

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

Aren Green S.r.l. Unipersonale

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

COMUNI DI BANZI, PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)
SPINAZZOLA (BT)
LOCALITA' "PIANO MADAMA GIULIA"

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI
IMPIANTO EOLICO
"PIANO MADAMA GIULIA"**



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

TIMBRE E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOMORFOLOGICA E SISMICA

CODICE ELABORATO:

PMGDTGENR03201_00

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

/

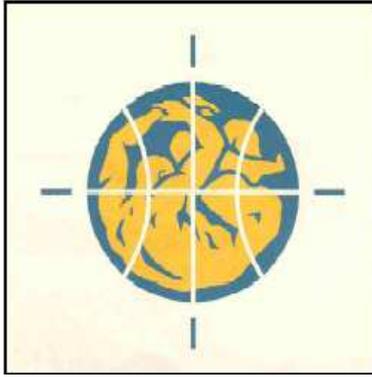
FASE:

PROGETTO DEFINITIVO

| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|-----------------|----------|--------------|-------------|-----------|
| 00 | Prima emissione | 30/12/22 | 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, GEOELETTICHE - 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: PMGDTGENR03201_00 REL GEO...DEFIN AREN Green DIC22]



****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 BANZI, PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)
 SPINAZZOLA (BT)
 LOCALITA' "PIANO MADAMA GIULIA"**

**IMPIANTO EOLICO
 "PIANO MADAMA GIULIA"**

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

Committente

Aren Green S.r.l. Unipersonale

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

rpsarl@legalmail.it

Progetto

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

EMAIL info@aren-ep.com

PEC: areaenergiasrl@legalmail.it

Foggia dic 2022

**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 BANZI, PALAZZO SAN GERVASIO (PZ) e SPINAZZOLA (BT), IN LOCALITA' PIANO MADAMA GIULIA (fig.1).

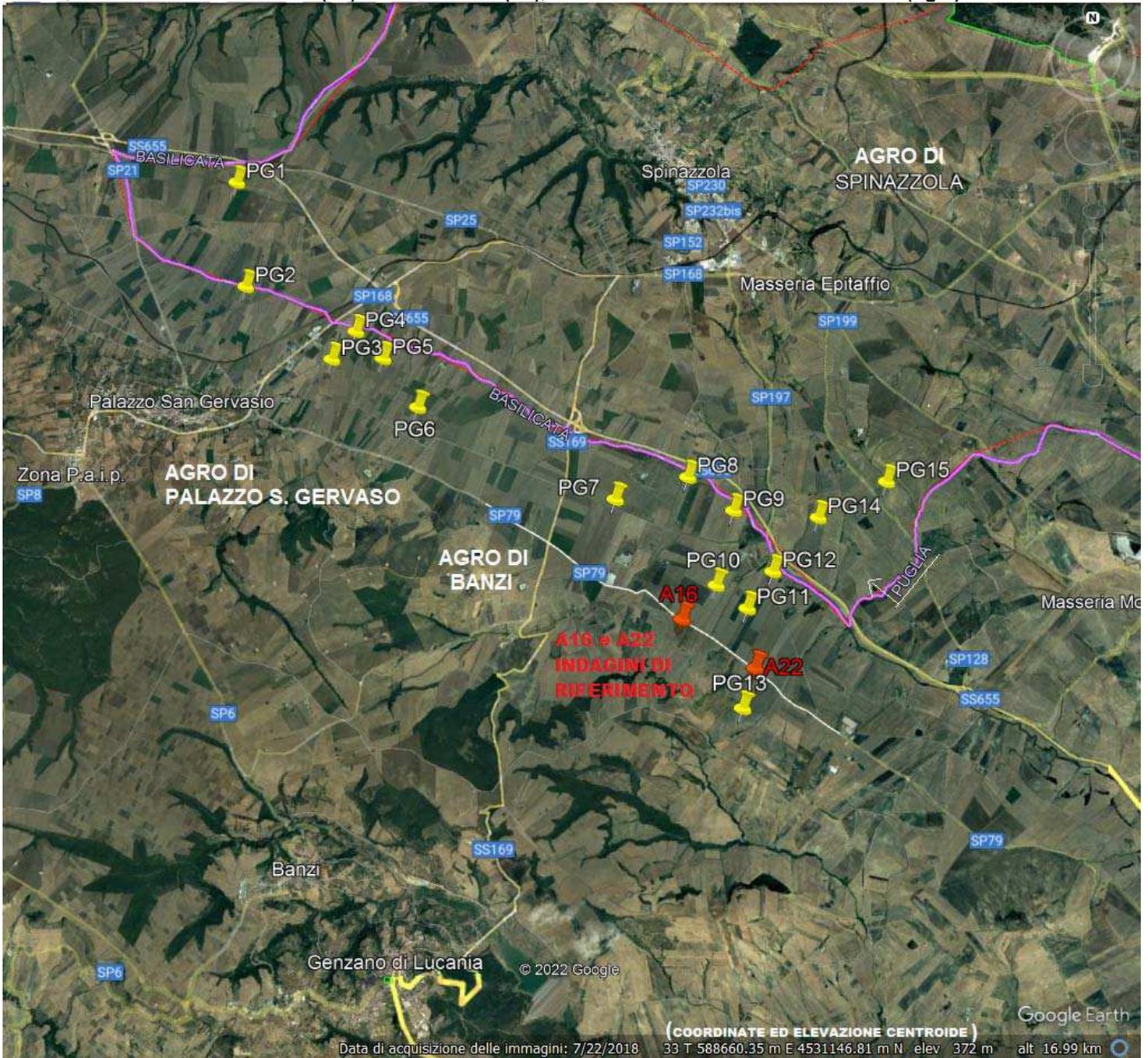


Fig. 1 - Corografia dell'impianto eolico "Piano Madama Giulia" con ubicazione delle torri WTG (Wind Turbine Generator) PG01.....PG15 oggetto dello studio attuale (A16 e A22 indagini geognostiche di riferimento; stralcio ortofoto Google Earth 3d — Limite/confine provinciale — Limite/confine regionale).

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, prove SPT, eventuale prelievo campioni, analisi e prove di laboratorio geotecnico, installazione di piezometri, 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 su 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 eolico (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 Banzi, Palazzo San Gervasio, riguardanti la Provincia di Potenza (Regione Basilicata) e quello di Spinazzola spettante alla Provincia di BAT (pertinente alla Regione Puglia).

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, delle torri sono comprese tra ~365 m (PG9) e ~447 m (PG13) s.l.m.

| AREN Green S.r.l. - Cesena-FC | | | | | | | |
|---|-------------|------------|---|-------------|-------------|----------------------------|-------|
| Progetto eolico, denominato "Piano Madama Giulia", ubicati nei Comuni di: BANZI (PZ), PALAZZO SAN GERVASIO (PZ) e SPINAZZOLA (BT) 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) |
| <PG1> | 583868 | 4535302 | <PG1> | 15.996683 | 40.964568 | <PG1> | 417 |
| <PG2> | 584077 | 4533471 | <PG2> | 15.998917 | 40.948054 | <PG2> | 376 |
| <PG3> | 585590 | 4532214 | <PG3> | 16.016717 | 40.936576 | <PG3> | 380 |
| <PG4> | 585985 | 4532704 | <PG4> | 16.021476 | 40.940948 | <PG4> | 375 |
| <PG5> | 586459 | 4532239 | <PG5> | 16.027042 | 40.936709 | <PG5> | 378 |
| <PG6> | 587070 | 4531400 | <PG6> | 16.034181 | 40.929088 | <PG6> | 379 |
| <PG7> | 590433 | 4529860 | <PG7> | 16.073894 | 40.914852 | <PG7> | 380 |
| <PG8> | 591657 | 4530253 | <PG8> | 16.088484 | 40.918256 | <PG8> | 369 |
| <PG9> | 592429 | 4529691 | <PG9> | 16.097567 | 40.913107 | <PG9> | 365 |
| <PG10> | 592137 | 4528425 | <PG10> | 16.093912 | 40.901737 | <PG10> | 379 |
| <PG11> | 592655 | 4528042 | <PG11> | 16.100004 | 40.898229 | <PG11> | 379 |
| <PG12> | 593089 | 4528665 | <PG12> | 16.105249 | 40.903791 | <PG12> | 362 |
| <PG13> | 592563 | 4526385 | <PG13> | 16.098665 | 40.883315 | <PG13> | 447 |
| <PG14> | 593852 | 4529587 | <PG14> | 16.114446 | 40.912008 | <PG14> | 378 |
| <PG15> | 594992 | 4530206 | <PG15> | 16.128075 | 40.917452 | <PG15> | 431 |



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

- **PMGDTGENR03201_00** ("Relazione geologica, geotecnica, idrogeomorfologica e sismica").
- **PMGDTGENR03202_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 (scala 1:100.000), dalla quale si evince che l'**impianto eolico (denominato Piano Madama Giulia)** rientra nel **F°188 "Gravina di Puglia"** della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

Perciò, in un **ambito** sufficientemente ampio, comprendente l'area in esame, affiorano le formazioni mostrate in **fig. 2**, successivamente illustrate, in dettaglio, nella susseguente **fig. 3** e nella relativa legenda di ragguglio.

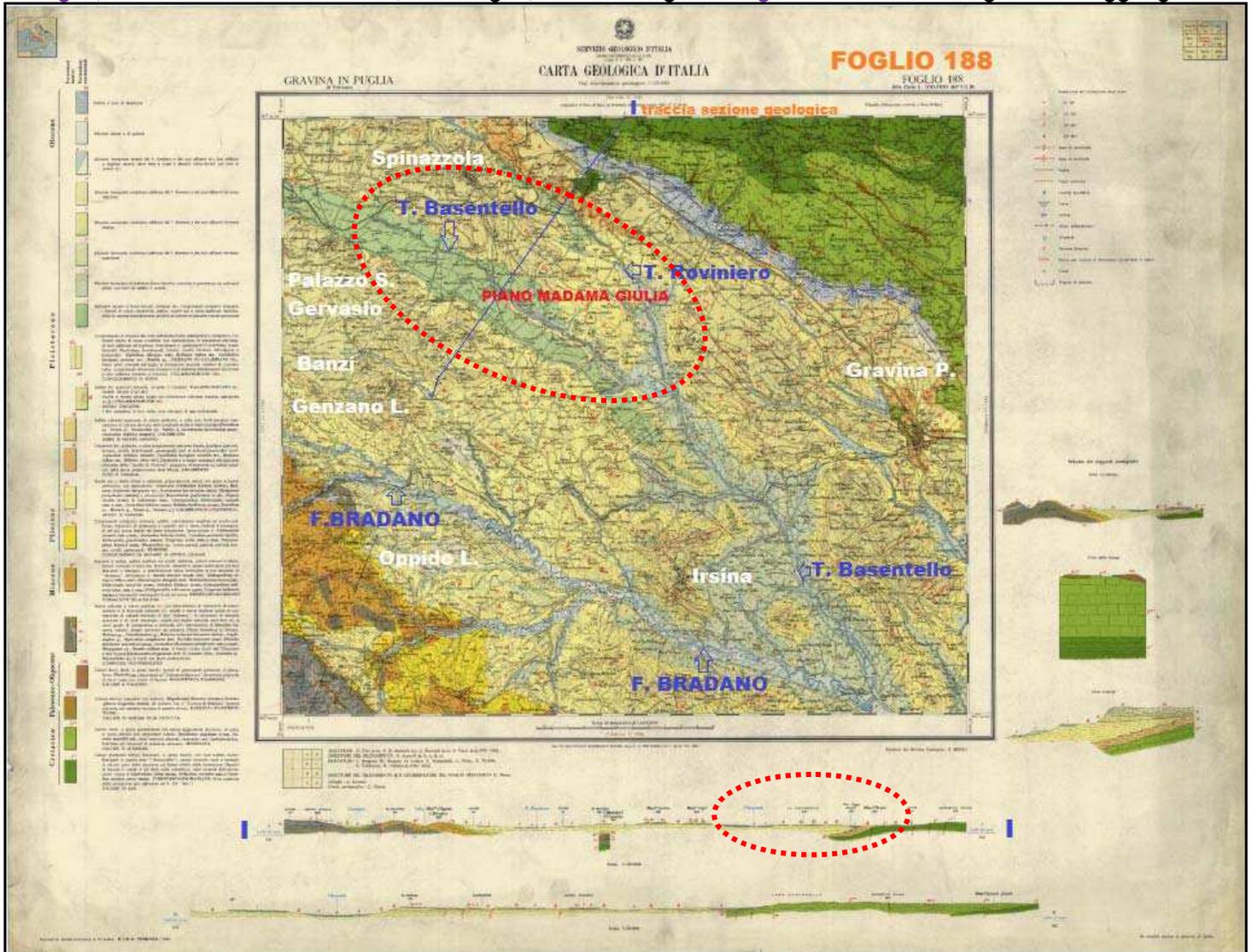


Fig. 2 – Inquadramento geologico-stratigrafico riguardante l'impianto denominato "Piano Madama Giulia" (Carta geologica d'Italia F°188 "GRAVINA DI PUGLIA" scala 1:100.000).

Dal punto di vista **geologico generale** il **F°188** indica la presenza a NE di una porzione dell'**altipiano calcareo delle Murge** (Murge di Gravina zona colorata in verde in alto a destra) dove le "forme" sono in sostanza **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 all'alta valle del **F. Bradano** (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 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. In particolare, si contraddistinguono l'ampia vallata "terrazzata" del F. Bradano (corso d'acqua principale) e quelle delle valli minori riguardanti, principalmente, il T. Basentello e il T. Roviniero tributari di sinistra.

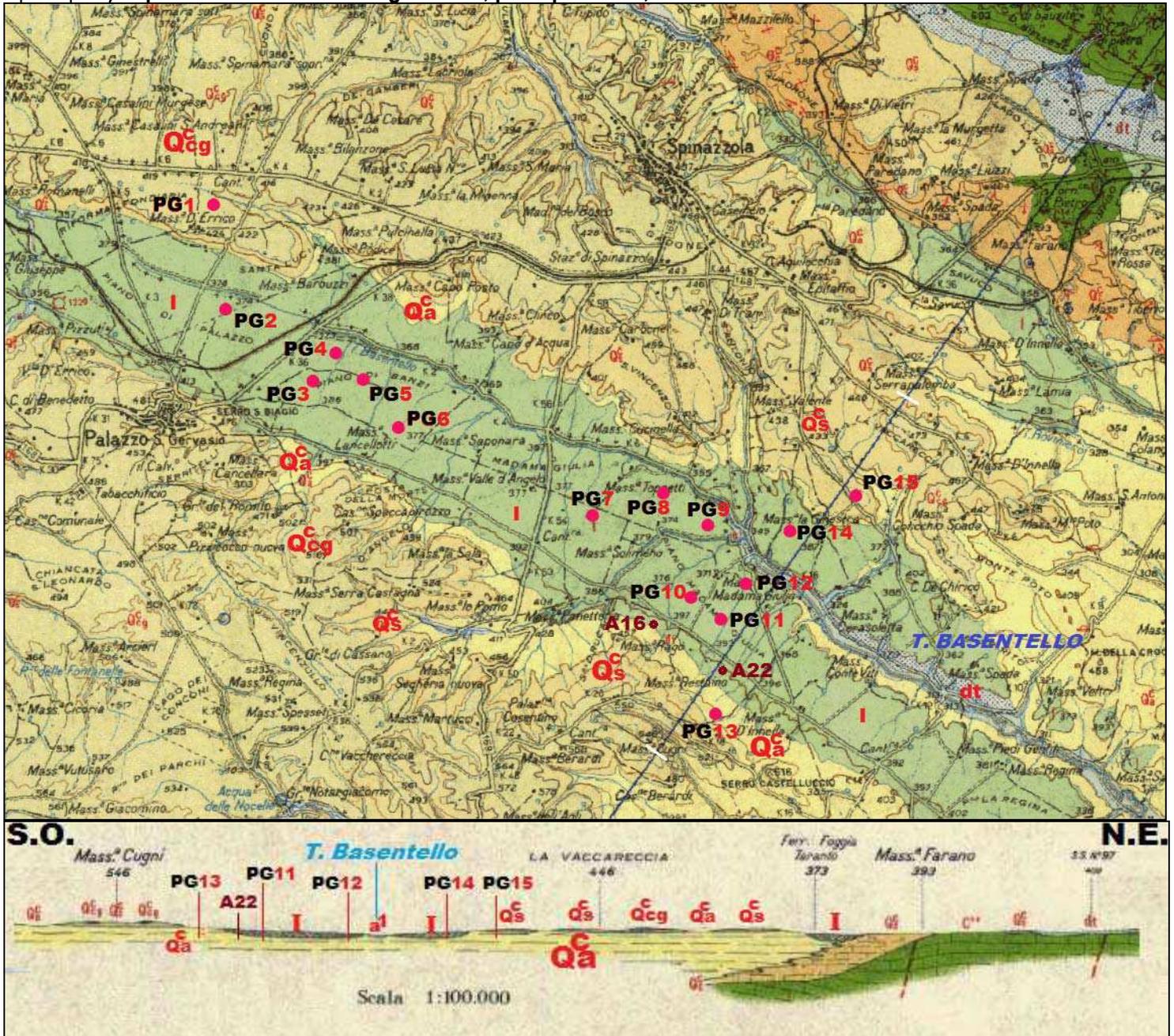


Fig. 3 – Inquadramento geologico-stratigrafico di "dettaglio" dell'impianto eolico "Piano Madama Giulia" con ubicazione delle torri PG1.....PG15 oggetto dello studio attuale (A16 e A22 indagini geognostiche di riferimento); inferiormente sezione geologica passante in prossimità del sondaggio progressivo relativo alla Torre A22 (stralcio/ingrandimento della Carta geologica d'Italia F°188 "GRAVINA DI PUGLIA" scala di partenza 1:100.000).

<Legenda Fig. 4 [F°188 "GRAVINA DI PUGIA"]>

a¹ Alluvioni terrazzate recenti del F. Bradano e dei suoi affluenti (a¹); limi sabbiosi o argillosi recenti, terre nere e depositi limno-fluviali con lenti di ciottoli. **OLOCENE**.

I Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri composti di: conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose. **PLEISTOCENE**.



Q^c_{cg} Conglomerato (di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico), poligenico, con ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose e argillose. **SICILIANO (?) CALABRIANO.**

Q^c_s Sabbie calcareo-quarzose di colore giallastro a volte con livelli arenacei intercalazioni di calcare farinoso lenti conglomeratiche e livelli fossiliferi. **CALABRIANO <SABBIE DI MONTEMARANO>**

Q^c_a Argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre, talora con gesso e frustoli carboniosi. **CALABRIANO. <ARGILLE DI GRAVINA>**

I rapporti stratigrafici delle formazioni che costituiscono il sottosuolo esaminato, con particolare riferimento alle unità geologiche del settore d'interesse, sono raffigurati nello schema di fig. 4 (non in scala).

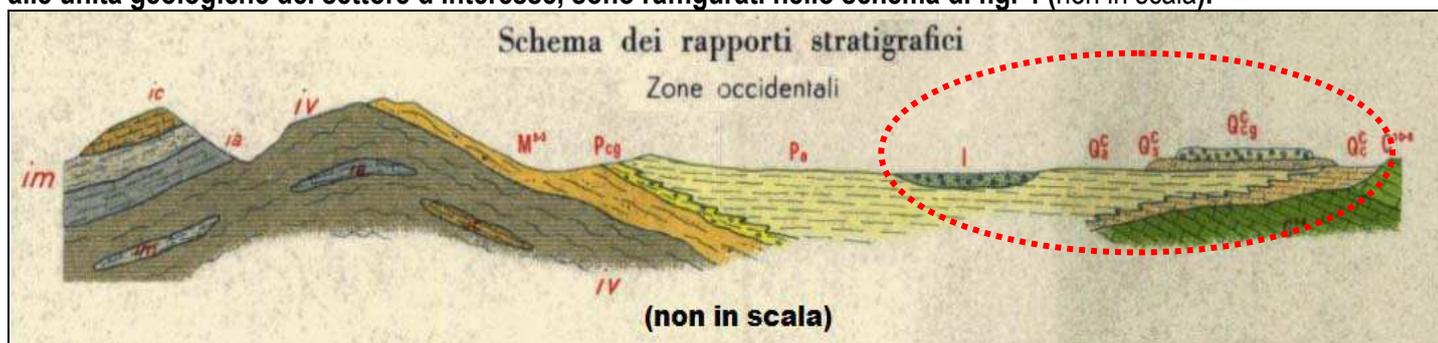


Fig. 4 - Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni che riguardano dell'impianto eolico di "Piano Madama Giulia" (ingrandimento dell'immagine estrapolata della Carta geologica d'Italia F°188 "GRAVINA DI PUGLIA" 1:100.000).

Su tale base geologica al 100.000 le opere progettate riguarderanno, credibilmente, i terreni di seguito descritti e in particolare:

- ✓ dodici torri eoliche (PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14) andranno a interessare gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da "sedimenti lacustri e fluviolacustri" composti di: conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose ⇒ **Q^c₊₊** ascrivibile al PLEISTOCENE.
- ✓ una torre (PG1) riguarderà depositi di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico di "conglomerati poligenici" con ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose ed argillose ⇒ **Q^c_{cg}** del SICILIANO (?) CALABRIANO.
- ✓ una torre (PG15) riguarderà depositi, riferibili alla formazione delle <SABBIE DI MONTE MARANO>, sedimenti di "sabbie calcareo-quarzose di colore giallastro" a volte con livelli arenacei intercalazioni di calcare farinoso lenti conglomeratiche e livelli fossiliferi ⇒ **Q^c_s** del CALABRIANO.
- ✓ una torre (PG13) spetterà a depositi di "argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre", talora con talora con gesso e frustoli carboniosi ⇒ **Q^c_a** del CALABRIANO.

Come anticipato, l'area dell'impianto eolico "Piano Madama Giulia" proposto è parte integrante del Bacino del T. Basentello, a sua volta compreso in un esteso e ampio bacino, riguardante all'alta valle del F. Bradano (Fossa bradanica e/o Fossa premurgiana).

Per mera "completezza informativa" sono di seguito riportate, integralmente, le caratteristiche generali del bacino del Bradano, estrapolate dalla relazione generale "Bradano_Metaponto" pubblicata sul web.

(https://www.regione.basilicata.it/giunta/files/docs/DOCUMENT_FILE_604904.pdf)

1. Caratteristiche del Bacino

Il Bradano è uno dei principali fiumi della Basilicata: il 3° per lunghezza di corso dopo il Basento e l'Agri ma il primo per ampiezza del suo bacino idrografico. Il suo bacino ha una superficie di circa 3000 kmq, precisamente 2765 kmq ed è compreso tra il bacino del fiume Ofanto a nord-ovest, i bacini di corsi d'acqua regionali della Puglia con foce nel Mar Adriatico e nel Mar Jonio a nord-est e ad est, ed il bacino del fiume Basento a sud. Il bacino presenta morfologia montuosa nel settore occidentale e sud-occidentale con quote comprese tra 700 e 1250 m s.l.m.. Le quote più elevate sono raggiunte dai rilievi di Madonna del Carmine (1227 m s.l.m.), Monte S. Angelo (1120 m s.l.m.), Monte Tontolo (1072 m s.l.m.), Serra Carriero (1042 m s.l.m.), Serra Coppoli (1028 m s.l.m.), Monte Cupolicchio (1097 m s.l.m.). La fascia di territorio ad andamento NW-SE, compresa tra Forenza e Spinazzola a nord e Matera-Montescaglioso a sud, è caratterizzata da morfologia collinare con quote comprese tra 500 e 300 m s.l.m. Il settore nord-orientale del bacino include parte del margine interno dell'altopiano delle Murge, che in quest'area ha quote variabili tra 600 e 400 m s.l.m.



