitamente conto di realizzare il "pacchetto bonifica" tale da ripristinare le caratteristiche di permeabilità molto simili a quelle preesistenti, valutando il coefficiente di conducibilità idraulica (k) eseguendo, preventivamente, prove di permeabilità in foro di sondaggio (tipo Lefranc).

► **Strade di accesso alle piazzole / aerogeneratori**

Per le **strade d'accesso alle piazzole** si dovranno adottare gli **stessi accorgimenti tecnici** sopra descritti. Particolare considerazione dovrà essere rivolta alla realizzazione delle strade nei punti sensibili, ossia per l'attraversamento di eventuali fossi, impluvi, conche, anche in prossimità di canali, ai percorsi d'accesso nelle vicinanze delle piazzole delle torri, **non riportati nelle cartografie disponibili**.

Sia per le piazzole di montaggio, sia per le **strade d'accesso**, a causa della presenza, talora imprevedibile, di apprezzabili quantità di terreno vegetale, è conveniente eseguire la "rullatura preventiva", subito dopo l'asportazione del terreno vegetale e/o del materiale alterato superficiale, prima di procedere all'eventuale posa in opera del "TNT" e del materiale arido.

E' inoltre sempre opportuno non lasciare gli scavi aperti per lungo tempo e prevedere opere di regimentazione delle acque superficiali, evitando il ruscellamento in prossimità del ciglio degli scavi.

Quale **soluzione** alternativa, ai suddetti procedimenti di bonifica, si potrebbe prendere eventualmente in considerazione la **tecnica di stabilizzazione** del sottofondo stradale, mediante l'utilizzo di **ossido di calce**.



► Aerogeneratori

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla costruzione degli aerogeneratori, in merito alla valutazione del tipo di opere di fondazione da realizzare, che potrà essere compiuta sviluppando il modello geologico-geotecnico di riferimento finale adeguato alle Normativa NTC/18, definito dall'elaborazione dei risultati delle indagini geognostiche specifiche e puntuali da eseguire in fase esecutiva.

Perciò, la tipologia fondazionale, sarà a cura e scelta del progettista-calcolatore e dovrà essere concretata sulla base dei parametri geotecnici ottenuti, tenendo conto delle caratteristiche costruttive delle opere da realizzare e in funzione dei carichi effettivamente trasmessi dalle strutture in fase d'esercizio.

A tal riguardo, si dovrà tener conto dei seguenti elementi di valutazione preventiva.

1. Caratteristiche litotecniche particolari, relative all'eventuale presenza di strati limoso-argillosi (intercalati nei primi metri del sottosuolo), poco consistenti, molto compressibili, che possono subire deformazioni plastiche irreversibili.
2. Mutamenti stagionali della falda idrica. I granuli posti in falda sono alleggeriti (rispetto al proprio peso) dalla spinta di Archimede, mentre quelli che vengono a trovarsi al di sopra, gravano sugli strati sottostanti con il loro peso e con quello dell'acqua di ritenzione. A ogni abbassamento del livello piezometrico corrisponde un'applicazione di un carico aggiuntivo al sottosuolo e di conseguenza si determinano fenomeni di assestamento (cedimenti). E' evidente che i mutamenti climatici degli ultimi anni, con piogge intense e di breve durata, influenzando sensibilmente sull'alimentazione della falda, possono dare origine forti escursioni della stessa.
3. Specifiche condizioni di sollecitazione dinamica del terreno di fondazione con incrementi (decrementi) ciclici delle tensioni indotte, che producono deformazioni di compressione (decompressione) delle particelle (spinte di trazione sia verso l'alto sia verso il basso), dovute al movimento delle eliche per l'azione del vento.
4. Vibrazioni prodotte dal sistema (navicella, turbina, eliche, motore e trasformatore).
5. Movimenti tellurici.

Con l'adozione di fondazioni indirette, tipo pali trivellati di medio o grande diametro, i problemi sopradescritti con particolare riferimento alla compressibilità (cedimenti) sotto carichi ripetuti, sarebbero by-passati. In conclusione lo studio geologico, geotecnico e geofisico riguardante i lavori suindicati, redatto nel rispetto del D.M. 11.03.1998 (Ministero Lavori Pubblici), Legge 02.02.1974 n°64 e D.P.R. 554/99, consente di confermare che la zona oggetto degli interventi è stabile e che le opere di che trattasi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo.

Gli scavi per la formazione delle piazzole, delle stradine di accesso, dei cavidotti interrati e, delle eventuali cabine di raccolta e/o della S.S.E.U. (stallo utente), saranno generalmente di facile esecuzione, utilizzando normali macchine operatrici come escavatori, terne, pale, ecc. Possibili difficoltà di scavo, del terreno di fondazione degli aerogeneratori, potranno essere riscontrate nel caso d'adozione di fondazioni profonde (pali).