Il fiume Bradano si origina dalla confluenza d'impluvi provenienti dalle propaggini nordorientali di Monte Tontolo e di Madonna del Carmine, e dalle propaggini settentrionali di Monte S. Angelo. Il corso d'acqua ha una lunghezza di 116 km e si sviluppa quasi del tutto in territorio lucano, tranne che per un modesto tratto, in prossimità della foce, che ricade in territorio pugliese. Nel tratto montano, dove il fiume ha andamento torrentizio, riceve il contributo del torrente Bradanello in sinistra idrografica in località Inforcatura e, all'altezza dell'invaso di Acerenza, il Torrente Rosso in destra idrografica. Nel tratto a valle della diga di Acerenza il fiume Bradano costeggia per qualche km la tratta ferroviaria Bari-Potenza ricevendo da sinistra, nei pressi della stazione di Genzano, il torrente Fiumarella in sinistra idrografica, poi quello della Fiumara di Tolve in sinistra e quindi del torrente Percopo in destra. Inizia dunque a scorrere in un tratto ingolato ed entrando così in provincia di Matera sino a giungere nei pressi del comune di Irsina dove, a valle della confluenza con il torrente Alvo esce dal tratto ingolato ampliando il proprio letto ghiaioso. Poco a monte della Diga di San Giuliano il Bradano accoglie gli apporti del torrente Basentello (regolati dall'invaso di Serra del Corvo) in sinistra idrografica e del torrente Bilioso in destra. A valle della Diga di San Giuliano il Bradano riceve il contributo del Torrente Gravina per poi scorrere sinuoso nel territorio del comune di Montescaglioso. In breve raggiunge la piana di Metaponto, ricevendo da sinistra il suo ultimo affluente, il torrente Fiumicello o Gravina di Matera, in sinistra idrografica, scorrendo sul confine tra Basilicata e Puglia e sfociando poi nel mar Ionio presso Metaponto. Come detto nel tratto compreso tra la confluenza con il torrente Fiumarella e l'invaso di San Giuliano il corso del Bradano in alcuni tratti assume l'aspetto di fiumara, in altri presenta un andamento meandriforme. A valle della diga di San Giuliano il Bradano defluisce in una profonda fossa calcarea (gravina), per poi riacquistare, all'altezza di Montescaglioso, le caratteristiche di un alveo sovralluvionato. Il bacino si sviluppa prevalentemente in direzione Nord - Ovest / Sud - Est, con lunghezza massima di circa 110 km ed una larghezza media di 40 km. I rilievi montuosi più elevati si trovano nella parte occidentale del bacino e fanno parte della dorsale appenninica lucana; a questi appartiene anche "Il Carmine" di Avigliano che, con i suoi 1228 m s.l.m., rappresenta la cima più alta di tutto il bacino. L'andamento altimetrico del bacino è caratterizzato da un'altitudine media di 387 m s.l.m., e circa l'81% dell'intero territorio è situato ad una quota inferiore ai 500 m s.l.m. (fig. 5).

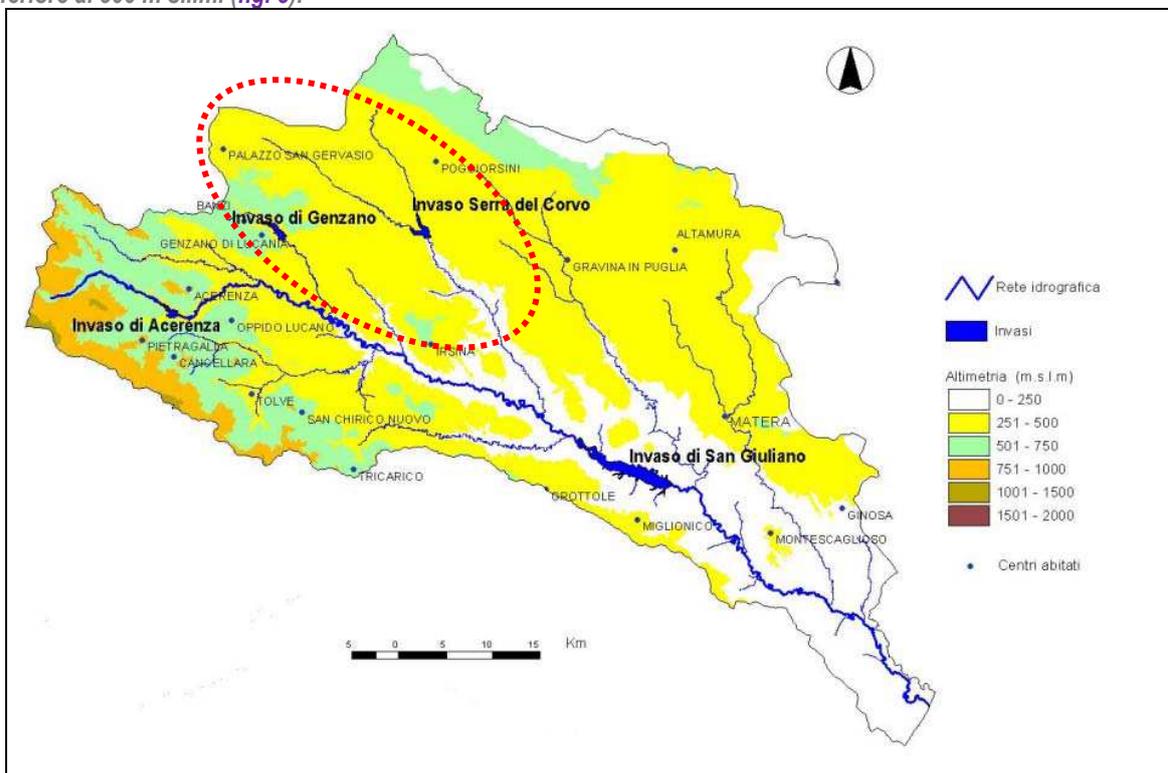


Fig. 5 – Reticolo idrografico e altimetria del bacino del Bradano.

Le analisi condotte sull'acclività dei terreni hanno indicato una larga percentuale di superficie (62%) che non supera il 10% di pendenza, mentre solo il 4% del territorio oltrepassa il 30% di pendenza; tali caratteristiche distinguono il bacino dalle medie delle acclività dei bacini la cui maggiore estensione ricade in Basilicata. Dal punto di vista climatico il bacino presenta un regime pluviometrico di tipo prevalentemente marittimo, con piovosità elevata nel tardo autunno ed in inverno e scarsa in estate. Nella fascia più orientale la piovosità media oscilla intorno ai 550 mm, mentre nella parte centrale tale valore cresce fino a circa 700 mm, per poi aumentare ancora nella zona più occidentale del bacino. Le temperature registrate mostrano che il mese più freddo è gennaio, con una media variabile da 3,6°C ad 8,9°C, mentre quelli caldi sono luglio ed agosto, con valori medi che vanno dai 21°C ai 25,7°C.

2. Aspetti litostratigrafici e caratteristiche di franosità del territorio

Anche nel bacino del fiume Bradano le successioni litologiche appartenenti alle unità tettoniche che costituiscono la struttura dell'Arco appenninico meridionale affiorano nel settore occidentale bacino, mentre nel settore centro-orientale si rinvencono successioni riferibili al dominio paleogeografico dell'Avanfossa bradanica; infine in corrispondenza del margine nord-orientale del bacino sono presenti le successioni riferibili all'Avampaese apulo.



Nel settore occidentale e sud-occidentale, che comprende i bacini montani del Bradano e dei suoi affluenti torrente Fiumarella, Fiumara di Tolve e Torrente Bilioso, affiorano successioni mesozoico-terziarie riferibili all'Unità di Lagonegro costituite da: argille e marne con intercalazioni di sedimenti carbonatici (calcareniti, calcilutiti, calciruditi) in strati e banchi (Flysch Rosso Auct.); quarzoareniti numidiche in strati e banchi con intercalazioni di argille e marne siltose (Flysch Numidico Auct.); arenarie arcose in strati e banchi con intercalazioni di argille siltose (Formazione di Serra Palazzo Auct.). Il settore nord orientale del bacino, che comprende parte del margine interno dell'altopiano delle Murge, è caratterizzato dalla presenza di successioni mesozoico-terziarie costituite da calcari di piattaforma dell'Unità Apula. Queste successioni si rinvengono in parte anche nell'area di Matera. Nel settore centro-orientale del bacino affiorano prevalentemente le successioni pleistoceniche dell'Avanfossa Bradanica e, a luoghi, le successioni plioceniche di bacini intrappenninici. Si tratta di successioni costituite per lo più da argille e marne grigio azzurre e, in misura minore, da sabbie e conglomerati. Sui rilievi collinari in prossimità della piana costiera si rinvengono depositi alluvionali e marini terrazzati costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, con grado di addensamento e di cementazione variabili. Nell'area della piana costiera sono presenti depositi sabbiosi della spiaggia e delle dune costiere. In quest'area e nei fondovalle del fiume Bradano e dei suoi affluenti principali si rinvengono depositi alluvionali attuali e recenti, rappresentati da ghiaie, sabbie e limi da sciolti ad addensati. L'assetto stratigrafico strutturale del bacino del Bradano condiziona le caratteristiche di franosità del territorio. Dai dati bibliografici disponibili e dal censimento dei fenomeni franosi effettuato per la redazione del PAI risulta che nelle aree di affioramento di successioni a prevalente componente pelitica dell'Unità di Lagonegro i fenomeni franosi più diffusi sono del tipo colamento lento e, in misura minore, frane complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento. Sono inoltre diffusi movimenti superficiali del tipo creep. Nelle aree di affioramento di successioni miste arenaceo-pelitiche dell'Unità di Lagonegro i fenomeni franosi più diffusi sono del tipo scivolamento rotazionale e frane complesse del tipo scivolamento rotazionale-colamento; laddove prevale la componente pelitica si rilevano per lo più frane del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep. Nel settore centro-orientale del bacino, dove sono presenti prevalentemente successioni argillose plio-pleistoceniche, molto diffuse sono le forme calanchive, i movimenti franosi del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep. Laddove sono presenti anche depositi sabbiosi e conglomeratici, frequenti sono le frane del tipo scivolamento rotazionale e le frane complesse del tipo scivolamento rotazionale - colamento. In corrispondenza dei versanti incisi in sabbie e/o conglomerati cementati sono state riscontrate anche frane del tipo crollo. Le pareti delle forre in cui defluisce il Torrente Gravina di Matera e il Torrente Lagnone, incise nelle successioni carbonatiche dell'Unità Apula, sono soggette a fenomeni di arretramento spondale, che si realizzano per lo più mediante frane del tipo crollo e/o ribaltamento. Dal censimento dei fenomeni franosi effettuato per la redazione del PAI e per i suoi successivi aggiornamenti, risultano rilevati nel bacino del Bradano 2561 movimenti franosi. Anche per questo bacino il censimento ha interessato, in via prioritaria ed in misura prevalente, i centri abitati presenti al suo interno. Nel bacino del Bradano sono inclusi, in parte o totalmente, i territori di n. 35 comuni; di questi solo n. 20 centri abitati ricadono nel bacino. Il 7% dei movimenti di versante censiti nelle aree dei centri abitati determina condizioni di rischio molto elevato (R4), il 16,3% condizioni di rischio elevato (R3), il 43,6% condizioni di rischio medio (R2), il 32,6% condizioni di rischio moderato. I restanti movimenti censiti sono stati classificati per lo 0,4% come aree pericolose e per lo 0,1% come aree soggette a verifica idrogeologica.

3. Caratteristiche idrogeologiche

Le successioni stratigrafiche presenti nel bacino del Bradano possono essere raggruppate in complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità. L'assetto stratigrafico-strutturale e le caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti nel bacino condizionano l'infiltrazione delle precipitazioni meteoriche e l'andamento della circolazione idrica nel sottosuolo. Nel settore occidentale e sud-occidentale del bacino del Bradano si rinvengono complessi idrogeologici a permeabilità da media a bassa, rappresentati da: - Complesso calcareo-marnoso-argilloso, che comprende le successioni argilloso-marnose e calcareoclastiche dell'Unità di Lagonegro. Il grado di permeabilità è variabile da medio a basso in relazione alla presenza di livelli pelitici ed allo stato di fratturazione. Nell'area in esame costituisce acquiferi di potenzialità limitata, con recapiti sorgivi inferiori a 1 l/s (es. Sorgente Trave con Q=0,5l/s e sorgente Regina con Q=1 l/s di Pietragalla). - Complesso arenaceo-conglomeratico, che nell'area in esame comprende successioni dell'Unità di Lagonegro costituite da quarzoareniti numidiche o da arenarie arcose con intercalazioni di livelli pelitici. Il grado di permeabilità varia da medio a basso, in relazione allo stato di fratturazione ed alla presenza di livelli pelitici. Anche questo complesso idrogeologico costituisce acquiferi di limitata potenzialità e alimenta sorgenti caratterizzate da portate molto basse (es. Sorgente Fonte Grande di Oppido Lucano con Q=0,2 l/s; Sorgente Fonte Pila con Q=0,16 l/s e Sorgente Viscilo con Q=0,25 l/s di San Chirico Nuovo). Nel settore centro-orientale del bacino del Bradano il complesso idrogeologico maggiormente affiorante è il complesso argilloso-sabbioso, che comprende le successioni argillose pleistoceniche dell'Avanfossa bradanica e dei bacini intrappenninici pliocenici e che risulta caratterizzato da grado di permeabilità da basso a nullo. I depositi sabbiosi e conglomeratici dell'Unità dell'Avanfossa bradanica e dei bacini intrappenninici sono inclusi nel Complesso sabbioso-conglomeratico, che si rinviene in corrispondenza dei rilievi di Acerenza, di Tricarico, di Monte Verrutoli, di Grassano, di Grottole, Banzi, Irsina, Poggiorsini, Serra Carbonara, Serra Palese. Il grado di permeabilità di tale complesso è variabile, da medio a basso, in relazione alle caratteristiche granulometriche, allo stato di addensamento e/o cementazione dei depositi, oltre che in relazione allo stato di fratturazione, allorchando le sabbie ed i conglomerati sono cementati. Gli acquiferi allocati nei depositi sabbioso-conglomeratici pliocenici ospitano falde di limitata estensione e potenzialità che alimentano sorgenti di portata in genere inferiore a 1 l/s (es. Sorgenti Fonte di Polito con Q=0,1 l/s e Fonte San Marco con Q=0,32 l/s ad Acerenza). Gli acquiferi allocati nei depositi conglomeratici e sabbiosi pleistocenici ospitano talora falde aventi potenzialità maggiori che alimentano sorgenti con portate superiori ad 1 l/s (es. Sorgente Valle Donata con Q=6,4 l/s, Sorgente Capo d'Acqua con Q=4,1 l/s e Sorgente Fonte Cavallina con Q=1,9 l/s a Banzi; Sorgente Contrada Fontana con Q=2 l/s ad Irsina, dove sono presenti anche recapiti minori quali la Sorgente Peschiera con Q=1,15 l/s e la Sorgente Festola con Q=1,3 l/s). Acquiferi minori si rinvengono nei depositi sabbioso-conglomeratici pleistocenici di Miglionico, che alimentano sorgenti con portata inferiore ad 1 l/s (Sorgente Fonte Pila con Q=0,5 l/s, Sorgente Cornicchio con Q=0,25 l/s).



Nel settore nord-orientale del bacino del Bradano si rinviene il complesso calcareo, che in quest'area include le successioni carbonatiche dell'Unità Apula, caratterizzato da grado di permeabilità variabile (da medio ad alto) in relazione allo stato di fratturazione ed allo sviluppo del fenomeno carsico. In quest'area non si rinvengono sorgenti in quanto la circolazione idrica risulta essere alquanto profonda.

4. Idrografia

La rete idrografica si presenta piuttosto ramificata, ed è costituita, limitando l'elenco ai soli affluenti principali, in destra idraulica dalla fiumara di Tolve, dal torrente Bilioso, dal torrente Rosso; in sinistra dalla Fiumarella di Genzano, dal torrente Percopo, dal torrente Basentello e dal Torrente Fiumicello. Il torrente Bilioso ha un bacino imbrifero di circa 132 kmq, l'altezza massima sul livello del mare è di 933 m., raggiunta dal monte Pila, quella minima si registra alla confluenza con il Bradano pari a 109 m s.l.m. E' alimentato, nella parte alta da numerose incisioni ed ha una lunghezza di circa 43 km, la pendenza varia dall'1,9% nel tronco iniziale all'1,5% in prossimità della confluenza. Dal punto di vista del dissesto potenziale il territorio è da considerarsi in generale a contenuto rischio, salvo il verificarsi di condizioni locali poco favorevoli in corrispondenza dei quali si innescano movimenti franosi di una certa entità, come nelle vicinanze di Tricarico e di Grassano. Il torrente Rosso ha un bacino imbrifero di circa 54 kmq, l'altezza massima è a quota 1.121 m s.l.m. (Monte Sant'Angelo), l'altezza minima, alla confluenza con il Bradano nell'invaso di Acerenza è di m. 440 s.l.m.

La parte alta e media del bacino è classificabile ad elevato rischio di franosità, mentre nella parte valliva l'instabilità delle pendici si riduce a valori più bassi. Una zona ad elevata erodibilità, anche se di modesta estensione, è ubicata in prossimità del centro abitato di Pietragalla. La fiumarella di Genzano ha un bacino imbrifero di circa 67 kmq, la quota più alta è di m. 604 s.l.m.; la più bassa, alla confluenza è di m. 236 s.l.m.; a quota 450 m s.l.m. le acque vengono raccolte dalla diga di Genzano. Il corso d'acqua fino all'invaso ha una lunghezza di circa 9 km, dopo altri 10 km circa si immette nel fiume Bradano. Nella quasi totalità del bacino i terreni sono poco soggetti a fenomeni erosivi, sia per il substrato geolitologico sia per la presenza di boschi e rimboschimenti, in special modo in prossimità dei centri abitati di Banzi e Genzano. Il Torrente Percopo ha un bacino imbrifero di circa 94 kmq con una altezza massima di 581 m s.l.m. (Monte Muscillo). Il corso d'acqua raccoglie a ventaglio le acque che scendono dal Monte Muscillo e dal Monte Serico; il tracciato si sviluppa per circa 24 km e sfocia nel fiume Bradano poco più a ovest di Irsina. Non sono presenti particolari fenomeni di instabilità delle pendici o fenomeni erosivi. Il torrente Basentello ha un bacino di circa 425 kmq, la quota massima è di 679 m s.l.m., quella minima di 132 m s.l.m. alla confluenza con il con il Bradano. A nord dello sbarramento, a quota 275 m s.l.m., a circa 26 km dall'origine, il torrente raccoglie le acque del Canale Roviniero. In quest'area il bacino non è interessato da fenomeni di dissesto di interesse, fatta eccezione per il Canale Roviniero, interessato da erosioni diffuse. A sud dell'invaso e fino alla confluenza con il Bradano, il bacino è impostato su terreni a scarsa erodibilità. L'asta principale determina invece pericoli di esondazione in relazione al volume delle piene, alla scarsa pendenza ed alla presenza di vegetazione attecchita in quantità veramente eccessiva all'interno delle sezioni di deflusso.

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 energiche deformazioni, (accostamenti crostali, sovrascorrimenti e/o accavallamenti fino a 2000 metri di spessore) progressivamente sviluppatasi da ovest verso est (figg. 6 e7).

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).

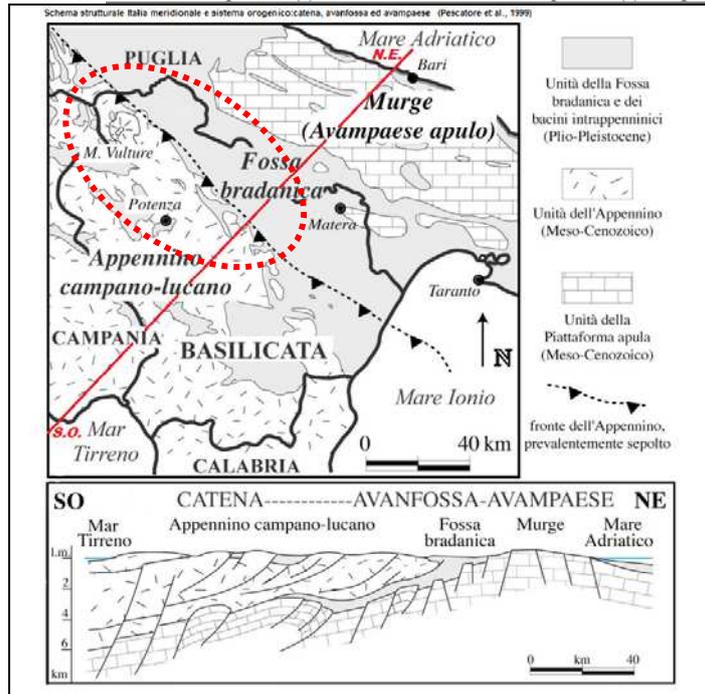


Fig. 6 - Schema strutturale Italia meridionale e sistema orogenico catena, avanfossa avampaese (fonte: Pescatore et al, 1999)

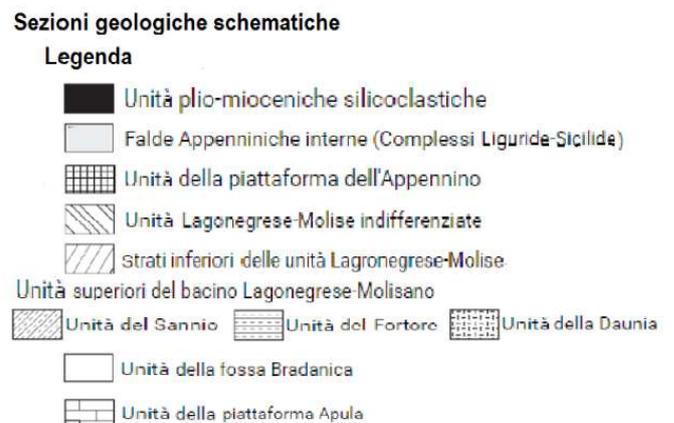
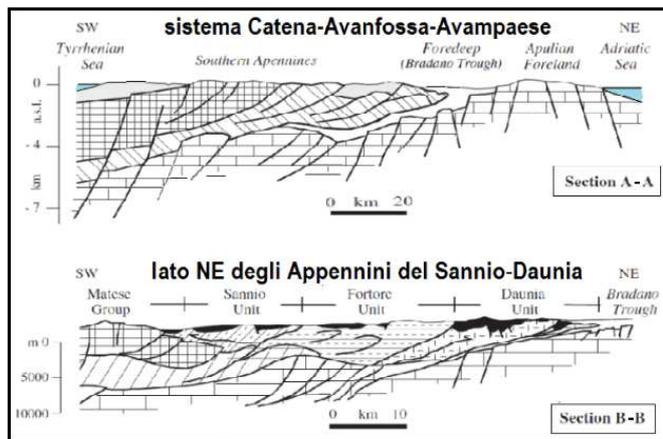
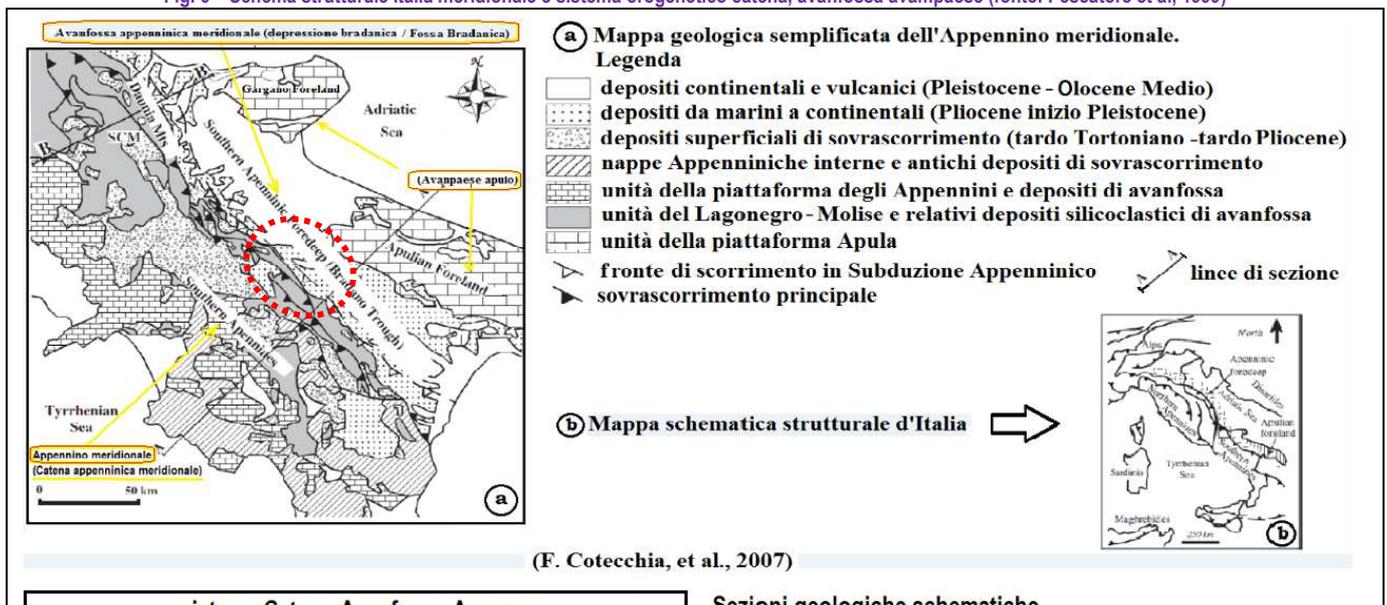


Fig. 7 - Mappa geologica semplificata dell'Appennino meridionale e relative sezioni geologiche schematiche (F. Cotecchia et al. 2007).



Per quanto riguarda l'area oggetto di studio l'elemento tettonico di maggiore rilevanza, che riguarda il territorio in esame (annoverato nel F°188 "Gravina di Puglia" vedi precedente fig. 3 a pag. 7), è la scarpata di faglia che limita le Murge verso la Fossa Bradanica con rigetto complessivo superiore a 200 m. In sostanza gli stili tettonici che caratterizzano la zona sono riferibili al basamento cretaceo "rigido" di natura carbonatica, corrispondente ai calcari delle Murge.

Del tutto differente (e completamente indipendente) è la conformazione geostrutturale delle formazioni plio-pleistoceniche, affioranti nella zona sud occidentale del foglio in parola, facenti parte della successione più o meno "plastica" delle compagini flyscioidi.

In merito ai rischi correlati all'attività sismica, si evidenzia che il Territorio comunale Palazzo S. Gervasio (preso in considerazione poiché più vicino all'impianto), già in tempi assai remoti, è stato condizionato da diversi eventi sismici. In effetti, l'area in esame, oltre ad interessata da dislocazioni tettoniche profonde, si trova nel settore centrale dell'Appennino Meridionale, poco distante dall'Irpinia e 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 1984¹, 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 1998², 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 Palazzo San Gervasio 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 ≤ 0.25 |
| S=6 | Terza categoria | Zona 3 | 0.05 < ag ≤ 0.15 |
| non classificato | N.C. | Zona 4 | ag ≤ 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 fig. 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.

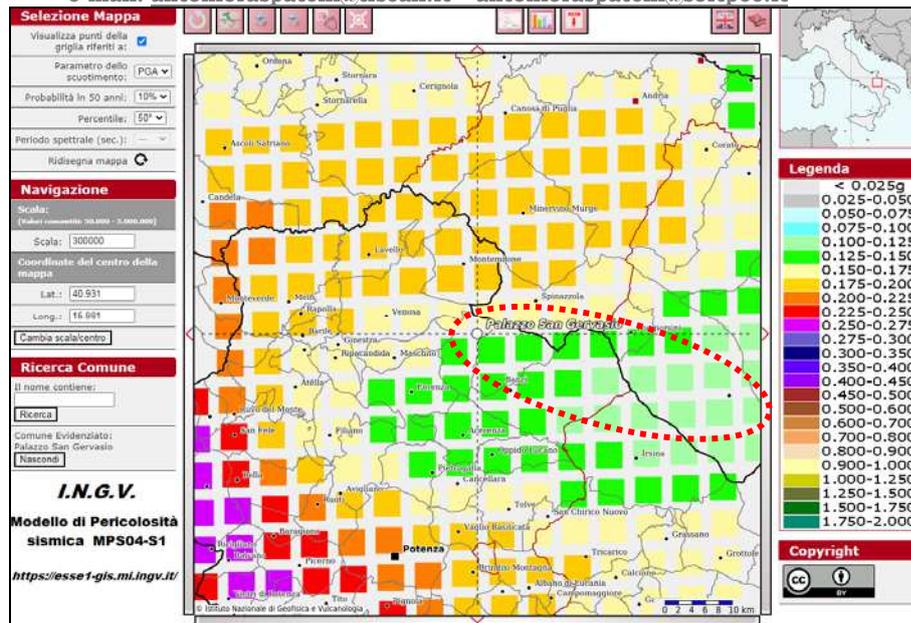


Fig. 8 – Stralcio della mappa interattiva valori Pericolosità Sismica Palazzo San Gervasio (I.N.G.V. <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

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

| Codice ISTAT 2001 | Classificazione 2003 | PGA (g)* | I |
|-------------------|----------------------|----------|---------|
| 17076057 | Zona 2 | 0.139 g | 7.9 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 fig. 9 mette in evidenza il diagramma della "Storia sismica dei terremoti della Città di Palazzo San Gervasio", con intensità epicentrale $I_s \geq 1$ e le località vicine entro 10 km.

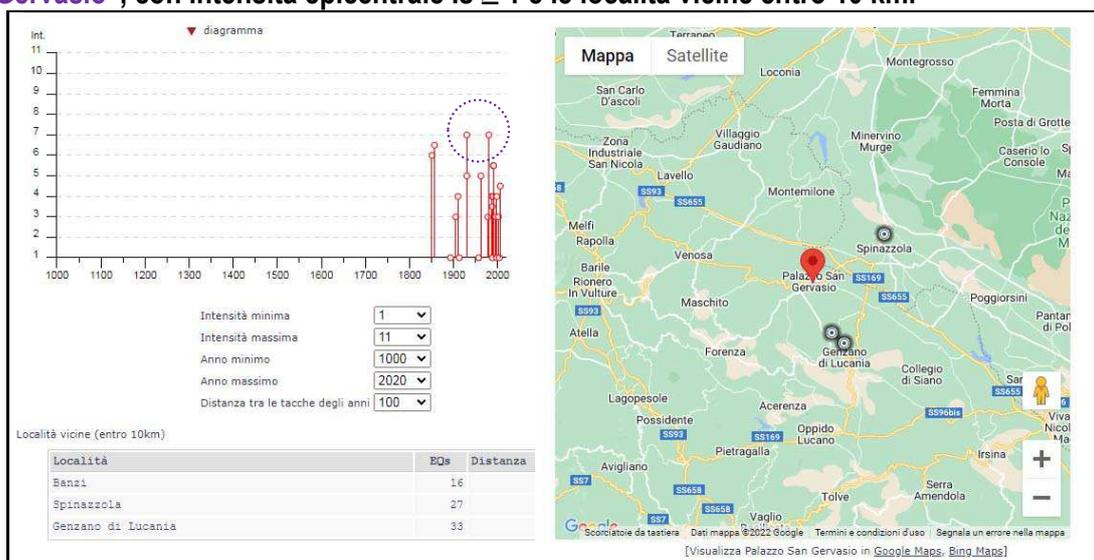


Fig. 9 - Diagramma della storia sismica dei terremoti di Palazzo San Gervasio con intensità >1 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBM115/>) e località vicine entro 10 km.



La seguente tabella evidenzia la **storia sismica** del Comune di **Palazzo San Gervasio**, più vicino all'impianto eolico di Piano Madama Giulia proposto.

| Palazzo San Gervasio | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PlaceID | IT_63179 | | | | | | | | |
| Coordinate (lat, lon) | 40.930, 15.986 | | | | | | | | |
| Comune (ISTAT 2015) | Palazzo San Gervasio | | | | | | | | |
| Provincia | Potenza | | | | | | | | |
| Regione | Basilicata | | | | | | | | |
| Numero di eventi riportati | 24 | | | | | | | | |

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|-------------------------|------|------------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io Mw |
| 6 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 6.52 |
| 6-7 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 7.12 |
| NF | 1893 | 08 | 10 | 20 | 52 | | Gargano | 69 | 8 5.39 |
| 3 | 1905 | 09 | 08 | 01 | 43 | | Calabria centrale | 895 | 10-11 6.95 |
| 4 | 1910 | 06 | 07 | 02 | 04 | | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 5.76 |
| NF | 1913 | 06 | 28 | 08 | 53 | 0 | Calabria settentrionale | 151 | 8 5.64 |
| 7 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 6.67 |
| 5 | 1930 | 11 | 06 | 21 | 56 | | Alta Murgia | 16 | 5 4.41 |
| NF | 1957 | 05 | 03 | 03 | 29 | 3 | Potentino | 36 | 5 4.09 |
| 5 | 1962 | 08 | 21 | 18 | 19 | | Irpinia | 562 | 9 6.15 |
| 3 | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 4.75 |
| 7 | 1980 | 11 | 23 | 18 | 34 | 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 6.81 |
| 4 | 1987 | 01 | 28 | 05 | 33 | 2 | Potentino | 62 | 5 4.54 |
| 3-4 | 1988 | 01 | 08 | 13 | 05 | 4 | Pollino | 169 | 7 4.70 |
| NF | 1988 | 04 | 26 | 00 | 53 | 4 | Adriatico centrale | 78 | 5.36 |
| 5-6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | 5.77 |
| 4 | 1990 | 08 | 28 | 19 | 02 | 5 | Potentino | 84 | 4.21 |
| 5-6 | 1991 | 05 | 26 | 12 | 25 | 5 | Potentino | 597 | 7 5.08 |
| 3 | 1996 | 04 | 03 | 13 | 04 | 3 | Irpinia | 557 | 6 4.90 |
| 4 | 1998 | 04 | 07 | 21 | 36 | 5 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 4.31 |
| NF | 1998 | 04 | 26 | 05 | 38 | 0 | Potentino | 67 | 4-5 3.76 |
| 3 | 2002 | 04 | 18 | 20 | 56 | 4 | Appennino lucano | 164 | 5 4.34 |
| NF | 2004 | 02 | 24 | 05 | 21 | 2 | Appennino lucano | 140 | 5 4.21 |
| 4-5 | 2006 | 05 | 29 | 02 | 20 | 0 | Gargano | 384 | 4.64 |

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 alla stima dei parametri di risposta sismica di base come da allegato fuori testo (PMGDT_GENR03200_01 <Allegato 01 – Caratteri geosismici>).

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 fig. 10 estrapolata dalle mappe di inquadramento pubblicate sul web.....PGRA_DAM (Piano Gestione Rischio Alluvioni Distretto Idrografico Appennino Meridionale).

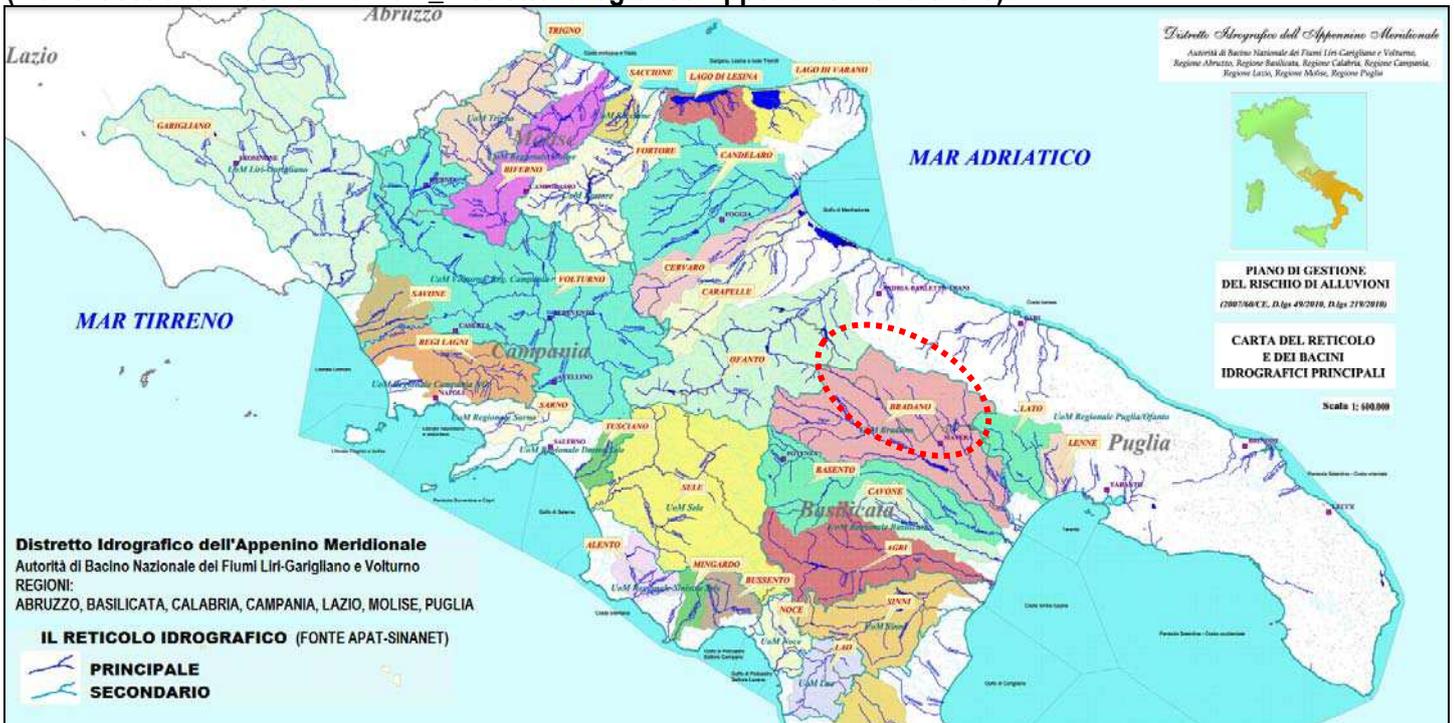


Fig. 10 - Stralcio ingrandimento della "Carta del reticolo e dei bacini idrografici principali" (Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale – Autorità di Bacino Nazionale.....).

5.1. Idrografia

Nell'area esaminata la rete idrografica anche se poco "supportata" da afflussi idrici perenni è comunque abbastanza ben sviluppata. Il corso d'acqua principale (compreso nell'aria in oggetto fra Oppido Lucano a ovest e la confluenza con il T. Basentello ad est) è il Fiume Bradano, con regime paleosamente torrentizio, dovuto sia alla carenza di contributi estivi, sia alla scarsa presenza di sorgenti. In questa porzione del territorio il Bradano si sviluppa piuttosto regolarmente, talvolta anche con alveo ben inciso, ampio e aperto, interposto tra versanti dolcemente inclinati. Nel fiume confluiscono numerosi fossi, valloni e torrenti, tra i quali il T. Basentello è il tributario di maggiore rilevanza idraulica (fig. 11).

Il Basentello ha un bacino di circa 425 km², la quota massima è di 679 m s.l.m., quella minima di 132 m s.l.m. alla confluenza con il con il Bradano. A nord dello sbarramento di Torre del Corvo, a quota 275 m s.l.m., a circa 26 km dall'origine, il torrente "raccolge" le acque del Canale Roviniero.

In quest'area il bacino non è interessato da fenomeni di dissesto d'interesse, fatta eccezione per il Canale Roviniero, interessato da erosioni diffuse. A sud dell'invaso e fino alla confluenza con il Bradano, il bacino è impostato su terreni a scarsa erodibilità.

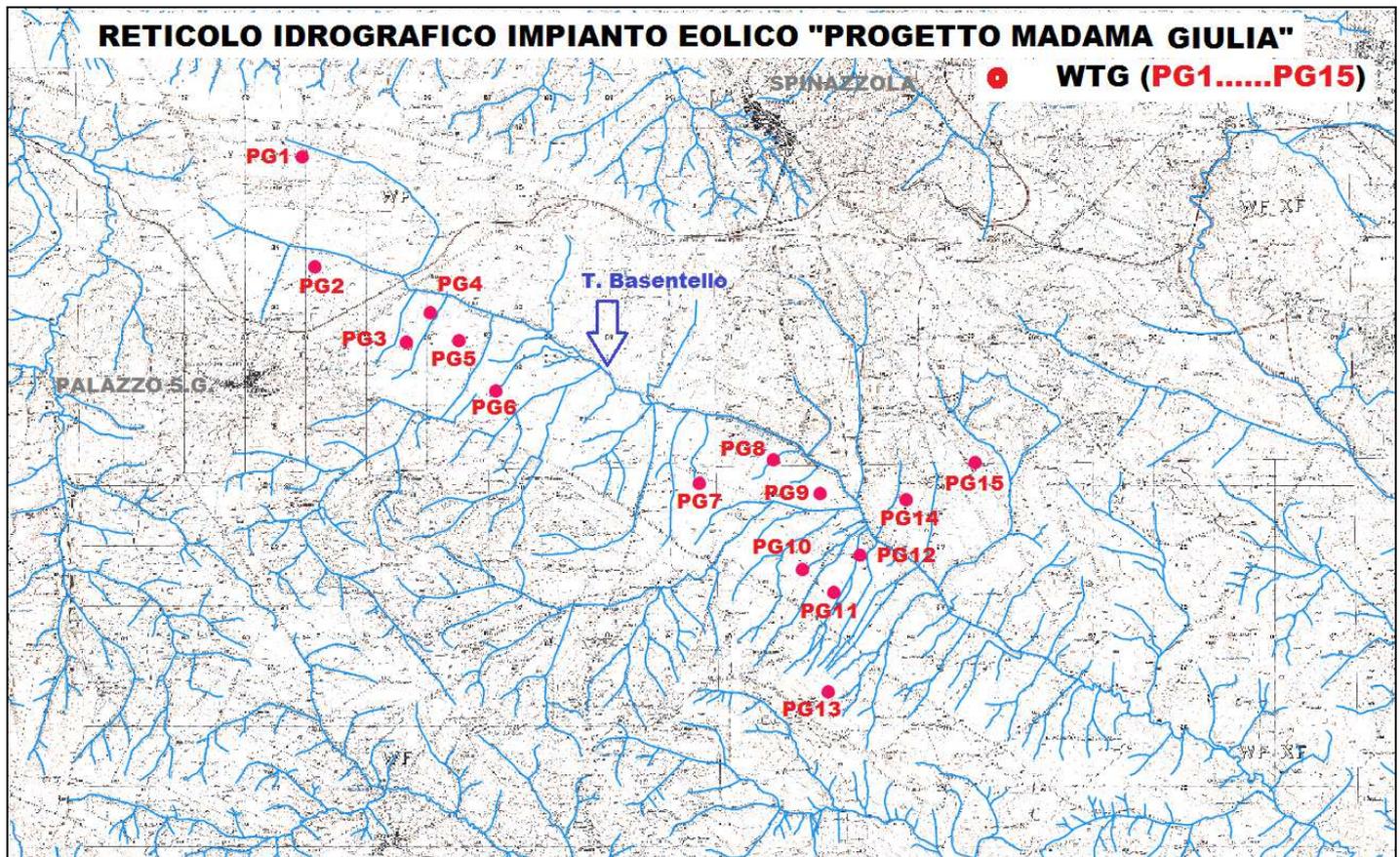


Fig. 11 – Reticolo idrografico impianto eolico Piano Madama Giulia [stralcio/ingrandimento I.G.M. scala 1:50.000 (su base al 25.000)].

5.2. Acque sotterranee e sorgenti

Con specifico riferimento al **luogo** in esame (Bacino del T. Basentello), parte integrante dell'ampio bacino idrografico dell'alta valle del F. Bradano (Fossa bradanica/Fossa premurgiana), i **dati** a disposizione indicano che i terreni clastici di quest'area sono in sostanza **privi di falde acquifere profonde**, poiché immediatamente al di sotto gli strati **permeabili** di **conglomerati** $Q_{c_{CG}}$ e di **sabbie** Q_{c_s} **di spessore contenuto**, sono, a modesta profondità, presenti le **argille impermeabili**. Dimodoché le **falde idriche** riscontrabili sono del tutto **superficiali**, come comprovato da diversi sondaggi effettuati in zona, che si sono "attestati" nelle argille grigio-azzurre impermeabili Q_a riscontrate a profondità mediamente compresa tra 12 e 13 m dal piano campagna.

L'**acquifero** ha generalmente sede nelle **sabbie calcareo-quarzose** a grana media e fine, solitamente molto cementate, talora, in "apprezzabili" spessori di livelli di **sabbie argillose** con sottili lenti **ghiaiose**. La frazione argillosa, presente anche in forti concentrazioni, è normalmente molto consistente/dura.

La persistente **presenza** del substrato argilloso impermeabile, a breve profondità dal p.c., la ricorrente **variabilità** dello spessore e/o della **discontinuità** dello stesso, determina l'origine di falde acquifere da ritenersi, **periodiche**, quantitativamente **effimere**, solo localmente utilizzabili per gli usi irrigui e/o domestici. Di conseguenza i **pozzi** manifestano portate comunemente modeste (~3÷30 litri/min) derivanti dall'unica **falda** acquifera che si viene a formare, appunto, quasi esclusivamente nelle suddette sabbie più o meno argillose e nei conglomerati.

A tal riguardo i **sondaggi geotecnici progressivi** A16 e A22, eseguiti nelle vicinanze delle progettate torri PG11 e PG12 (fig. 3, pag. 7) hanno rilevato, sotto il terreno di copertura vegetale, la presenza:

- ✓ in corrispondenza della **torre A16** ► limo ghiaioso sabbioso argilloso (per i primi 5 m circa), poi da alternanza irregolare di strati metrici di sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato, fino a circa 11 m, dopo da depositi limoso-argillosi, fino a 15 m circa e, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m);



✓ in corrispondenza della **torre A22** ► sabbia con limo, per i primi 5 m circa, limo con sabbia argillosa giallastro, fino a circa 18 m, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio-verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m). Oltre la **profondità di 30 m**, i depositi di argilla con limo grigio-azzurra riscontrati presentano **spessore considerevole** e costituiscono il **letto delle "precarie" falde acquifere sotterranee** della zona in esame.

Questa successione di terreni **mediamente permeabili, talora moderatamente permeabili**, poggia alla profondità di circa 11,00 m (Sondaggio A16) e a -17,50 m (Sondaggio A22) su terreni che possono essere definiti **praticamente impermeabili** costituiti da: **limo argilloso, debolmente sabbioso.../ limo con argilla debolmente sabbiosa.../ Limo con argilla grigio-azzurrognoli.**

Riguardo alle condizioni **idriche** del sottosuolo, relativo **ai due siti indagati precedentemente (A16 e A22)**, le letture del **livello statico della falda**, misurate in questo periodo (tramite freatimetro) nei tubi piezometrici installati, sono riportate nella seguente tabella.

| Monitoraggio falda impianto eolico BANZI-PZ Sondaggio/Piezometro a tubo aperto (lunghezza 30 m) | Misura a fine sondaggio Profondità (m) | 1 ^a misura utile 31/10/2022 Profondità (m) | 2 ^a misura utile 19/11/2022 Profondità (m) | 3 ^a misura utile 03/12/2022 Profondità (m) |
|---|--|---|---|---|
| Torre A16 '22 | (6,20) ⇒ 27/10/22 | (6,30) | (6,30) | (6,40) |
| Torre A22 '22 | (11,90) ⇒ 28/10/22 | (11,95) | (11,45) | (11,00) |

Le **sorgenti** nell'area bradanica in oggetto, poco numerose e piuttosto "povere" d'acqua, si vengono a determinare più frequentemente al contatto tra il basamento **argilloso** e le sovrastanti formazioni clastiche conglomeratico-sabbiose.

5.3. **Idrogeomorfologia. Pericolosità/rischio geomorfologico e idraulico**

La **morfologia** della zona è sostanzialmente contrassegnata da forme "dolci" delle formazioni più o meno plastiche afferenti l'ampio bacino bradanico. Solo in corrispondenza dei calcari affioranti al **margine** del settore settentrionale dell'area (Murge), si evidenziano sagome aspre. Infatti, dall'altopiano delle **Murge**, procedendo verso SE, si passa alle formazioni dell'estesa **depressione bradanica**, tramite l'evidente "scoscendimento" più o meno ripido con andamento appenninico (che rappresenterebbe l'antica/alta costa del mare calabriano), formatosi in corrispondenza del gradino della <faglia della valle bradanica> che limita a SSO il blocco calcareo delle murge.

In merito all'**acclività** dei versanti, questo settore della fossa bradanica è contrassegnato (in relazione alla natura e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali ivi presenti) da zone, dove la **pendenza** è più o meno marcata, in presenza di conglomerati 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.....). In particolare, i fenomeni franosi più diffusi sono del tipo **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**. Difatti, nel settore centro-orientale del bacino, dove sono presenti prevalentemente successioni argillose plio-pleistoceniche, sono molto diffuse le forme calanchive, i movimenti franosi del tipo colamento lento e movimenti gravitativi superficiali del tipo creep. Laddove sono presenti anche depositi sabbiosi e conglomeratici, frequenti sono le frane del tipo scivolamento rotazionale e le frane complesse del tipo scivolamento rotazionale – colamento. In corrispondenza dei versanti incisi in sabbie e/o conglomerati cementati sono state riscontrate anche frane del tipo crollo.

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

- ✓ **dodici** torri eoliche (PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14) andranno a interessare sedimenti costituiti da **conglomerati poligenici** (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), **sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare**, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose ⇒ **...I... del PLEISTOCENE.**



una torre (PG1) riguarderà depositi di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico di “conglomerati poligenici” con ciottoli anche di rocce cristalline e con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose ed argillose ⇒ Q_{cg}^c del SICILIANO (?) CALABRIANO.

- ✓ una torre (PG15) riguarderà depositi, riferibili alla formazione delle <SABBIE DI MONTE MARANO>, sedimenti di “sabbie calcareo-quarzose di colore giallastro” a volte con livelli arenacei intercalazioni di calcare farinoso lenti conglomeratiche e livelli fossiliferi ⇒ Q_s^c del CALABRIANO.
- ✓ una torre (PG13) spetterà formazione delle <ARGILLE DI GRAVINA> depositi di “argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre”, talora con gesso e frustoli carboniosi ⇒ Q_a^c del CALABRIANO.

L'orografia dei luoghi evidenzia che la maggior parte le torri andranno a interessare aree sub-pianeggianti e/o praticamente pianeggianti, dove affiorano i suddetti sedimenti lacustri e fluvio-lacustri di conglomerati poligenici, sabbie, argille più o meno sabbiose, riguardanti il bacino del T. Basentello.

Solo alcune torri (PG1, PG15 e PG13) saranno realizzate lungo versanti debolmente inclinati, nelle fasce di “raccordo” prospicienti la piana del torrente, dove affiorano sedimenti riferibili, rispettivamente, ai conglomerati Q_{cg}^c , alle sabbie Q_s^c e alle argille grigio-azzurre impermeabili Q_a^c .

Le quote minime e massime sono dell'ordine di ~365 m (torre PG9) e ~447 m (torre PG13) e le aree interessate non presentano problemi d'instabilità dei terreni dovuti a movimenti franosi e/o ad altre condizioni di precarietà geomorfologica associate.