In tal caso le problematiche sono da riferire all'eventuale presenza, di strati ghiaioso-sabbiosi molto cementati (conglomerato), o di sabbie molto dense (arenarie), che potrebbero rallentare i tempi d'esecuzione.

Si raccomanda, operando soprattutto nella stagione invernale di:

- ✓ non lasciare gli scavi aperti per lungo tempo, rifinendo il piano di sedime, asportando eventuali scarti, residui superficiali alterati, prima di gettare il magrone;
- ✓ prevedere opere provvisorie di regimentazione delle acque superficiali, evitando il "ruscellamento/dilavamento" in prossimità del ciglio degli scavi;
- ✓ prestare particolare attenzione ai periodi di maggiore probabilità giornaliera di precipitazioni.

7.4.2. Considerazioni sulle eventuali interferenze con il regolare deflusso della falda superficiale, dei pozzi e delle sorgenti nel caso di adozione di plinto su pali per le torri eoliche

Nel settore SO e, in particolare, proprio per il sottobacino della F.ra di Venosa, parte integrante dell'ampio bacino idrografico della media valle del F. Ofanto, i dati a disposizione indicano che i terreni sono riferibili alla formazione denominata "Lacustre di Venosa", costituita da: sabbie grigie, gialle e rossastre con incrostazioni e livelli travertinosi; lapilli grossolani gradati; tufiti a pomici chiare e frammenti lavici; livelli conglomeratici a elementi sedimentari e lavici... ⇒ **lv** (equiparabile alle formazioni I ↔ Qvt, rappresentate nelle carte geologiche contigue scala 1:100.000 FF°175-176-187-188). Ovvero anche al SINTEMA DI BARILE **SBL_b** (F°452 al 50.000) che comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture (fig. 4, pag. 9).



In quest'area è verosimilmente improbabile la presenza di falde acquifere **profonde**, poiché al di sotto gli strati **permeabili** di **sabbie conglomeratiche** **SBL_b**, di spessore talora piuttosto contenuto, sono, a modesta profondità, presenti le **argille** **Q-Pag** (equiparabile alle formazioni **Q_c_a** ↔ **PQa**; ossia anche alle ARGILLE SUBAPPENNINE (F°452 al 50.000) **ASP**.

Dimodoché le **falde idriche** riscontrabili sono del tutto **superficiali**, come comprovato da alcuni sondaggi effettuati in zona, che si sono "attestati" nelle argille grigio-azzurre **impermeabili** **ASP** (equiparabile alle formazioni **Q_c_{cg}** ↔ **Q_c₁**,) riscontrabili a profondità mediamente compresa tra **25** e **30** m dal piano campagna.

Nel settore **NE** "emergono" terreni, di natura prevalentemente **sabbioso-conglomeratica**, solcati dal reticolo idrografico, alquanto ramificato, del **Vallone S. Maria** e quello della **Valle Cornuta**, tributari in sinistra orografica del **T. Loconcello**, a sua volta confluyente nel **T. Locone** e poi nel **F. Ofanto**.

L'**acquifero** ha generalmente sede nei **conglomerati** ⇒ **Q_c_{cg}** (equiparabile alle formazioni **Q_c_{cg}** ↔ **Q_c₁**, delineate sulle carte geologiche scala 1:100.000 dei FF°175-176-187-188, ovvero anche ai conglomerati **GVS** F°452 al 50.000) e nelle **sabbie** **Q_c_s** (equiparabile alle formazioni **Q_s** ↔ **PQs** ↔ **Q_c_s**) ossia anche alle sabbie **SBC_a** a volte molto cementate, talora, in "apprezzabili" spessori di livelli di **sabbie argillose** con sottili lenti **ghiaiose**.

Le acque contenute nei suddetti materiali conglomeratici e in quelli sabbiosi sottostati alimentano gli acquiferi del ciclo sedimentario regressivo "GVS-conglomerati" (sovrastanti la formazione "SBC-sabbie"), dove è tuttavia possibile il riscontro di falde profonde (~50 m dal p.c.).

Generalmente i depositi di argilla (con limo, grigio-azzurro) **ASP**, riscontrabili a profondità variabili dal piano campagna, presentano **spessore considerevole** e costituiscono il **letto delle falde acquifere sotterranee** della zona in esame.

Le **sorgenti** con portata elevata, **alquanto distanti dall'impianto** (~62-66 km) sono dislocate in prossimità dell'abitato di "Torella dei Lombardi" - AV (S.S.7, km 349, quota 650 m s.l.m.), "Incoronata" (strada statale S. Angelo dei Lombardi/Lago Saetta, km 360,2 quota 700 m e 820 m s.l.m. e km 398 S.S.7 rispettivamente).

Pertanto, si afferma che l'analisi dei dati consente di sostenere che nell'area in esame le opere di che trattasi non determineranno **alcuna turbativa sia all'assetto idrografico sia idrogeologico** del suolo, perché saranno generalmente collocate su "ristretti" crinali spartiacque, comunemente in mezzeria tra modestissimi impluvi rappresentati, per lo più da "fossi" caratterizzati da erosione incanalata e da portate povere d'acqua a deflusso "marcatamente" torrentizio.