A tal riguardo, la consultazione del “PAI Frane 2016 – Tipologie di rischio”, divulgata dall'A_dB Distrettuale Appennino Meridionale – Ex A_dB Basilicata, indica che i siti riguardanti le torri eoliche proposte non sono inclusi nelle aree perimetrate a rischio geomorfologico (figg. 12.....26 - WGS Latitudine/longitudine espresse in gradi decimali).

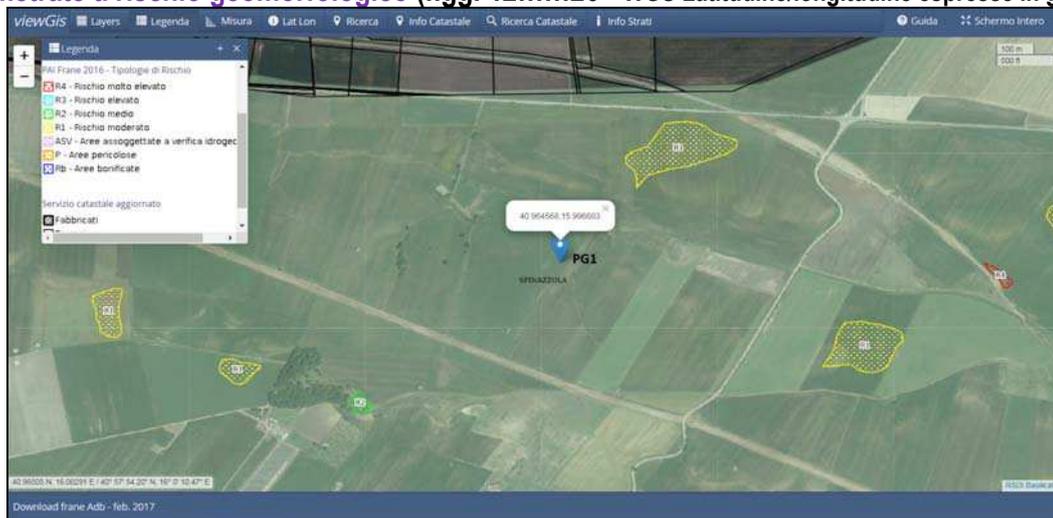


Fig. 12 – PAI Frane 2016 Ex A_dB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG1.

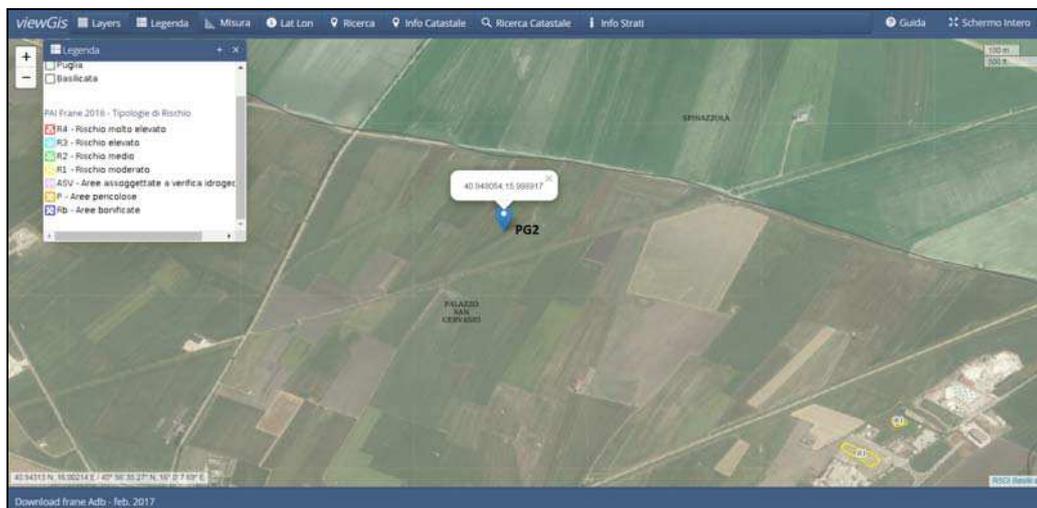


Fig. 13 – PAI Frane 2016 Ex A_dB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG2.

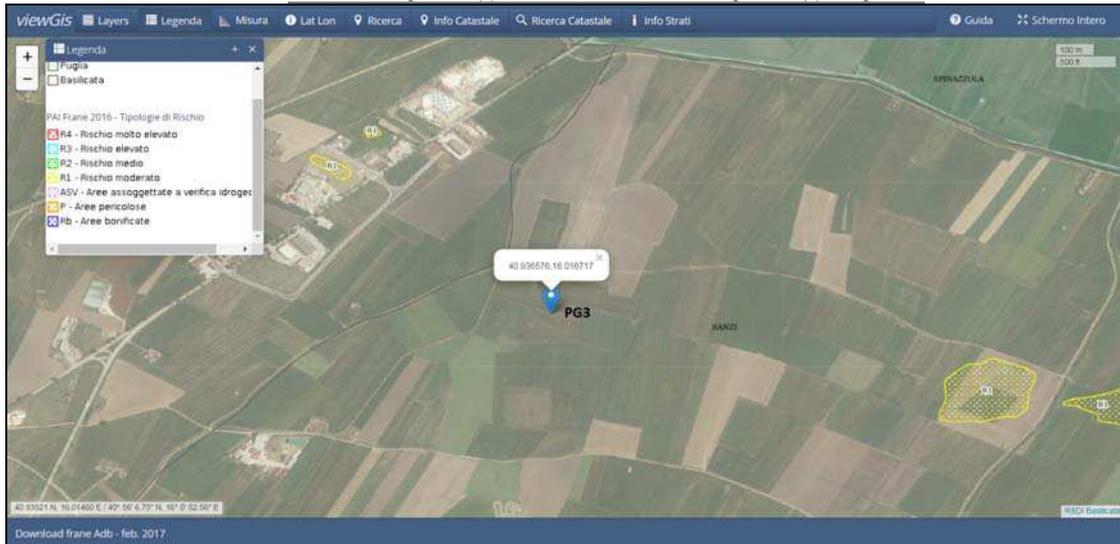


Fig. 14 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG3.

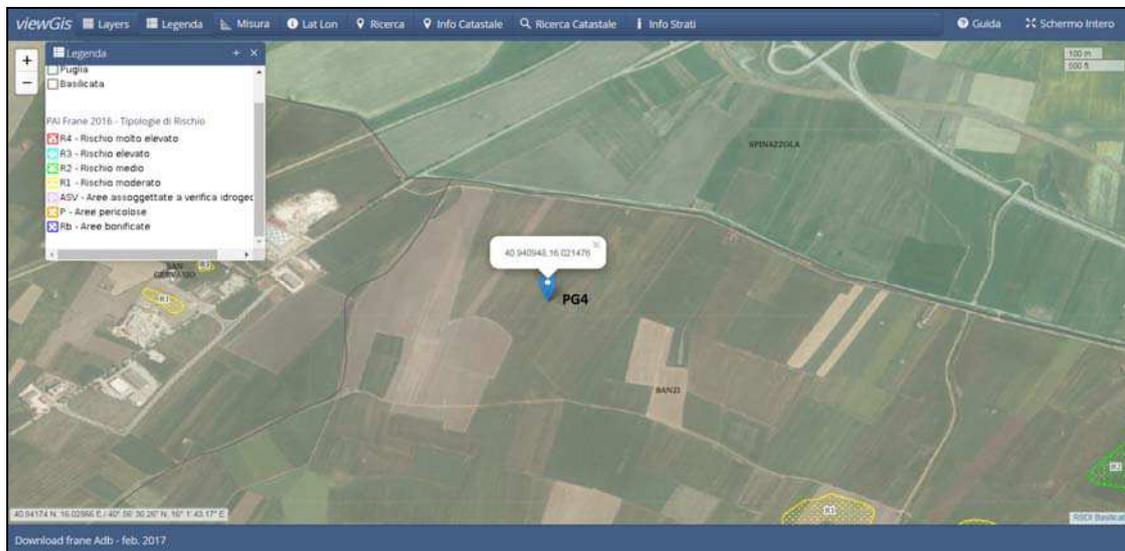


Fig. 15 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG4.

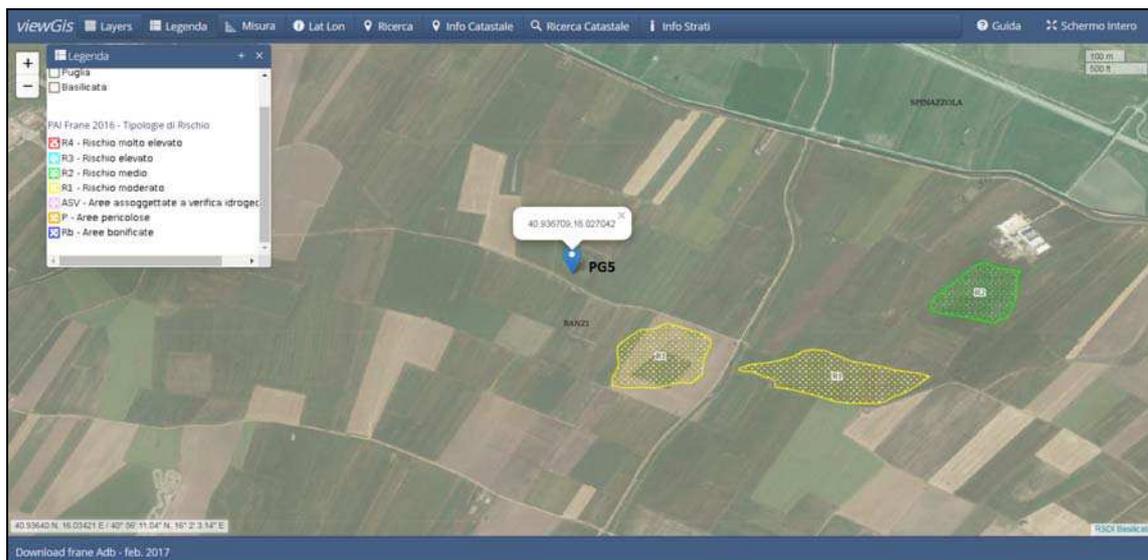


Fig. 16 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG5.

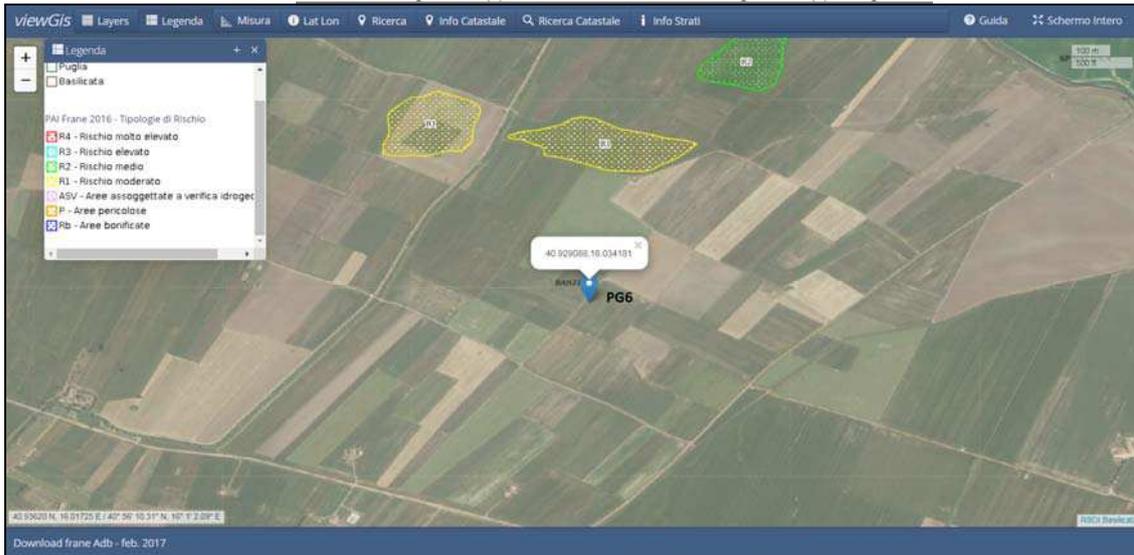


Fig. 17 – PAI Frane 2016 Ex A_B Basilicata – Tipologie di rischio torre PG6.

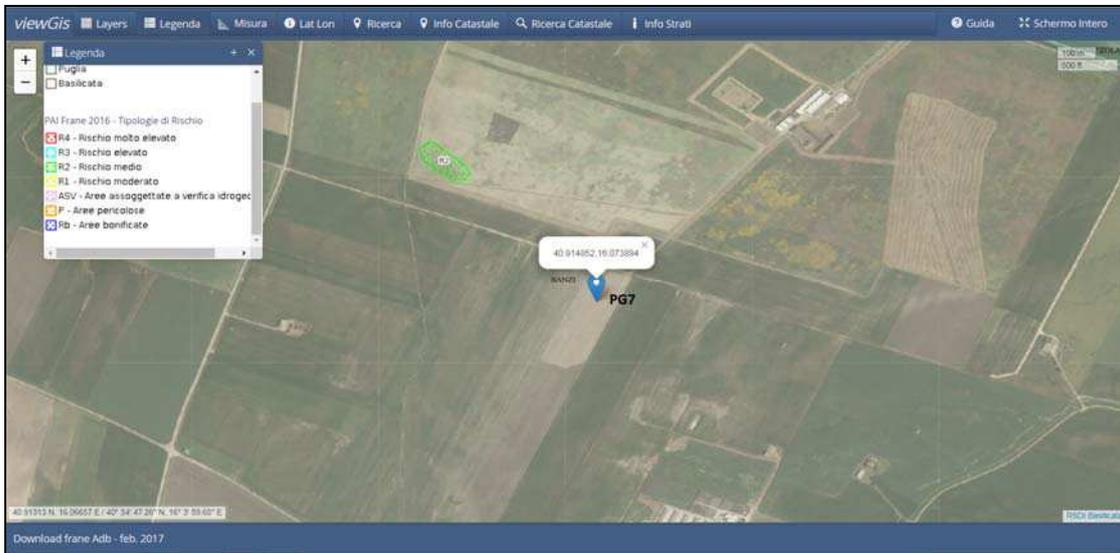


Fig. 18 – PAI Frane 2016 Ex A_B Basilicata – Tipologie di rischio torre PG7.

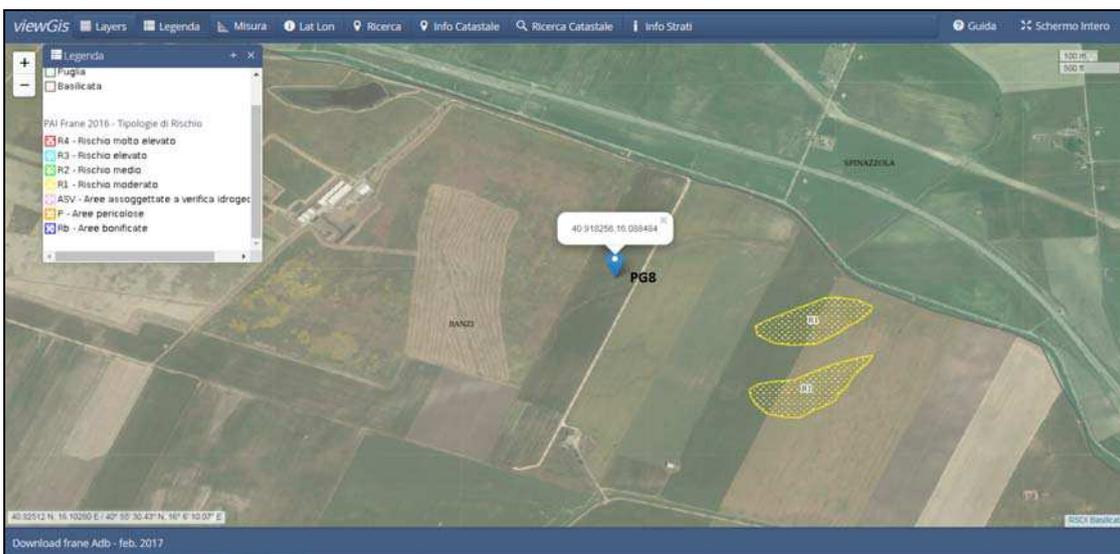


Fig. 19 – PAI Frane 2016 Ex A_B Basilicata – Tipologie di rischio torre PG8.

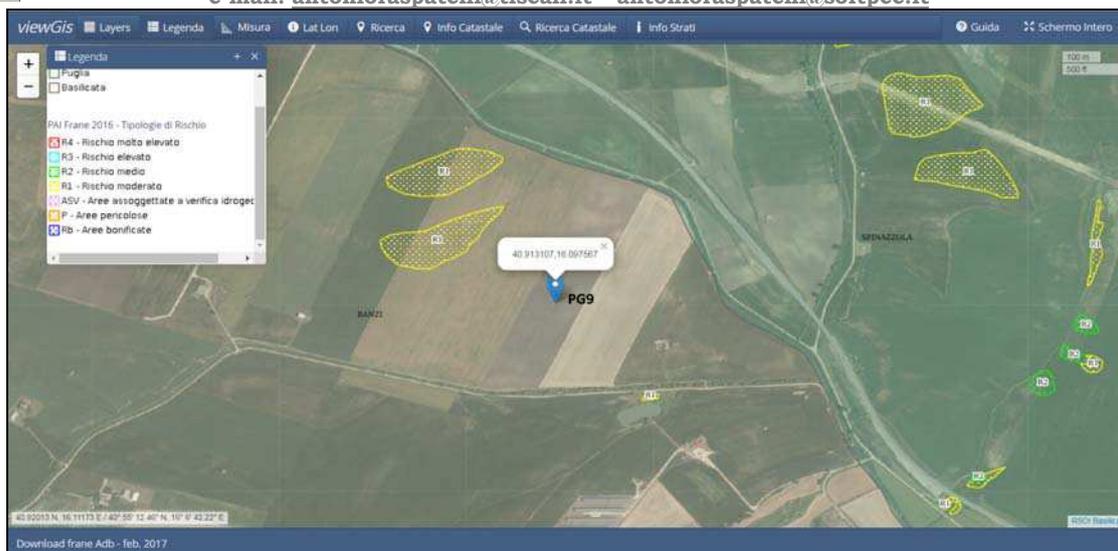


Fig. 20 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG9.

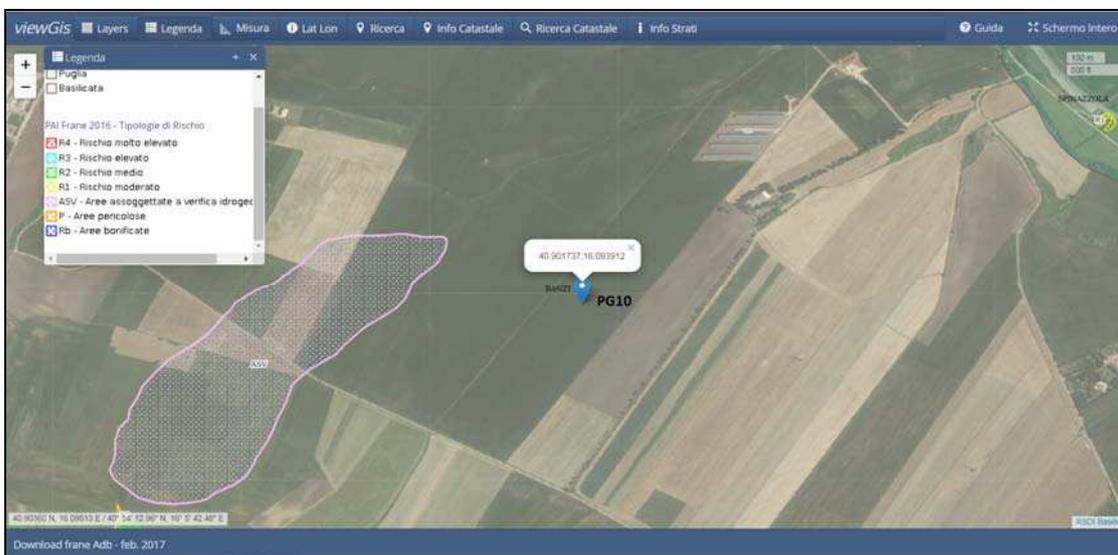


Fig. 21 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG10.

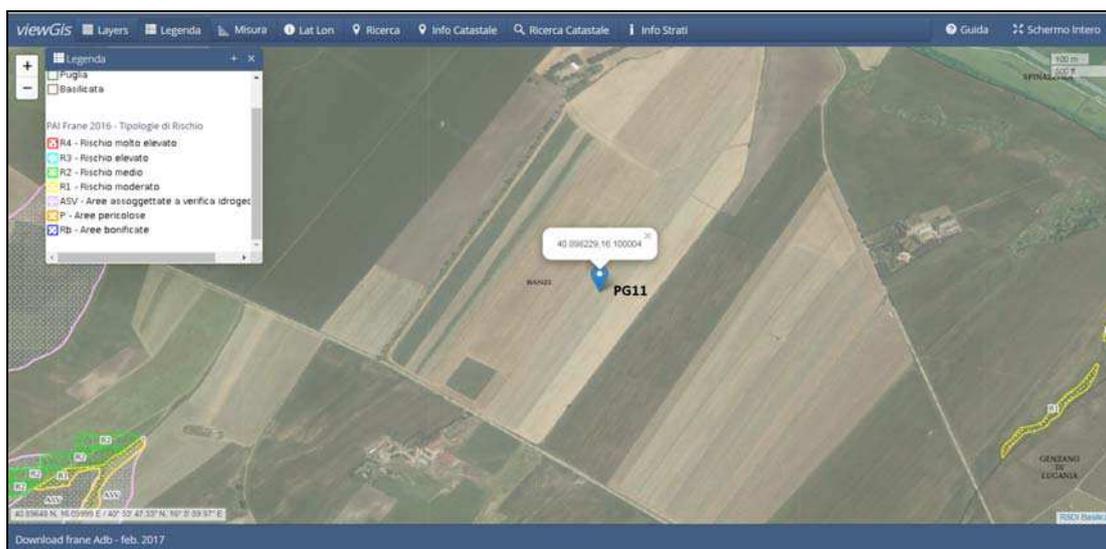


Fig. 22 – PAI Frane 2016 Ex AaB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG11.

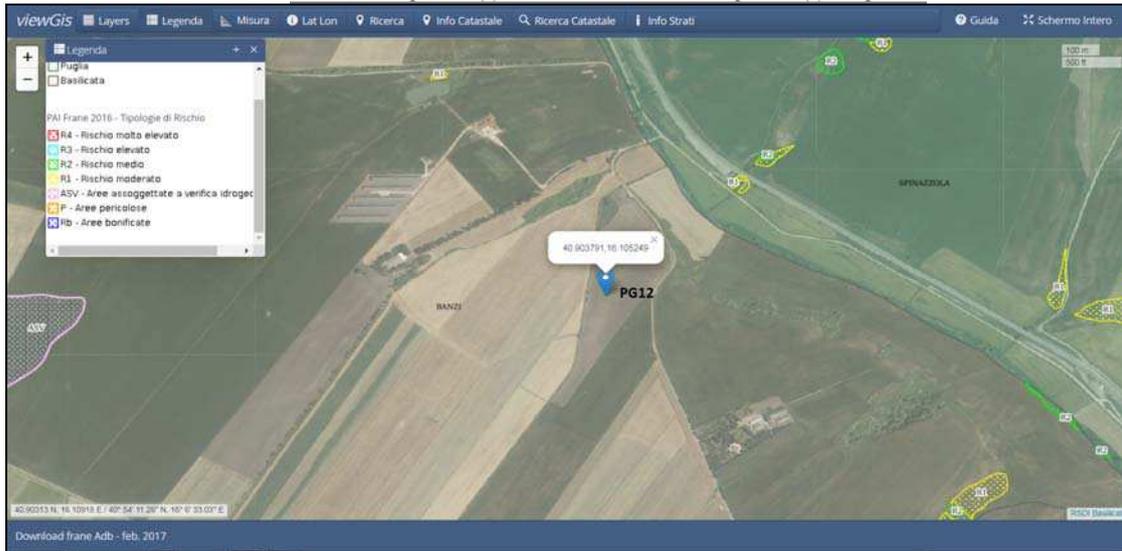


Fig. 23 – PAI Frane 2016 Ex A_bB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG12.

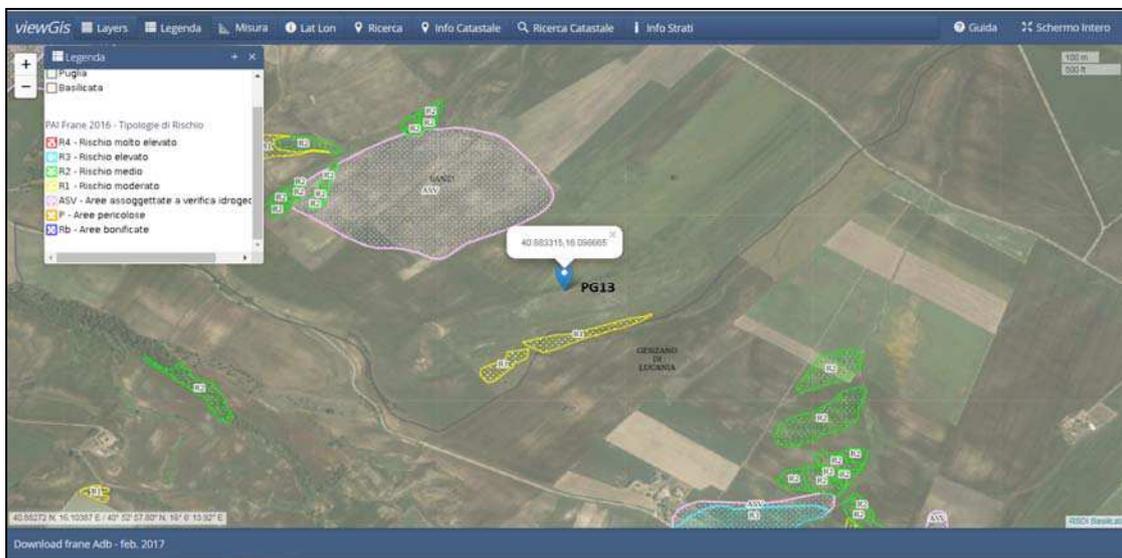


Fig. 24 – PAI Frane 2016 Ex A_bB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG13.

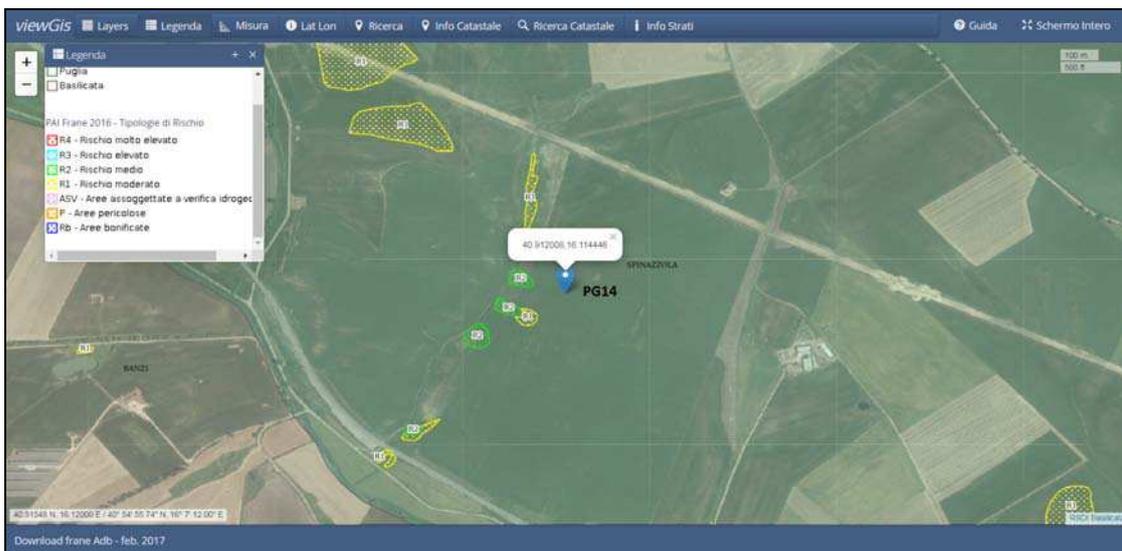


Fig. 25 – PAI Frane 2016 Ex A_bB Basilicata – Tipologie di rischio torre PG14.

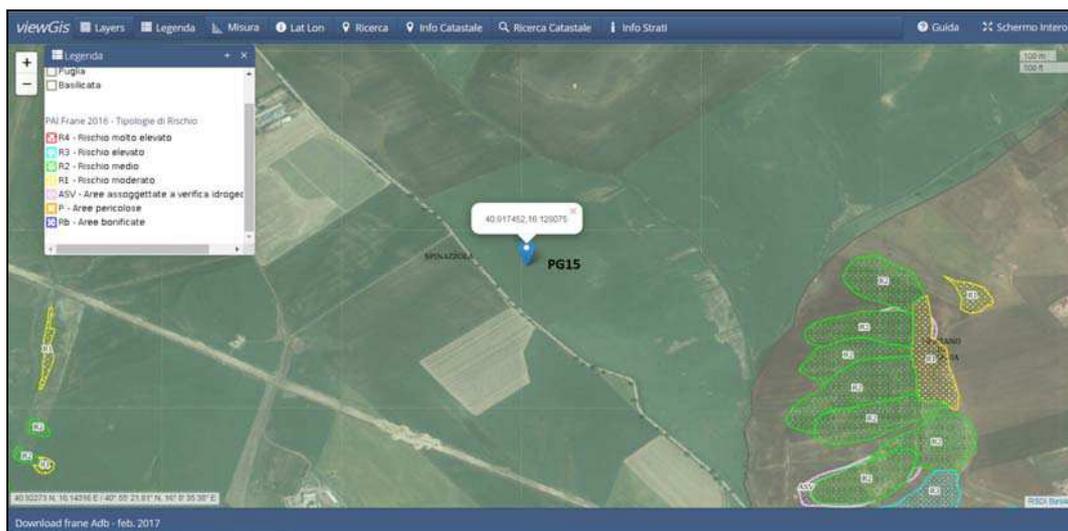


Fig. 26 – PAI Frane 2016 Ex A₀B Basilicata – Tipologie di rischio torre PG15.

Inoltre, 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 PG1...PG15 dell’impianto Piano Madama Giulia, sono alquanto distanti da corsi d’acqua di “apprezzabile” rilevanza fluviale.

Come descritto prima la rete idrografica, anche se poco “supportata” da afflussi idrici perenni, è comunque piuttosto sviluppata. Il corso d’acqua principale è il tratto medio del Bradano (compreso fra Oppido Lucano a ovest e la confluenza con il T. Basentello ad est), con regime palesemente torrentizio, dovuto sia alla carenza di contributi estivi, sia alla scarsa presenza di sorgenti.

In questa porzione del territorio il Fiume Bradano si sviluppa piuttosto regolarmente, talvolta anche con alveo ben inciso, ampio e aperto, interposto tra versanti dolcemente inclinati.

Nel fiume confluiscono numerosi “fossi”, valloni e torrenti, tra i quali il Torrente Basentello, tributario di maggiore rilevanza idraulica del Fiume Bradano, che scorre comunque a notevole distanza.

Nel caso di specie i versanti, pertinenti alle torri eoliche PG1...PG15, sono interessati da “modesti” affluenti, (prevalentemente fossi) sia sinistra, sia in destra idraulica, del T. Basentello e, come si evince dalle seguenti figg. 27.....41, non sono assoggettate a rischio e a pericolosità idraulica (WGS84-Latitudine/longitudine espresse in gradi decimali).

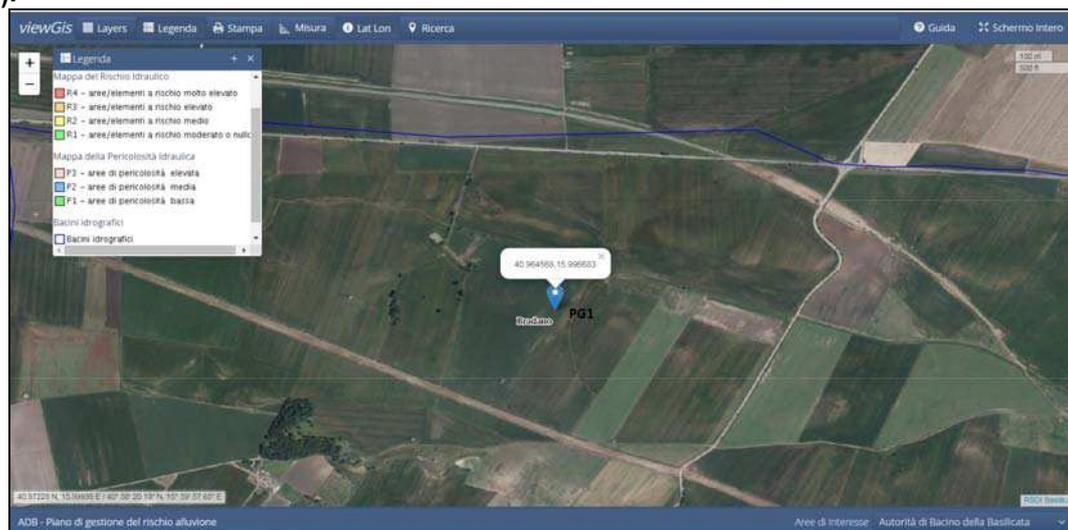


Fig. 27 – PAI Ex A₀B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG1.

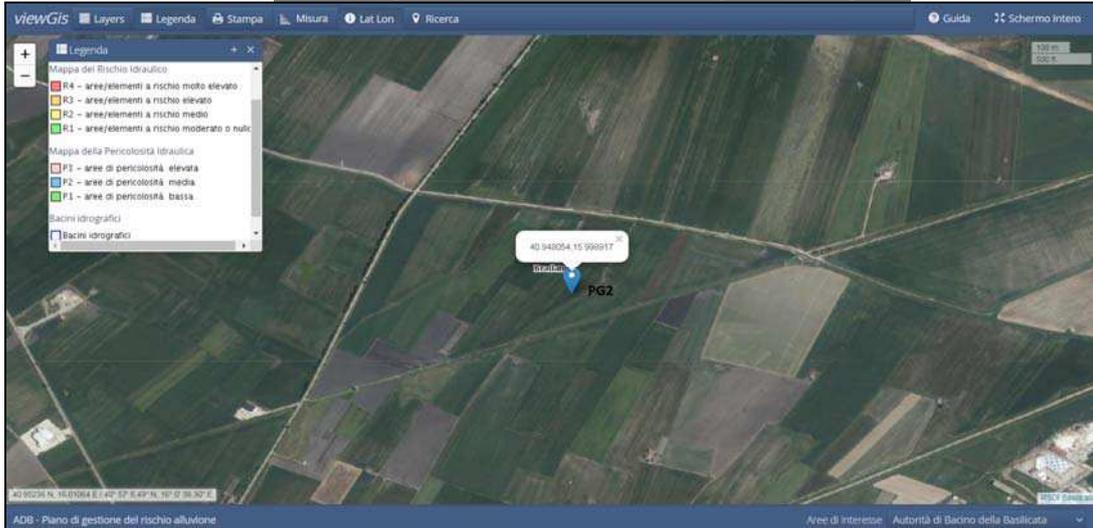


Fig. 28 – PAI Ex A₁B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG2.

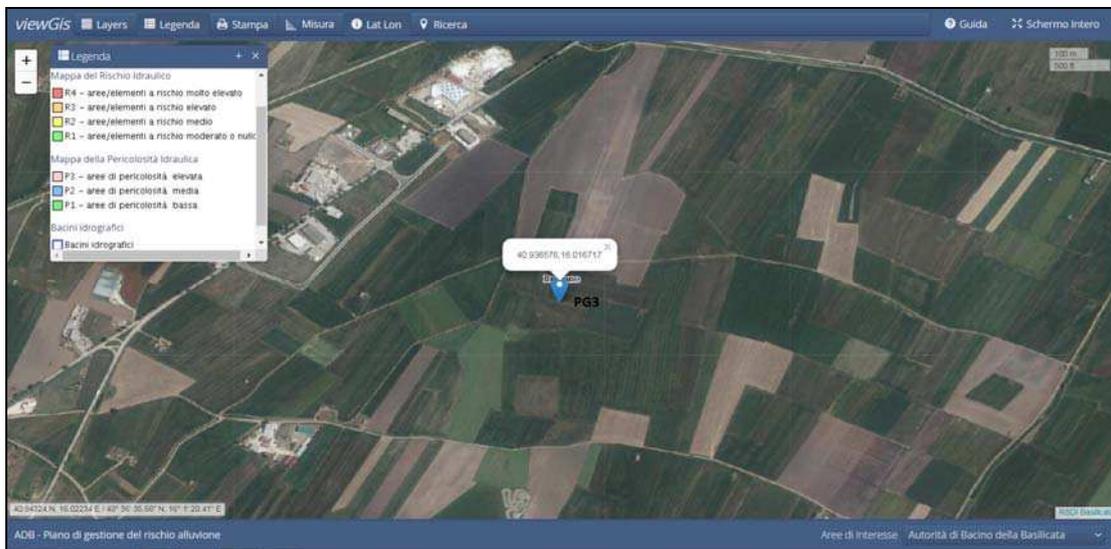


Fig. 29 – PAI Ex A₁B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG3.

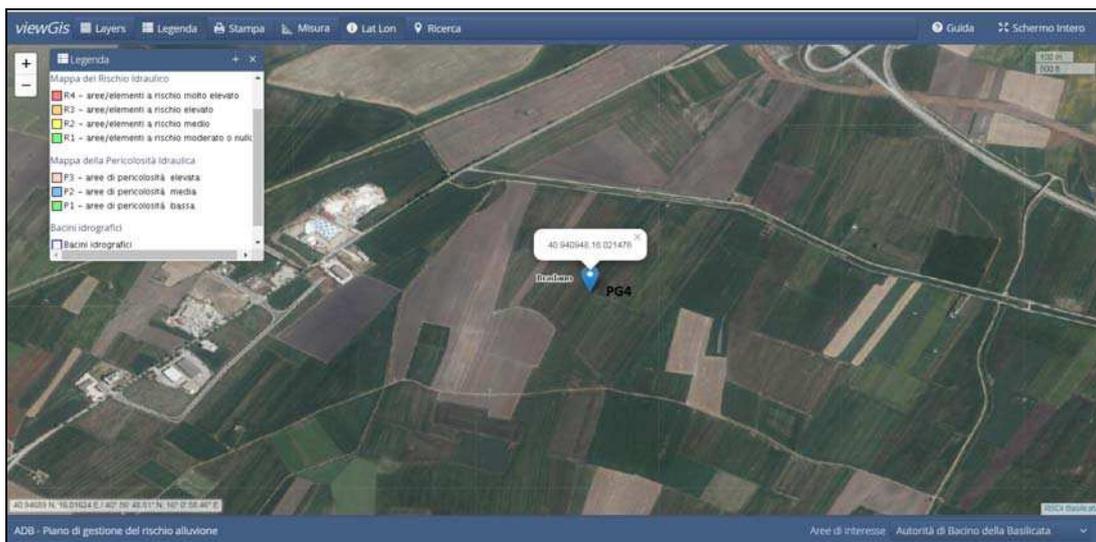


Fig. 30 – PAI Ex A₁B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG4.

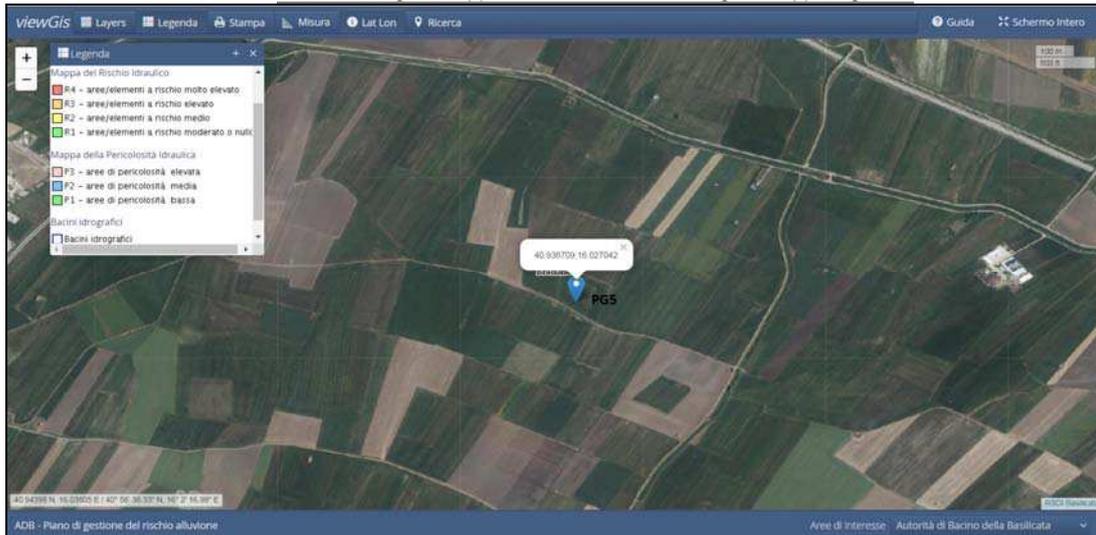


Fig. 31 – PAI Ex A,B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG5.

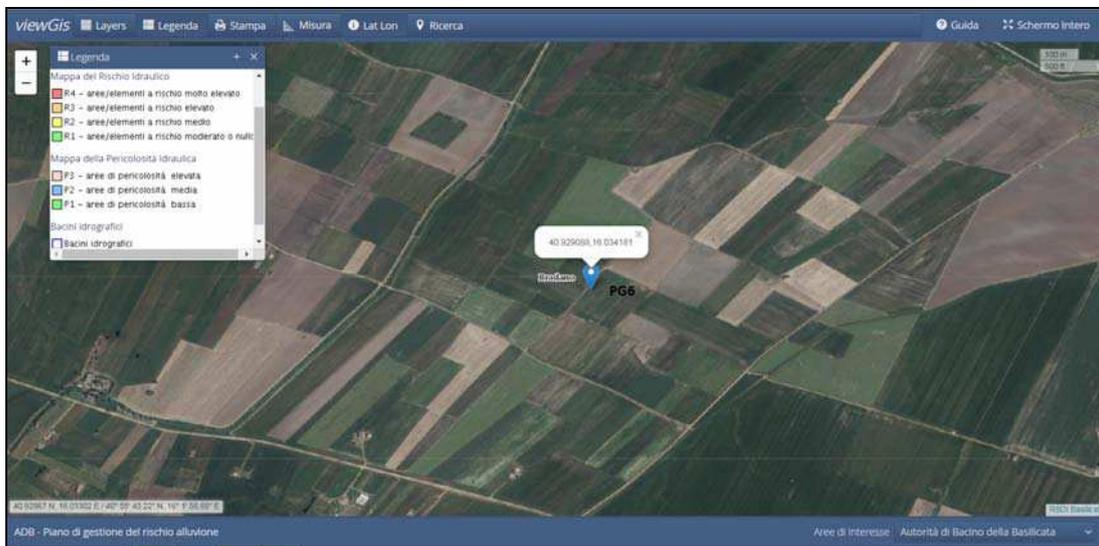


Fig. 32 – PAI Ex A,B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG6.

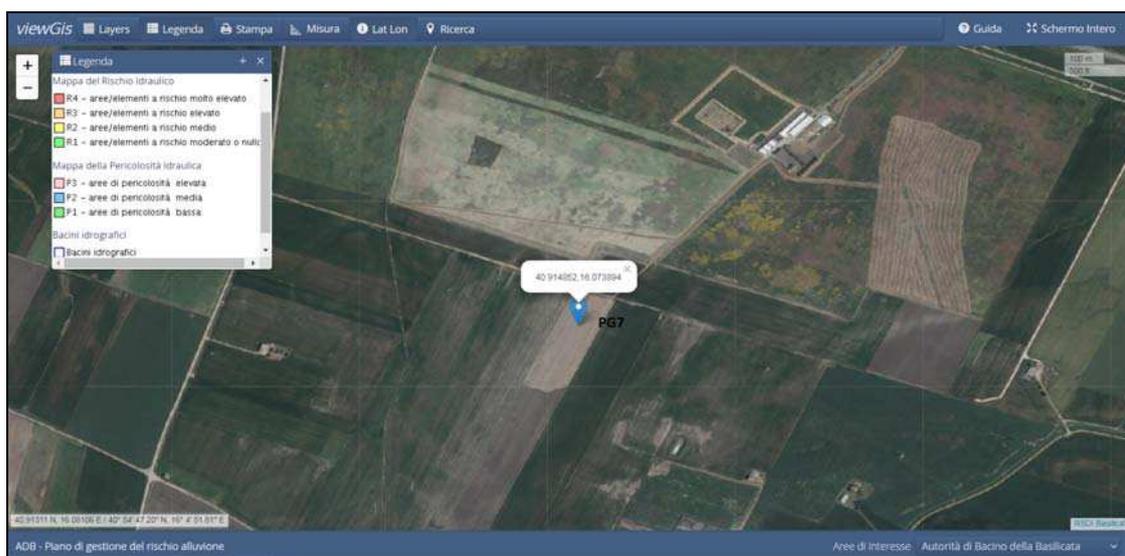


Fig. 33 – PAI Ex A,B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG7.

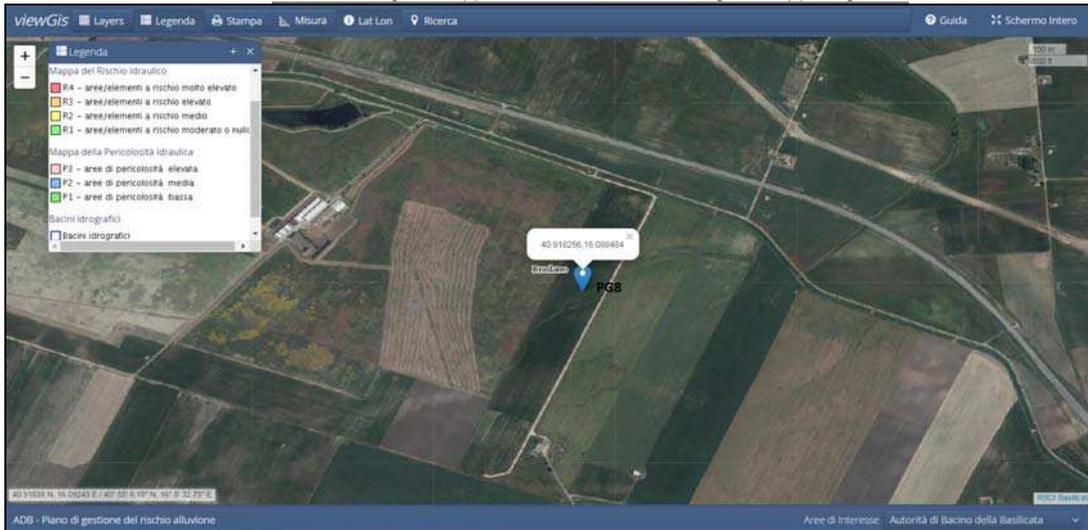


Fig. 34 – PAI Ex A₂B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG8.

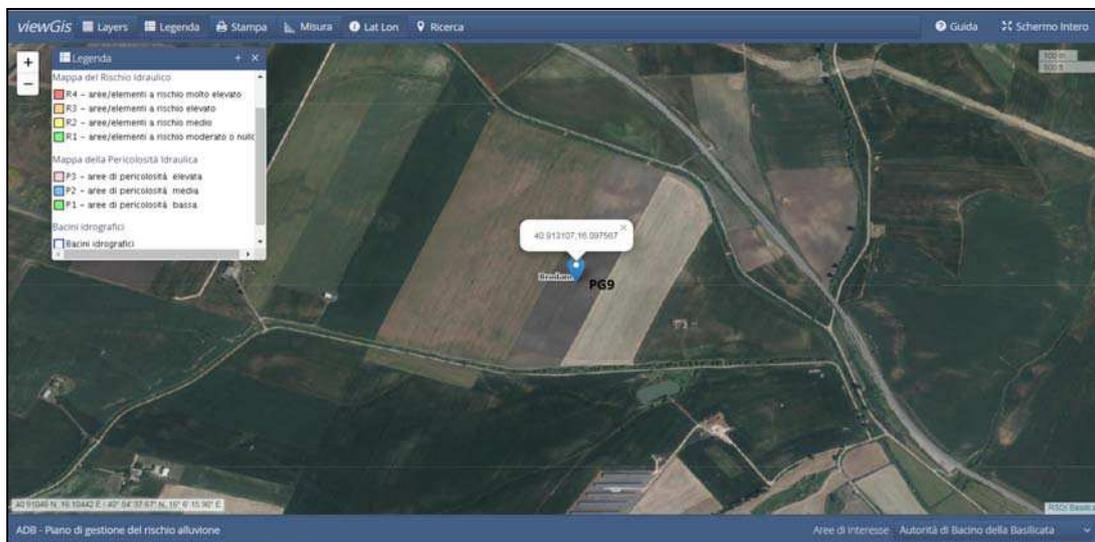


Fig. 35 – PAI Ex A₂B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG9.