Nel caso di fondazioni su pali, queste non interferiranno in alcun modo sul regolare/naturale deflusso delle acque sotterranee (vista la palese precarietà delle falde acquifere sotterranee a profondità significative) e, tanto meno, con i pozzi e le sorgenti, quasi del tutto inesistenti nel settore S.E. dell'impianto eolico proposto.

Oltre a ciò, la realizzazione di una "corona" di pali, tra loro distanziati, con interasse ≥ a 3 volte il diametro del palo (che la buona pratica geotecnica di esecuzione prescrive, per l'efficienza della palificata) non produrrà significative **discontinuità idrauliche**, comunque impedimenti degni di nota anche in relazione alla natura del terreno e al grado di permeabilità.

Si evidenzia, infine, che la **modellazione** geologico-geotecnica, è stata eseguita tenendo del conto anche del **volume "significativo" geotecnico** [**V_{geot}** di altezza (H)] del sottosuolo che è stato stimato tenendo conto dei seguenti elementi di valutazione:

- **15,00 m** [larghezza=lunghezza=diametro (B), del sistema fondale dei WGT (quadrangolare e/o plinto circolare)];
- **20,00 m** dal p.c. [profondità/lunghezza (L) presunta pali di sottofondazione (profondità derivante da calcoli strutturali eseguiti sulla base delle caratteristiche litotecniche determinate attraverso indagini geognostiche e geotecniche specifiche e puntuali eseguite attualmente).

A) **Lancellotta e Calavera, 1999.....** la profondità (H) d'indagine ossia il **volume "significativo" geotecnico** [(**V_{geot}**) di altezza (H)] risulterebbe dell'ordine di **35,84 m**, valutato considerando:



- ✓ **13,34 m** [profondità/lunghezza (L) pari a 2/3 di D riferita alla quota inizio del bulbo/tetto delle tensioni indotte di pali in gruppo;
- ✓ **22,50 m** [approfondimento/estensione (L') pari a 1,5 B]

$$H (V_{\text{geot}}) = L + L' = 13,34 + 22,50 = \mathbf{35,84 \text{ m.}}$$

- B) Eurocodice EC7 la profondità d'indagine [(V_{geot}) di altezza (H)] risulterebbe per gruppo di pali >L+B':
 $H (V_{\text{geot}}) = L + B' = 20,00 + 13,00 = \mathbf{33,00 \text{ m.}}$

In cui:

B (larghezza caratteristica della fondazione)

L (lunghezza del palo di diametro d) = 20,00 m

B' (larghezza del rettangolo che circonda il gruppo di pali fondazione quadrangolare e/o circolare) = 13,00 m.

- C) Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana, 1977 (Platee)
Il volume "significativo" geotecnico del sottosuolo (V_{geot}) di altezza (H) risulterebbe dell'ordine di **31,25 m**, valutato considerando:

$$H (V_{\text{geot}}) = D + L = 11,25 + 20,00 = \mathbf{31,25 \text{ m.}}$$

Dove:

$$D = (0,5 \div 1) B = 0,75 \text{ (valore medio)} \times 15,00 = 11,25 \text{ m.}$$

In pratica il volume "significativo" geotecnico di altezza (H) d'indagine si "proietta" in profondità (bulbo delle tensioni) fino alla quota dove gli incrementi delle sollecitazioni indotte dai carichi della struttura di fondazione diventano trascurabili ($0,2 \div 0,1q$), ovvero sono marginali gli effetti del terreno situato a profondità maggiore di quella per la quale gli incrementi di carico sono inferiori a 1/10, 1/15 della pressione litostatica efficace.

Nel caso specifico la profondità (H) d'indagine ossia il volume "significativo" geotecnico [(V_{geot}) di altezza (H)] risulterebbe compresa (secondo i vari autori) tra 31 e 36 m.

Siccome, oltre la profondità di 30 m, i depositi di argilla con limo grigio-azzurra riscontrati presentano spessore considerevole, tale osservanza procedurale è stata ampiamente "rispettata".

Foggia 17/ 02/2023

IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI





COMUNI DI MONTEMILONE e VENOSA (PZ), LOCALITA' PIANO REGIO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO “PIANO REGIO”

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

Committente

AREN GREEN S.R.L.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 04032170401

rpasrl@legalmail.it

Progetto

AREA TECNICA - AREN Electric Power S.p.A.

EMAIL info@aren-ep.com

PEC: areaenergiasrl@legalmail.it

Foggia febbraio 2023

IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI



Elaborati consegnati

Sono stati predisposti, su supporto informatico, i seguenti elaborati tecnici illustrativi denominati:

- PRGDTGENR03201_00 (“Relazione geologica, geotecnica, idrogeomorfologica e sismica”).
- PRGDTGENR03202_00 (<Allegato: stima parametri risposta sismica>).