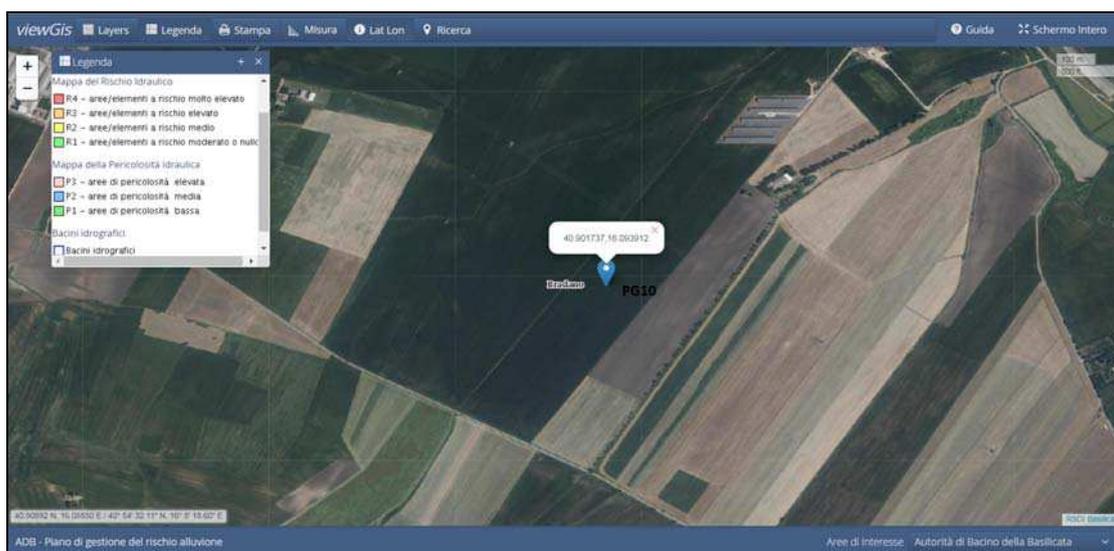


Fig. 36 – PAI Ex A₂B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG10.

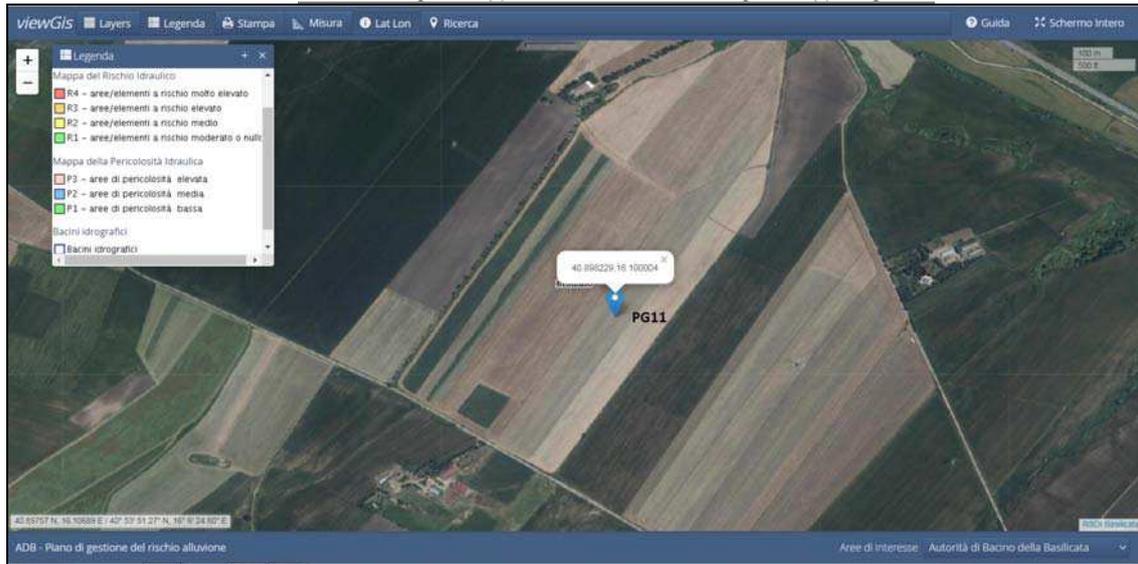


Fig. 37 – PAI Ex A+B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG11.

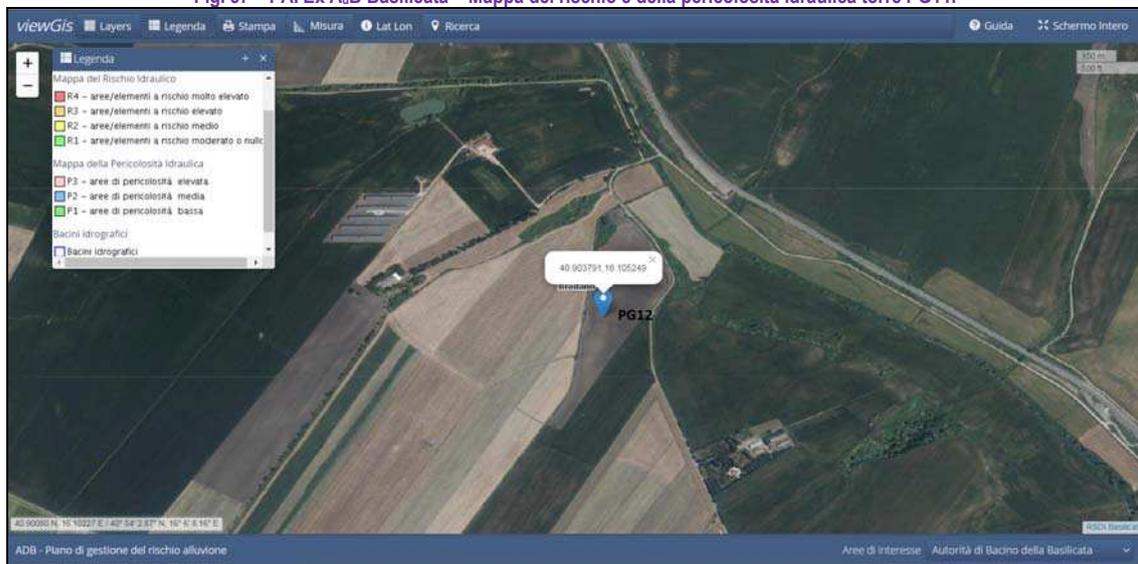


Fig. 38 – PAI Ex A+B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG12.

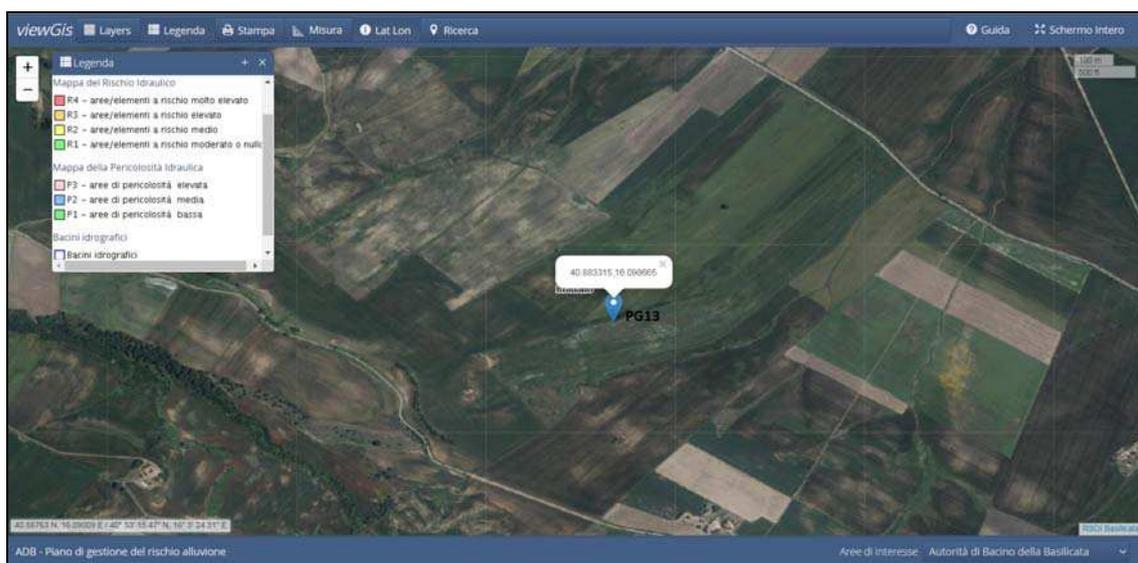


Fig. 39 – PAI Ex A+B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG13.

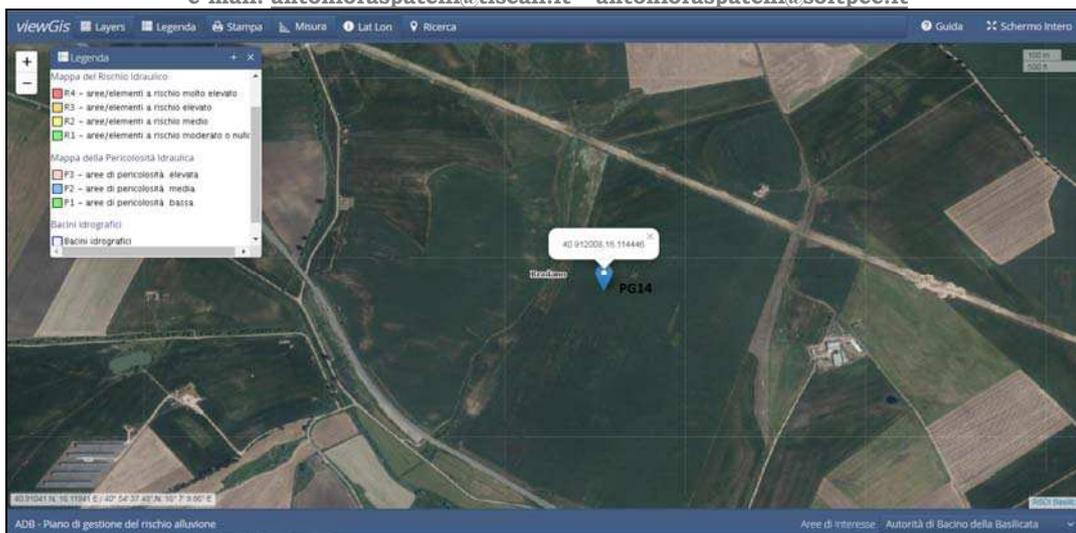


Fig. 40 – PAI Ex A₃B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG14.

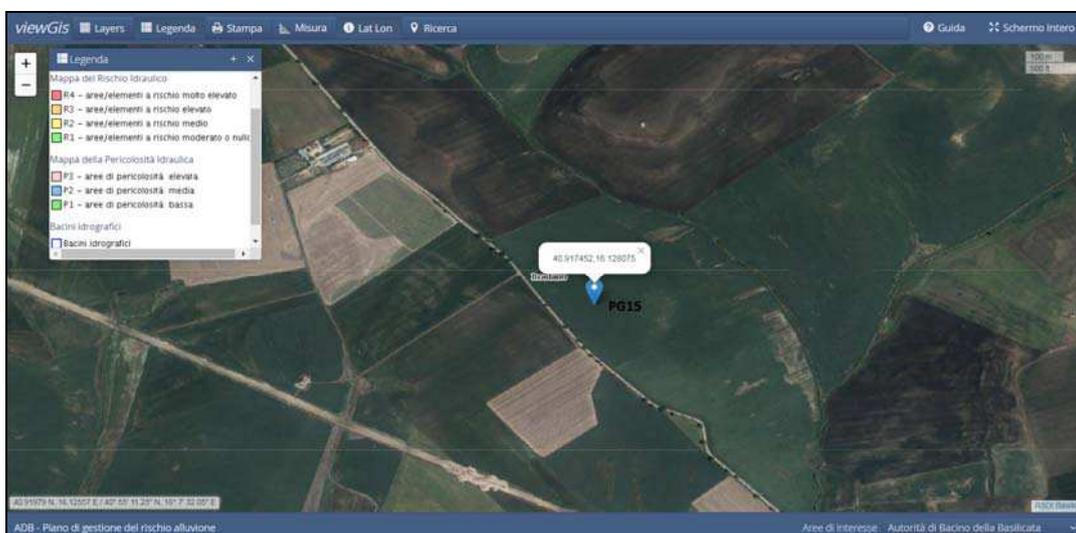


Fig. 41 – PAI Ex A₃B Basilicata – Mappa del rischio e della pericolosità idraulica torre PG15.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE “PREGRESSE” ESEGUITE NELLE VICINANZE E/O IN ZONA UTILIZZATE 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 Madama Giulia”, definendone il profilo stratigrafico e idrogeologico, le **caratteristiche geotecniche e sismiche presumibili**, si è fatto riferimento a indagini geognostiche effettuate precedentemente, che hanno interessato terreni simili, in siti limitrofi (con relative esecuzioni d'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**.

A. Valutazione dati “litotecnici e idrotecnici”, prendendo in considerazione ed esaminando compiutamente i risultati d'indagini geognostiche “precedenti” eseguite nelle vicinanze, prospezioni geomeccaniche, attuate sia in sito, sia in laboratorio, su terreni simili:

✓ sondaggi geotecnic, prove penetrometriche e di laboratorio geotecnico.

B. Valutazione dati “geofisici” prendendo in considerazione ed esaminando compiutamente i risultati d'indagini geosismiche eseguite precedentemente” nelle vicinanze (torre A16 e A22):

✓ Prospezioni sismiche di tipo Masw



C. Valutazione caratteri “litostratigrafici e idrotecnici pozzi per acqua” più vicini desunti dalla consultazione dell'Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984):

✓ ISPRA.1_2006, ISPRA.2_1993, ISPRA.3_1986 e ISPRA.4_1994.

6.1. Valutazione **prospezioni meccaniche pregresse (sondaggi geotecnici A16 e A22)**

Esattamente sono stati considerati i **sondaggi geotecnici** eseguiti in corrispondenza dell'asse delle torri A16 e A22 realizzati per il “PROGETTO ESECUTIVO” IMPIANTO EOLICO IN AGRO DEL COMUNE DI BANZI (PZ), estrapolando con la massima cautela i dati geotecnici definiti in questi siti.

Per ogni torre fu eseguito un **sondaggio geotecnico**, unitamente a prove **penetrometriche** dinamiche SPT in foro, prelievo di **campioni** indisturbati, installazione di **piezometri**, prove geotecniche di **laboratorio** e **prospezioni sismiche** a rifrazione di superficie.

Le indagini commissionate dalla Società **CROSSENERGY SRL Cesena (FC)**, furono eseguite dall'**IND.A.CO. GROUP S.r.l.** di Foggia, programmate e attuate al fine di ottenere i **parametri geotecnici e geosismici** necessari per i calcoli strutturali delle opere progettate. L'**ubicazione** delle anzidette indagini, geomeccaniche e geofisiche di riferimento, è esibita nella seguente fig. 42.

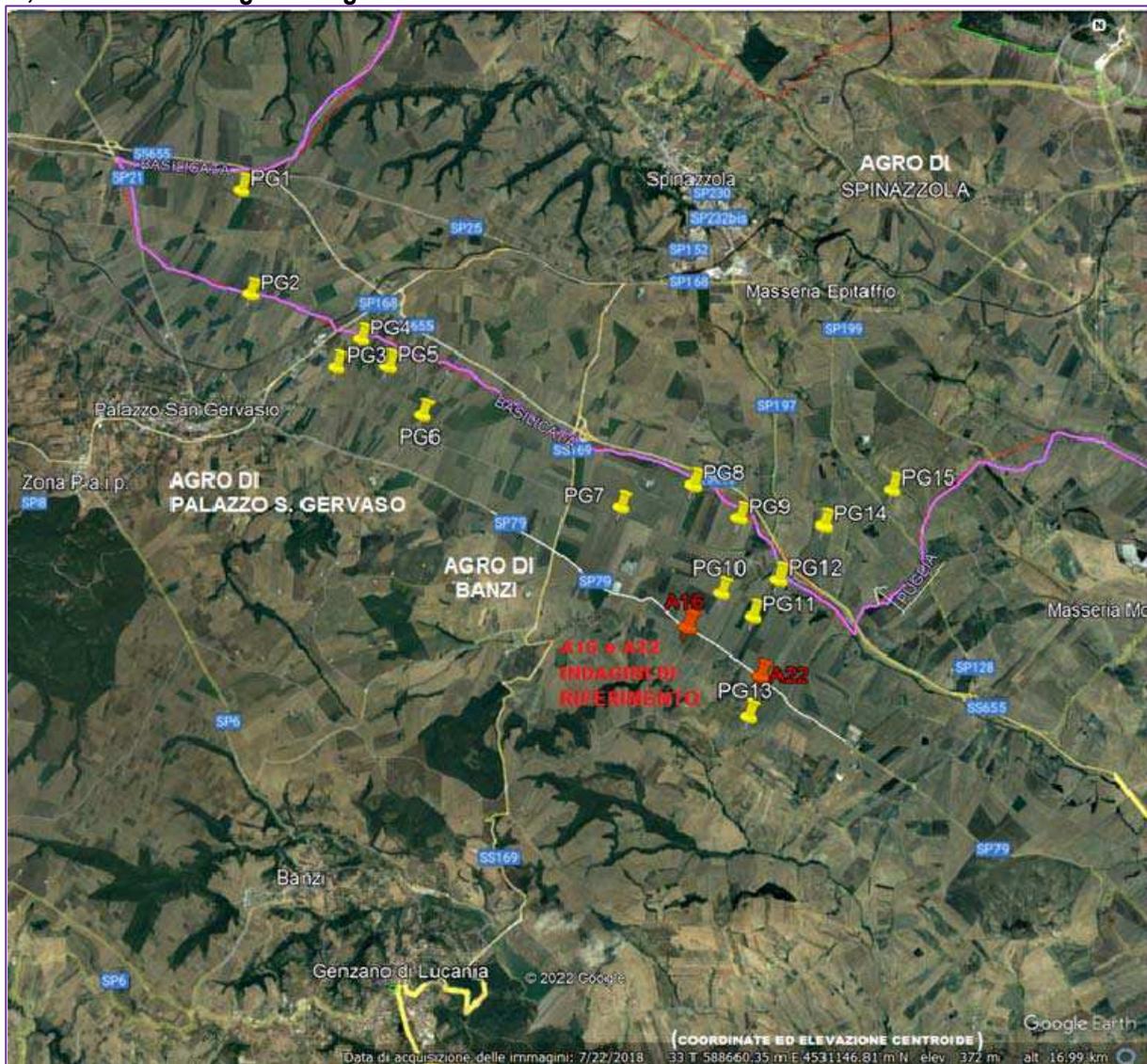


Fig. 42 - Corografia dell'impianto eolico “Piano Madama Giulia” con ubicazione delle torri WTG (Wind Turbine Generator) PG01.....PG15 oggetto dell'indagine attuale e di quelle di riferimento A16 e A22 (stralcio ortofoto Google Earth 3d) — Limite/confine provinciale — Limite/confine regionale.

La documentazione che segue evidenzia i moduli stratigrafici dei sondaggi geotecnici pregressi A16 e A22, in parola, unitamente tutte le indicazioni necessarie per “circostanziare” le attività di perforazione, di campionamento e delle prove svolte precedentemente (figg. 43 e 44).



*****SONDAGGIO GEOTECNICO PREGRESSO TORRE A16*****

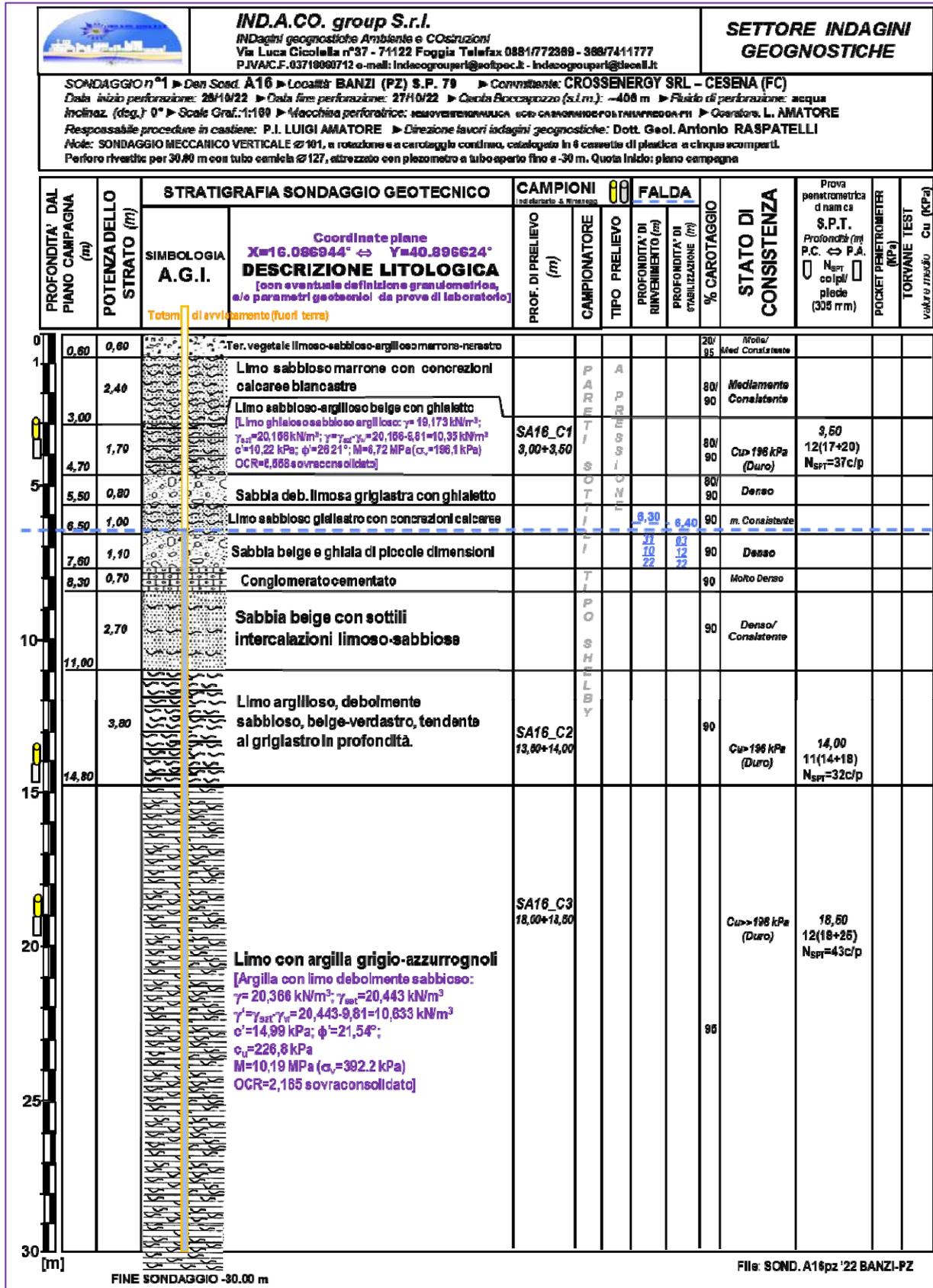
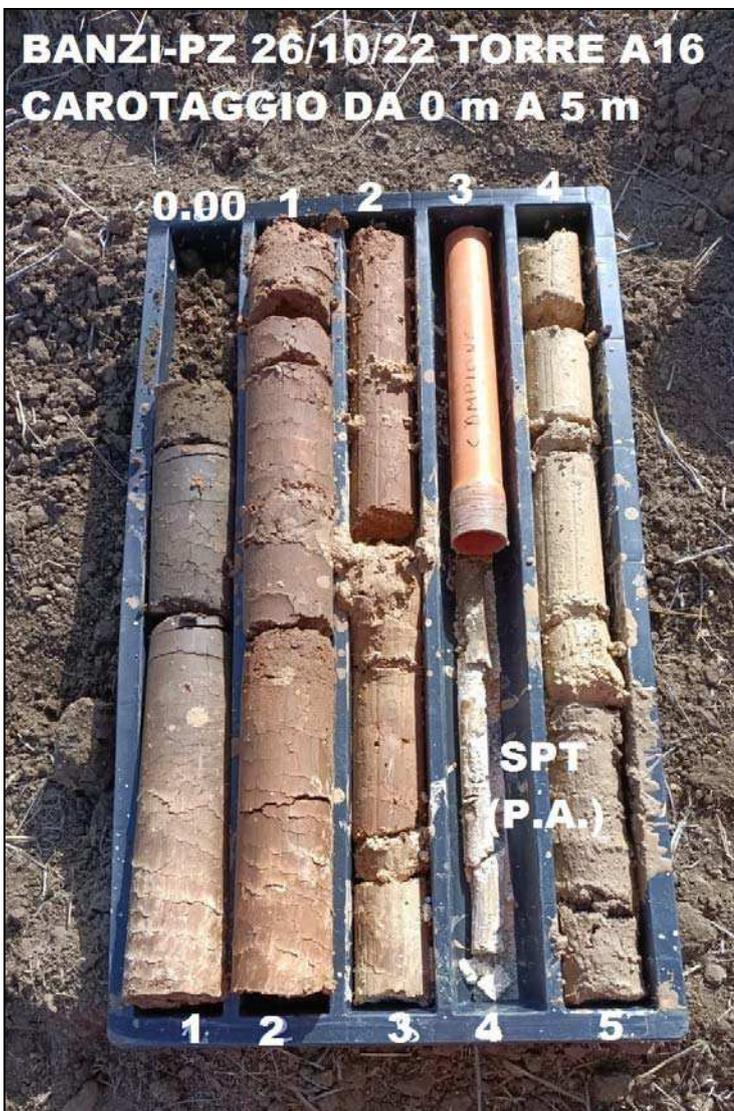


Fig. 43 - Stratigrafia del sondaggio geotecnico PREGRESSO A16pz '22 attrezzato con piezometro a tubo aperto ($V_{s,eq} = 409 \text{ m/sec}$. Categoria di sottosuolo di fondazione "B").







*****SONDAGGIO GEOTECNICO PROGRESSO TORRE A22*****

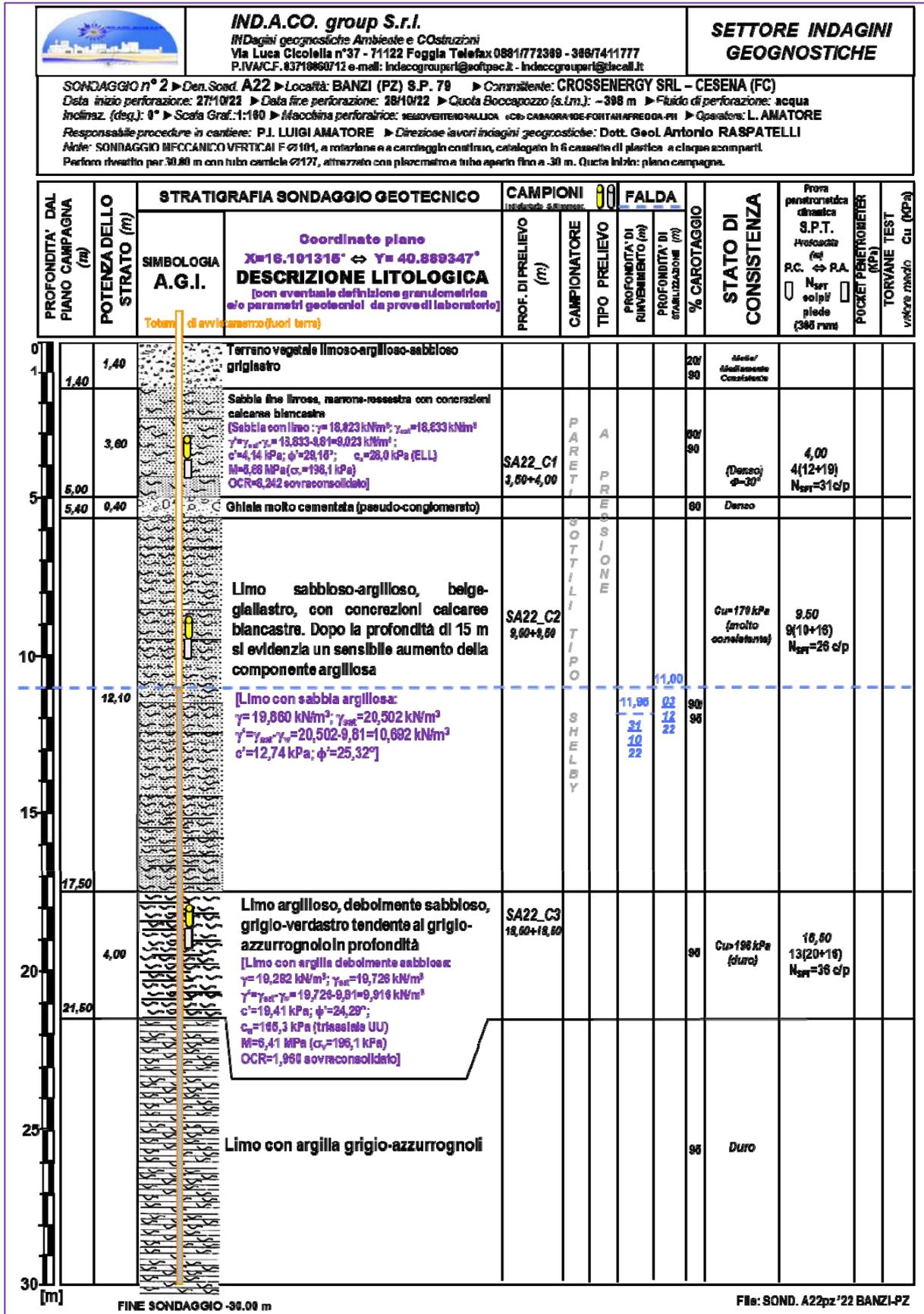


Fig. 44 - Stratigrafia del sondaggio geotecnico PROGRESSO A22pz '22 attrezzato con piezometro a tubo aperto (Vs_{eq} = 347 m/sec. Categoria di sottosuolo di fondazione "C")







6.2. Valutazione **prospezioni geofisiche pregresse (sondaggi sismici torre A16 e A22)**

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**), furono eseguite indagini geofisiche, utilizzando il **metodo Masw** abbinato a **Sismica a Rifrazione Tradizionale (in onde P)**.

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.

6.2.1. Risultati indagini geofisiche MASW abbinata a sismica a rifrazione tradizionale (

Sia le **prospezioni Masw.1-2**, sia le indagini **Sismiche a Rifrazione Tradizionale (STR.1-2 in onde P)**, furono realizzate in corrispondenza dell'area riguardante la posizione delle Torri A16 e A22, in linea con i sondaggi geotecnici pregressi eseguiti SA16 e SA22.

Come di seguito esplicitato la metodologia **Masw** eseguita in passato, restituì seguenti valori della **velocità equivalente ($V_{s,eq}$)** nei due settori indagati, rappresentativi delle caratteristiche geosismiche del sottosuolo.

<SETTORE TORRE EOLICA A16>

Masw.1 (A16 '22) in linea con sondaggio geotecnico A16 $\Rightarrow V_{s,eq} = 409$ m/sec. Categoria di sottosuolo di fondazione "B"

<SETTORE TORRE EOLICA A22>

Masw.2 (A22 '22) in linea con sondaggio geotecnico A22 $\Rightarrow V_{s,eq} = 347$ m/sec. Categoria di sottosuolo di fondazione "C"

6.2.2. Interpretazione congiunta dei risultati pregressi, relativi dell'indagine sismica di tipo MASW e a rifrazione tradizionale in onde P (torri A16 e A22)

Fu riscontrata un'**ammissibile congruenza** fra il modello ricavato dalle **prospezioni Masw**, con quello determinato dall'indagine **Sismiche a Rifrazione Tradizionale (STR.1-2 in onde P)**.

Sulla base di valutazioni incrociate e sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche, **correlate alle stratigrafie dei sondaggi meccanici eseguiti prima**, fu possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla reale situazione litostratigrafica e geosismica dell'area in esame. Nel caso specifico, i **risultati** conseguiti con particolare riferimento alle velocità delle onde P, riguardanti le basi sismiche investigate, sono **attendibili** poiché correlati alle stratigrafie derivanti dai sondaggi geotecnici eseguiti sullo stesso sito.

Sono di seguito riprodotte le **sezioni sismostratigrafiche interpretative**, unitamente ai **diagrammi** delle curve distanza-tempo, all'andamento delle velocità delle **onde primarie** per ogni singolo strato, alla posizione delle **sorgenti impulsive e dei geofoni**.



La **valutazione congiunta delle indagini sismiche** eseguite, nei due settori indagati in precedenza [Masw.1 (A16) e Masw.2 (A22 '22)], ha consentito di individuare nel sottosuolo la sovrapposizione di **quattro sismostrati**, ciascuno dei quali caratterizzato da peculiari velocità di propagazione delle onde primarie P (Vp) e delle onde di taglio Sh (Vs).

Le **tracce** sismiche rilevate, il **diagramma** delle curve d'inversione, il **profilo** delle velocità delle onde Sh (Vs), le curve distanza-tempo, la **sezione** sismostratigrafiche rappresentative lungo gli stendimenti, unitamente alla loro **ubicazione**, sono di seguito specificate per ogni **singolo settore** indagato.

❖ REPORT PROSPEZIONE SISMICA 1 PREGRESSA (TORRE A16)

Località: Banzi (PZ) S.P. 79
 Cantiere: Impianto eolico BANZI_TORRE A16
 Coordinate punto medio UTM WGS84:
514011 m E – 4632802 m N



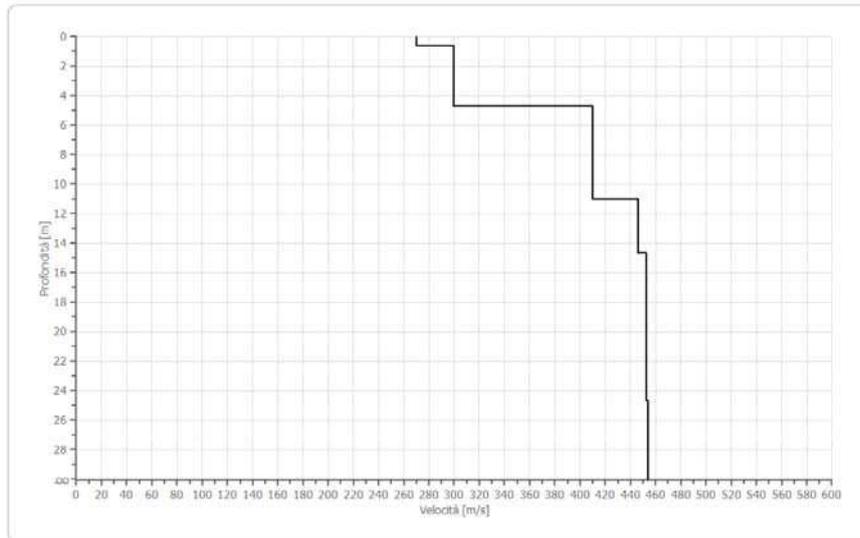
Ubicazione su Ortofoto



LEGENDA

- ←→ stesa sismica MASW.1_A16 (SE-NO)
- ←→ stesa sismica rifrazione tradizionale SRT.1_A16

RIFERIMENTI "IDENTIFICATIVI" INDAGINE SISMICA MASW.1 IN LINEA CON IL SONDAGGIO GEOTECNICO PREGRESSO A16



←MASW.1_A16→

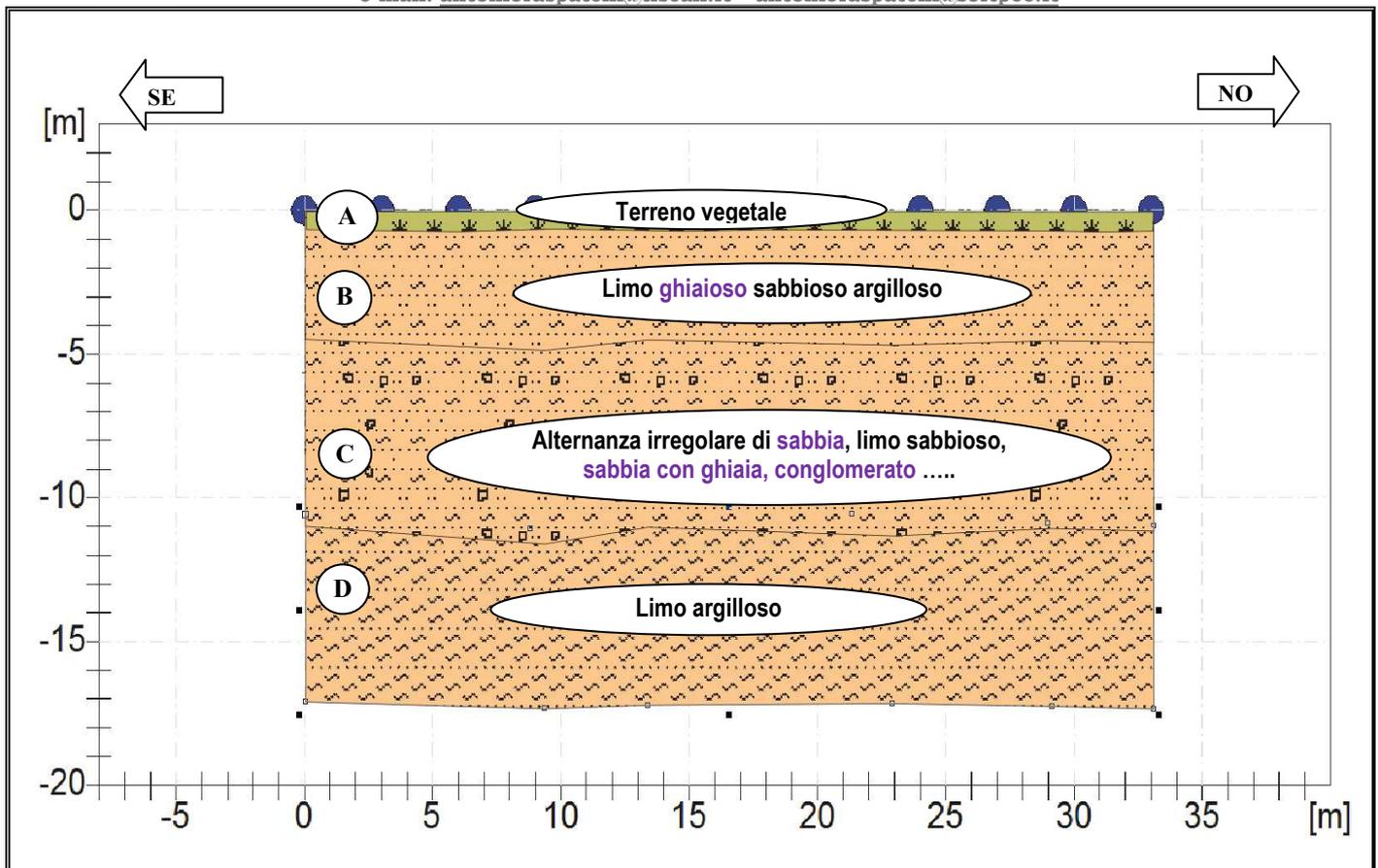
Istogramma delle velocità delle onde Sh (Vs) in funzione della profondità

Velocità equivalente

Valutazione <SETTORE TORRE A16>

Vs,eq = 409 m/s

Categoria di sottosuolo "B" (ai sensi delle NTC/2018)



←SRT.1→ Sezione sismostratigrafica ⇒ correlata alla stratigrafia del sondaggio geotecnico A16

La tabella che segue riassume i “principali” parametri sismici ed elastici del settore indagato in precedenza (TORRE A16), forniti “direttamente” dalle analisi interpretative del “software Easy Refract della GeoStru” adoperato.

Tabella principali parametri sismici ed elastici (SETTORE TORRE A16)*

| I | Litologia di riferimento (descrizione) | Sp. (m) | Vs (m/s) | Vp (m/s) | γ (kg/mc) | ν (-) | Go (MPa) | E _y (MPa) |
|---|--|---------|----------|----------|------------------|-----------|----------|----------------------|
| A | Terreno vegetale | 1 | 270 | 560 | 1750 | 0,40 | 145 | 390 |
| B | Limo ghiaioso sabbioso argilloso | 4,1 | 300 | 625 | 1900 | 0,35 | 180 | 480 |
| C | Alternanza irregolare di sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato..... | 6,3 | 410 | 850 | 2000 | 0,35 | 335 | 910 |
| D | Limo argilloso | >10 | 445-455 | 930-940 | 2100 | 0,35 | 400-410 | 1075-1100 |

I =identificativo sismostrato - Sp. =spessore - Vs =velocità delle onde di taglio - Vp =velocità delle onde longitudinali

γ =peso di volume - ν =coefficiente di Poisson - Go =Modulo di deformazione al taglio - E_y=Modulo di Young dinamico

*(valutazione eseguita tramite la correlazione con la stratigrafia sondaggio geotecnico pregresso A16)



❖ REPORT PROSPEZIONE SISMICA 2 (TORRE A22)

Località: Banzi (PZ) S.P. 79
 Cantiere: Impianto eolico BANZI_TORRE A22
 Coordinate punto medio UTM WGS84:
 592777 m E – 4527057 m N

Ubicazione su Ortofoto

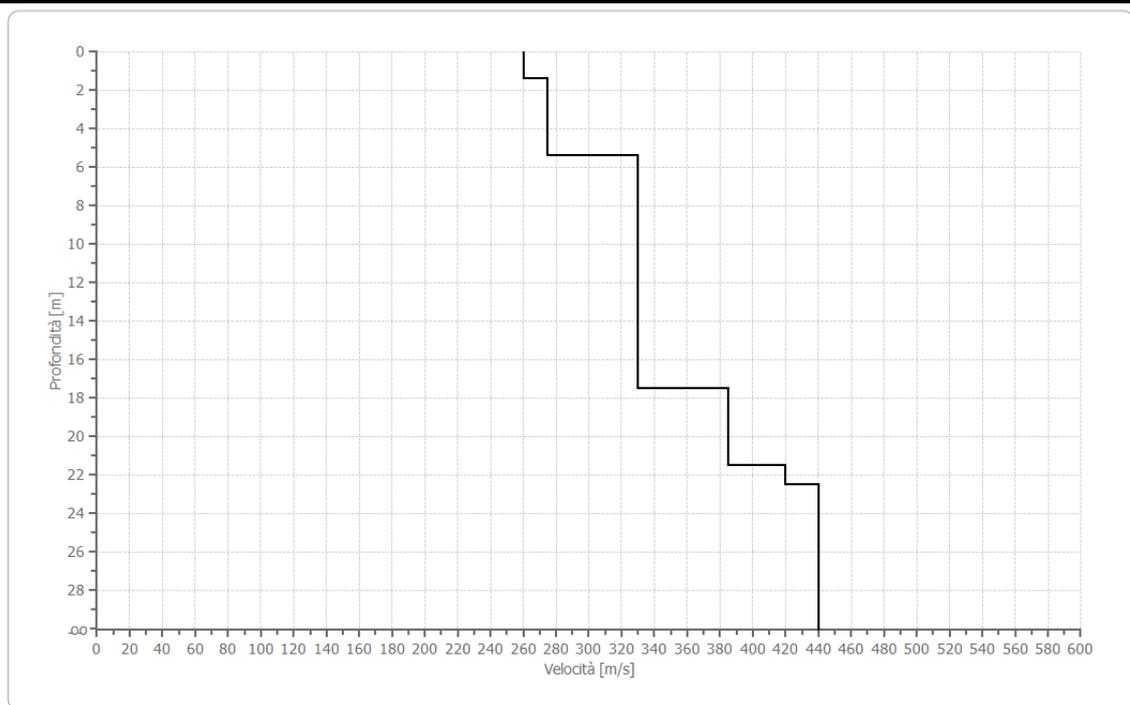


LEGENDA

- ↔ stesa sismica MASW.2_A22 (SO-NE)
- ↔ stesa sismica rifrazione tradizionale SRT.2_A22



RIFERIMENTI "IDENTIFICATIVI" INDAGINE SISMICA MASW.2 IN LINEA CON IL SONDAGGIO GEOTECNICO PREGRESSO A22



←MASW.2 '22→

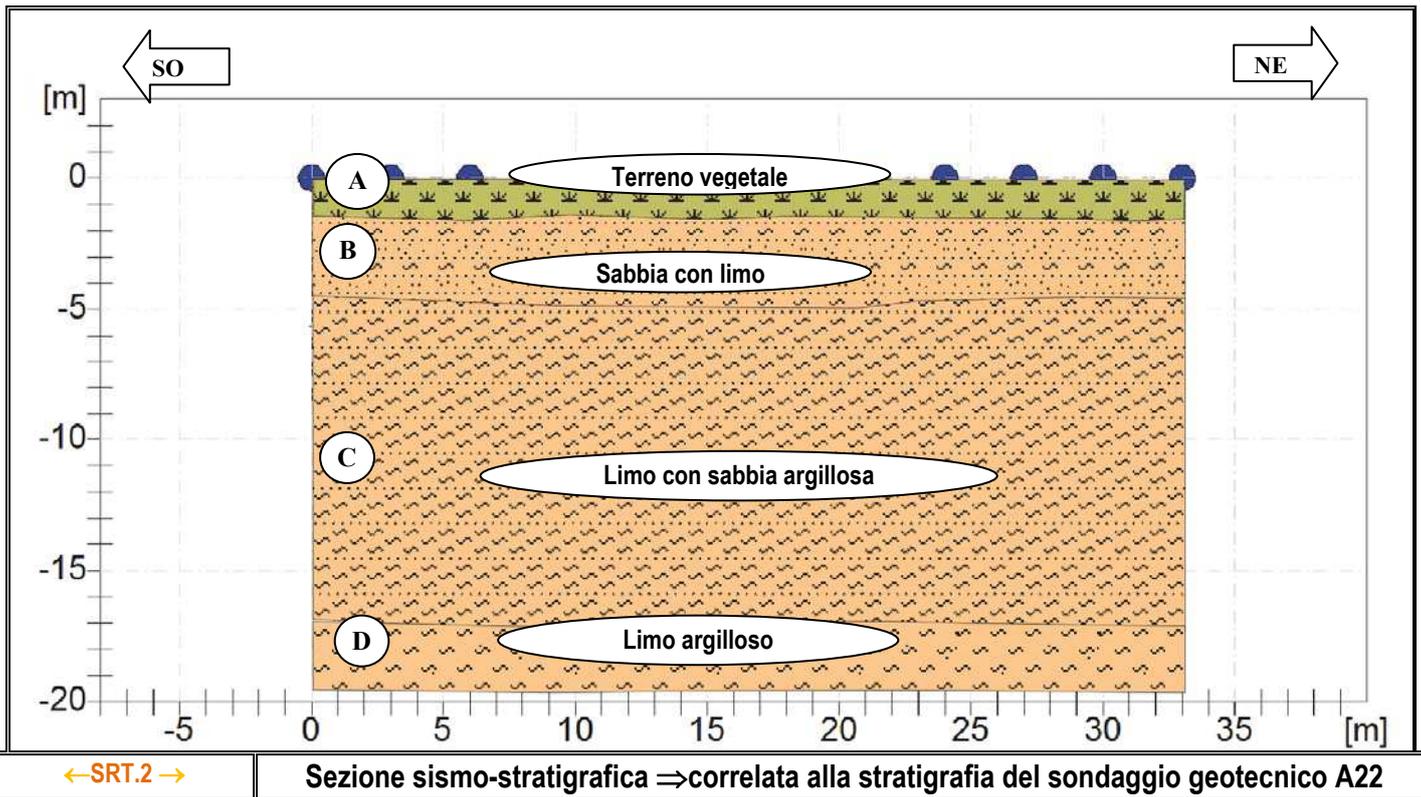
Istogramma delle velocità delle onde Sh (Vs) in funzione della profondità

Velocità equivalente

Valutazione <SETTORE TORRE EOLICA A22>

$V_{s,eq} = 347$ m/s

Categoria di sottosuolo "C" (ai sensi delle NTC/2018)



La tabella che segue riassume i “principali” parametri sismici ed elastici del settore indagato prima (TORRE A22), forniti direttamente dalle analisi interpretative del “software Easy Refract della GeoStru” adoperato.

Tabella principali parametri sismici ed elastici (SETTORE TORRE A22)**

| I | Litologia di riferimento (descrizione) | Sp. (m) | Vs (m/s) | Vp (m/s) | γ (kg/mc) | ν (-) | Go (MPa) | E _r (MPa) |
|---|--|---------|----------|----------|------------------|-----------|----------|----------------------|
| A | Terreno vegetale | 1,4 | 260 | 540 | 1750 | 0,40 | 135 | 365 |
| B | Sabbia con limo | 4 | 275 | 570 | 1900 | 0,35 | 150 | 410 |
| C | Limo con sabbia argillosa | 12,1 | 330 | 685 | 2000 | 0,35 | 220 | 590 |
| D | Limo argilloso | >10 | 385-440 | 800-915 | 2100 | 0,35 | 295-390 | 800-1045 |

I =identificativo sismostrato - Sp. =spessore - Vs =velocità delle onde di taglio - Vp =velocità delle onde longitudinali

γ =peso di volume - ν =coefficiente di Poisson - Go =Modulo di deformazione al taglio - E_r=Modulo di Young dinamico

** (valutazione eseguita tramite la correlazione con la stratigrafia sondaggio geotecnico pregresso A22)

► Valutazione classificazione del sottosuolo <SETTORE TORRE EOLICA A16>

Masw.1 (A16 '22) in linea con sondaggio geotecnico A16 ⇒ Vs_{eq} = 409 m/sec. Categoria di sottosuolo di fondazione "B"

► Valutazione classificazione del sottosuolo <SETTORE TORRE EOLICA A22>

Masw.2 (A22 '22) in linea con sondaggio geotecnico A22 ⇒ Vs_{eq} = 347 m/sec. Categoria di sottosuolo di fondazione "C"

6.3. Valutazione indagini geotecniche di laboratorio pregresse (torri A16 e A22)

Le indagini geotecniche di laboratorio furono eseguite dalla “GeoSveva” dell'ing. Luigi Di Carlo di Lucera (FG). Azienda è dotata di laboratorio geotecnico autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti a svolgere attività di prove su terre e di emissioni di certificazioni ufficiali, con DM n°2610 26/03/2010, ai sensi dell'art.59 del D.P.R. 380/2001 – Circolare del P.C.S.L.P. del 08/09/2010 n°7618/STC; certificazione ISO 9001: 2015 EURO CERT; socio A.L.G.I. n°122.



Esattamente, in ossequio alle normative vigenti in materia, furono analizzati i seguenti **campioni indisturbati** prelevati, dai sondaggi geotecnici pregressi, eseguendo le analisi e le prove all'epoca commissionate.

► Sondaggio TORRE A16 - Campioni: SA16C1 (3,00÷3,50 m); SA16C3 (18,00÷18,50 m).

► Sondaggio TORRE A22 - Campioni: SA22C1 (3,00÷3,50 m); SA22C2 (9,00÷9,50 m); SA22C3 (18,00÷18,50 m).

I **risultati** ottenuti sono riassunti nella seguente tabella.

COMMITTENTE : INDACO GROUP SRL (PER CONTO DI CROSSENERGY SRL)

DATA : 02/11/2022

LOCALITA' : Banzi (PZ)

CANTIERE : Impianto Eolico (PROSPICIENTE IL TRATTO DELLA S.P. N°79 "MARASCIONE-LAMACOLMA")

QUADRO SINOTTICO Prove di laboratorio

| VERBALE n° 1645 | Generali | | | | | | | | | | Granulometrie | | | | LIMITI di Atterberg | | | E.L.L. | | Taglio Diretto | | Taglio Residuo | | UUU | | Triassi: CUU | | | Triassi: CUD | | | Edsm | | Edm | |
|--------------------|----------------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|-------|--------|--------|--------|---------------|--------|-------------------|----|---------------------|------|-------|--------|-------|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|-------|------|--|-----|--|
| | γs | γ | W | γsat | γd | e | n | Sr | G | S | L | A | Potenz. Liquidaz. | LL | LP | IP | Cu | e | c | ae | Cr | Cu | e _u | C _u | E _c | e _c | C _c | E _c | Ed* | Ed** | | | | | |
| Campione | KN/m ³ | KN/m ³ | % | KN/m ³ | KN/m ³ | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | MPa | % | MPa | % | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | MPa | | | | |
| 1 | 1645 SA16 C1 m 03.00-03.50 | 20.350 | 19.173 | 16.411 | 20.156 | 16.470 | 0.602 | 37.590 | 73.323 | 20.00% | 17.00% | 49.00% | 14.00% | 34 | 19 | 15.5 | | 26.21 | 10.22 | | | | | | | | | | | | 6.72 | 8.81 | | | |
| 2 | 1645 SA16 C3 m 18.00-18.50 | 26.568 | 20.336 | 20.617 | 20.443 | 16.860 | 0.578 | 36.540 | 97.005 | 0.00% | 5.00% | 44.00% | 51.00% | 48 | 22 | 26.3 | | 21.54 | 14.99 | | | 226.8 | | | | | | | | 7.43 | 10.19 | | | | |
| 3 | 1645 SA22 C1 m 03.50-04.00 | 20.432 | 18.023 | 25.577 | 18.633 | 14.352 | 0.842 | 45.702 | 81.904 | 3.00% | 60.00% | 33.00% | 4.00% | 31 | 22 | 8.2 | 26.00 | 29.15 | 4.14 | | | | | | | | | | | 5.66 | 6.30 | | | | |
| 4 | 1645 SA22 C2 m 09.00-09.50 | 26.361 | 19.860 | 16.608 | 20.502 | 17.032 | 0.548 | 35.390 | 81.505 | 0.00% | 37.00% | 39.00% | 24.00% | | | | | 25.32 | 12.74 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1645 SA22 C3 m 18.00-18.50 | 26.520 | 19.282 | 22.571 | 19.726 | 15.727 | 0.888 | 40.678 | 98.891 | 0.00% | 14.00% | 52.00% | 24.00% | 59 | 29 | 30.1 | | 24.29 | 19.41 | | | 165.3 | | | | | | | | 6.41 | 8.45 | | | | |

γ_s = Peso specifico dei grani (KN/m³)
 W = Contenuto in acqua naturale (%)
 γ_{sat} = Peso di volume saturo (KN/m³)
 γ_d = Peso secco (KN/m³)
 e = Indice dei pori
 n = Porosità (%)
 Sr = Grado di saturazione (%)
 G = Ghiaie (%)
 S = Sabbie (%)
 L = Limo (%)
 A = Argille (%)
 LL = Limite LIQUIDO (%)
 LP = Limite PLASTICO (%)
 IP = Indice di consistenza
 Cu = Coesione non drenata (KPa)
 c = Coesione drenata (KPa)
 φ = Angolo di attrito (°)
 e_r = Angolo di attrito residuo (°)
 Ed* = Modulo volumetrico alla pressione di 200 KPa
 Ed** = Modulo volumetrico alla pressione di 400 KPa
 φ_u = Angolo di attrito non drenato - TRX CU (°)
 Cu = Coesione non drenata - TRX CU (KPa)
 E_c = Modulo elastico secante al 50 % del carico a rottura
 # = Materiale insufficiente

6.4. Valutazione caratteri litostratigrafici e idrotecnici pozzi per acqua vicini

Al fine di avere indicazioni litostratigrafiche a maggiore profondità, di seguito sono riportati caratteri **“litostratigrafici e idrotecnici pozzi per acqua”** più vicini, desunti dalla consultazione dell'Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984) denominati: ISPR.A.1_2006, ISPR.A.2_1993, ISPR.A.3_1986 e ISPR.A.4_1994.

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERRANEE

DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPR.A

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

Stampa

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

Dati generali

Codice: 16296
 Regione: BASILICATA
 Provincia: POTENZA
 Comune: PALAZZO SAN GERVASIO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 50,00
 Quota pc sim (m): 380,00
 Anno realizzazione: 2006
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 7,000
 Portata esercizio (l/s): 6,000
 Numero falde: 5
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): NO
 Numero strati: 5
 Longitudine WGS84 (dd): 16,010053
 Latitudine WGS84 (dd): 40,940208
 Longitudine WGS84 (dms): 16° 01' 36,193" E
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 56' 24,75" N
 (*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

DIAMETRI PERFORAZIONE

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 50,00 | 50,00 | 300 |

FALDE ACQUIFERE

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 4,00 | 4,00 |
| 2 | 4,00 | 15,00 | 11,00 |
| 3 | 16,00 | 27,00 | 11,00 |
| 4 | 27,00 | 35,00 | 8,00 |
| 5 | 35,00 | 50,00 | 15,00 |

MISURE PIEZOMETRICHE

| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| dic/2006 | 15,00 | 30,00 | 15,00 | 6,000 |

STRATIGRAFIA

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|---------------|-----------------------------|
| 1 | 0,00 | 4,00 | 4,00 | | TERRENO VEGETALE PERMEABILE |
| 2 | 4,00 | 16,00 | 12,00 | | LIMO SABBIOSO CIOTTOLOSO |
| 3 | 16,00 | 27,00 | 11,00 | | SABBIE GIALLASTRE |
| 4 | 27,00 | 35,00 | 8,00 | | GHIAIA SABBIOSA |
| 5 | 35,00 | 50,00 | 15,00 | | ARGILLE GRIGIO-AZZURRE |

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERRANEE

DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPR.A

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

Stampa

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

Dati generali

Codice: 162478
 Regione: BASILICATA
 Provincia: POTENZA
 Comune: BANZI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 54,00
 Quota pc sim (m): 377,00
 Anno realizzazione: 1993
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 15,000
 Portata esercizio (l/s): NO
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): NO
 Numero strati: 5
 Longitudine WGS84 (dd): 16,040350
 Latitudine WGS84 (dd): 40,928989
 Longitudine WGS84 (dms): 16° 02' 25,27" E
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 55' 44,36" N
 (*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

DIAMETRI PERFORAZIONE

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 54,00 | 54,00 | 500 |

FALDE ACQUIFERE

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|
| 1 | 30,00 | 30,00 | 0,00 |

MISURE PIEZOMETRICHE

| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| mar/1993 | 30,00 | 35,00 | 5,00 | 15,000 |

STRATIGRAFIA

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|---------------|------------------------|
| 1 | 0,00 | 3,00 | 3,00 | | TERRICCIO |
| 2 | 3,00 | 25,00 | 22,00 | | ARGILLA GIALLA |
| 3 | 25,00 | 40,00 | 15,00 | | BRECCIA |
| 4 | 40,00 | 50,00 | 10,00 | | MISTO ARENARIA |
| 5 | 50,00 | 54,00 | 4,00 | | ARGILLA BLU |



SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERANEE

DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA
 Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

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

Dati generali
 Codice: 162471
 Regione: BASILICATA
 Provincia: POTENZA
 Comune: BANZI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 43.00
 Quota pc sim (m): 379.00
 Anno realizzazione: 1994
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 8.000
 Portata esercizio (l/s): 6.000
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 1
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*) NO
 Numero strati: 4
 Longitudine WGS84 (dd): 16,065619
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 55' 56.23" E
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 55' 41.41" N
 (*)Indica la presenza di un professionista nella

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 43,00 | 43,00 | 500 |

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|
| 1 | 23,00 | 43,00 | 18,00 |

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 40,00 | 43,00 | 3,00 | ND |

| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| apr/1994 | 23,00 | 42,00 | 19,00 | 15,000 |

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|----------------|------------------------|
| 1 | 0,00 | 4,00 | 4,00 | TERRICCIO | |
| 2 | 4,00 | 25,00 | 21,00 | ARGILLA GIALLA | |
| 3 | 25,00 | 38,00 | 13,00 | GHIAIA | |
| 4 | 38,00 | 43,00 | 5,00 | ARGILLA BLU | |

SERVIZIO GEOLOGIA APPLICATA, PIANIFICAZIONE DI BACINO, GESTIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO, IDROGEOLOGIA, IDRODINAMICA ACQUE SOTTERANEE

DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA
 Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

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

Dati generali
 Codice: 162472
 Regione: BASILICATA
 Provincia: POTENZA
 Comune: BANZI
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 65,00
 Quota pc sim (m): 400,00
 Anno realizzazione: 1994
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 15,000
 Portata esercizio (l/s): 15,000
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*) SI
 Numero strati: 8
 Longitudine WGS84 (dd): 16,041181
 Latitudine WGS84 (dms): 40,917331
 Longitudine WGS84 (dms): 16° 02' 28.26" E
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 55' 02.39" N
 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) | Diametro (mm) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 0,00 | 65,00 | 65,00 | 450 |

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Lunghezza (m) |
|-------|-------------------|------------------|---------------|
| 1 | 23,00 | 43,00 | 0,00 |

| Data rilevamento | Livello statico (m) | Livello dinamico (m) | Abbassamento (m) | Portata (l/s) |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|
| apr/1994 | 23,00 | 42,00 | 19,00 | 15,000 |

| Progr | Da profondità (m) | A profondità (m) | Spessore (m) | Età geologica | Descrizione litologica |
|-------|-------------------|------------------|--------------|---|------------------------|
| 1 | 0,00 | 5,00 | 5,00 | TERRICCIO | |
| 2 | 5,00 | 12,00 | 7,00 | ARGILLA GIALLA | |
| 3 | 12,00 | 22,00 | 10,00 | SABBIA GIALLA | |
| 4 | 22,00 | 23,00 | 1,00 | ARENARIA ACQUIFERA | |
| 5 | 23,00 | 38,00 | 12,00 | ARGILLA GIALLA | |
| 6 | 35,00 | 45,00 | 10,00 | BRECCIONE, COTTOLI TONDEGGIANTI SCIOLTI | |
| 7 | 45,00 | 55,00 | 10,00 | SABBIA BLU | |
| 8 | 55,00 | 65,00 | 10,00 | ARGILLA BLU | |

La fig. 46 riporta la ubicazione dei suddetti pozzi per acqua dalla quale si osserva la completa assenza degli stessi nel settore S.E. dell'impianto.

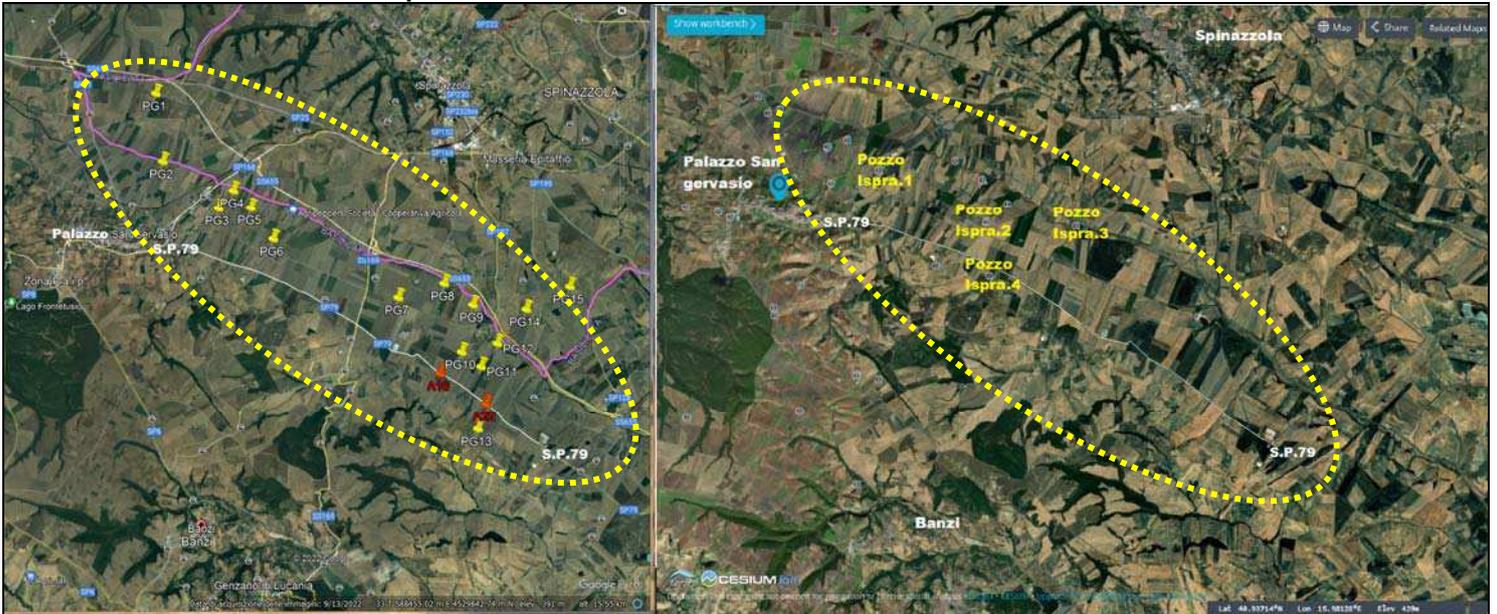


Fig. 46 – Ubicazione impianto eolico (a sx) e dei pozzi per acqua realizzati in zona (a dx) .



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 PG1...G15), **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 alle indagini geomeccaniche e geosismiche eseguiti in precedenza in zona, 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 e in particolare per le opere di maggiore rilevanza strutturale:



► Dodici torri eoliche, **PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14**, andranno a interessare (come da carta geologica) gli affioramenti di depositi di ambiente continentale, prevalentemente rappresentati da “sedimenti lacustri e fluvio-lacustri” ⇒ **...I... del PLEISTOCENE**, composti di: **conglomerati poligenici** (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), **sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare**, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose.

► Una torre **PG1** riguarderà depositi di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico ⇒ **Q^c_{cg}** del **SICILIANO (?) CALABRIANO**, di **conglomerati poligenici**, ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose e argillose.

► Una torre **PG15** riguarderà depositi, riferibili alla formazione delle **SABBIE DI MONTE MARANO** ⇒ **Q^c_s** del **CALABRIANO**, sedimenti di **sabbie calcareo-quarzose** di colore giallastro, a volte con livelli arenacei intercalazioni di calcare farinoso lenti conglomeratiche e livelli fossiliferi.

► Una torre **PG13** interesserà sedimenti riferibili alla formazione delle **ARGILLE DI GRAVINA** ⇒ **Q^c_a** del **CALABRIANO**, depositi di **argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre**, talora con gesso e frustoli carboniosi.

A tal riguardo, si sottolinea una **sostanziale corrispondenza lito-stratigrafica**, delle formazioni affioranti nelle aree di competenza dell'intero impianto eolico, caratterizzate da **concreta, analoga successione dei terreni...[SUOLO...GHIAIE/SABBIE...GHIAIE/SABBIE/SILT...CONGLOMERATI/SABBIE...ARGILLE...]** con le **risultanze stratigrafiche** acquisite dai **sondaggi geotecnici**, eseguiti in corrispondenza dell'asse delle **torri A16 e A22**, realizzati precedentemente per il “PROGETTO ESECUTIVO” IMPIANTO EOLICO IN AGRO DEL COMUNE DI BANZI (PZ), poggianti, a profondità differenziate (10-18 m), su depositi prevalentemente argillosi con, ovviamente, ammissibili variazioni riguardanti **gli spessori degli strati**, dovute alla **genesi** di specifica sedimentazione locale.

Unica **eccezione lito-stratigrafica** riguarderebbe la posizione della **torre PG13**, per la quale la carta geologica consultata indica la presenza di affioramenti prevalentemente pelitici riferibili alle **argille grigio-azzurre**.

Si evidenzia che i **sondaggi geotecnici precedenti** (di riferimento) indicarono la seguente sequenza litostratigrafica:

- ✓ in corrispondenza della **torre A16** furono riscontrati ► limo ghiaioso sabbioso argilloso (per i primi 5 m circa), poi da alternanza irregolare di strati metrici di sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato, fino a circa 11 m, dopo da depositi limoso-argillosi, fino a 15 m circa e, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio verdastra, poi **grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m)**;
- ✓ in corrispondenza della **torre A22** ► sabbia con limo, per i primi 5 m circa, limo con sabbia argillosa giallastro, fino a circa 18 m, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio-verdastra, poi **grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m)**.

Oltre la profondità di **30 m**, i depositi di **argilla con limo (grigio-azzurra)** riscontrati, presentano **spessore considerevole** e costituiscono il **letto delle “precarie” falde acquifere sotterranee** della zona in esame.

7.2.1. Caratterizzazione geotecnica, idrogeologica e geofisica prevedibile, riguardante (con particolare riferimento) il suolo e il sottosuolo delle opere di maggiore rilevanza strutturale.

► **Valutazione litotecnica torri : PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14 e PG15**

L'elaborazione dei dati acquisiti consente di stabilire che il **terreno di fondazione**, della maggior parte delle Torri eoliche (**assimilato per “ragionevole affinità litologica” ai caratteri litotecnici e geosismici alla Torre A16 di riferimento**) 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 l'**apprezzabile variabilità** di tale comportamento 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 prevedibile).

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 "Materiali e suoli" superficiali - stratigrafia A16 [rif. Suolo]. | |
| Terreno vegetale, limoso-sabbioso-argilloso, marrone-nerastro, effettivamente riscontrato (0,60 m), compresa la porzione più superficiale (0,40 m), plausibilmente alterata, del sottostante limo sabbioso marrone. E' considerato suolo coesivo da molto molle/molle a mediamente consistente, da molto compressibile a compressibile, semi-permeabile, ovvero permeabile (spaccature lavori agricoli), al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella. | |
| h=1,00 m | spessore considerato nella modellazione geotecnica (A16) |
| γ _n =18,00 KN/m ³ | peso volume naturale |
| γ' _n =8,19 KN/m ³ | peso volume immerso (qualora imbibito d'acqua γ _n -γ _w , in cui γ _w =9,81 KN/m ³) |
| c'=10,00 KN/m ² | coesione (tensione efficace, a lungo termine) terreni simili |
| φ'=15° | angolo di resistenza al taglio (tensione efficace, a lungo termine) terreni simili |
| Per φ=0° | |
| c=c _u =35,00 KN/m ² | coesione non drenata (tensione totale, a breve termine) terreni simili |
| E=2,00 MN/m ² | modulo di compressibilità terreni simili |
| V _s m=270 m/s | velocità media delle onde di taglio, da indagine sismica [Masw.1, torre A16] |
| γ _n =17,50 KN/m ³ | peso volume naturale, da indagine sismica |
| ν=0,40 m/s | coefficiente di Poisson, da indagine sismica |
| G _o =145 MPa | modulo di deformazione al taglio, da indagine sismica |
| E _y =390 MPa | modulo elastico di Young dinamico, da indagine sismica |
| (A16) Rappresenta il suolo alterato superficiale costituito da terreno vegetale , interessato da operazioni meccaniche, eseguite con i diversi tipi di attrezzi pertinenti le lavorazioni agricole (erpicoltura, scarificazione, sarchiature, zappettatura, rinzatura, rullatura, fresatura, ecc.). Riscontrabile fino alla profondità di 0,60/1,00 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 -11,00 m ⇔ "limo ghiaioso sabbioso argilloso...." Stratigrafia sondaggio A16 [rif. geol. Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri.....]. | |
| Sono stati associati : il limo ghiaioso sabbioso argilloso riscontrato nei primi 5 m circa, poi l'alternanza irregolare di strati metrici di sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato..... | |
| Anche se include strati, da decimetrici a metrici, riferibili a terreno granulare, è considerato (a favore di sicurezza) suolo coesivo per il quale l'analisi granulometrica "significativa" eseguita (camp. SA16C1 _{-3,0+3,5m}) evidenzia che si tratta di " limo ghiaioso sabbioso argilloso " riferibili a argille inorganiche e, anche, a argille e limi organici di bassa compressibilità (CL-OL) ⇒Carta Casagrande; ► [consistenza (solido-plastica/solida) ⇒Indice di Consistenza IC=1,05]; ► [plastico ⇒Indice Plastico IP=26,3]; ► normalmente attivo ⇒Indice di Attività colloidale IA=IP/(%<0,002 mm)=16/14=1,143. | |
| Complesso geotecnico molto consistente/duro (c _u >196 kPa da N _{SPT} a -3,50 m); ► [moderatamente sovraconsolidato ⇒(OCR=σ' _v /σ' _{vo} =5,558)]; ► [di medio-bassa compressibilità ⇒(M _{ed} =6,72 MPa deformabilità da prova edometrica)]; ► [Praticamente impermeabile ⇒(grado di permeabilità da prova edometrica, K _{ed} =7,869 ⁻¹⁰ m/sec)], al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella. | |
| h=10,00 m | spessore considerato nella modellazione geotecnica (A16) <da considerare immerso da -6,00 m in poi> |
| γ _n =19,173 KN/m ³ | peso volume (prova di laboratorio) |
| γ _{sat} =20,156 KN/m ³ | peso volume saturo (prova di laboratorio) |
| γ' _n =10,35 KN/m ³ | peso volume immerso (γ _n -γ _w , falda idrica da -[6,00 m] in cui γ _w =9,81 KN/m ³) |
| φ'=26,21° | angolo di resistenza al taglio [tensione efficace, a lungo termine, da prova di taglio C.D. |
| c'=10,22 KN/m ² | coesione drenata (tensioni efficaci, lungo a termine) |
| c _u =196,00 KN/m ² | coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine) numero dei colpi prova SPT |
| M _{ed} =6,72 MPa | modulo di compressibilità edometrica (da prova edometrica ⇒σ _v =8,81 kPa) |



| | |
|---|--|
| $V_{sm}=(300) \div [410]$ m/s | velocità media delle onde di taglio, da indagini sismiche [Masw.1, torre A16] (Limo ghiaioso sabbioso argilloso)÷[Alternanza irregolare di sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato] |
| $\gamma_n=(19,00) \div [20,00]$ KN/m ³ | peso volume naturale, da indagine sismica |
| $\nu=0,35$ m/s | coefficiente di Poisson, da indagine sismica |
| $G_o=(180) \div [335]$ MPa | modulo di deformazione al taglio, da indagine sismica |
| $E_y=(480) \div [910]$ MPa | modulo elastico di Young dinamico, da indagine sismica |
| $K_w=78,45 \div 98,06$ MN/m ³ (8÷10 kg/cm ³) | modulo di Winkler (da valori di letteratura, tabelle inerenti) |

(A16) Il suddetto materiale "rappresenterebbe" il terreno di appoggio del plinto di fondazione delle turbine eoliche (in assenza di pali di sottofondazione), ed è riferibile, come da carta geologica, ai "Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri" composti di: conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche), sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose (...).
PLEISTOCENE.

3^a Unità litotecnica da -11,00 m in poi (^) ↔ "argilla con limo debolmente sabbioso" Stratigrafia sondaggio A16 [rif. geol. Argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre.... Q_a].

Sono stati associati: il limo argilloso, debolmente sabbioso, beige-verdastro, tendente al grigiastro in profondità, passante a sedimenti di limo con argilla grigio-azzurrognoli. E' considerato **suolo coesivo** per il quale l'analisi granulometrica "significativa" eseguita (camp. SA16C3_{-18,0÷-18,5m}) evidenzia che si tratta di "Argilla con limo debolmente sabbioso" riferibile ad **argille inorganiche** e, anche, ad **argille e limi organici di bassa compressibilità (CL-OL)** ⇒Carta Casagrande; ► **consistenza [(solido-plastica)/solida]** ⇒Indice di Consistenza IC=1,053; ► **Plastico** ⇒Indice Plastico IP=26; ► **Inattivo** ⇒Indice di Attività colloidale IA=IP/(%<0,002 mm)=26/51=0,51.

Complesso geotecnico da molto consistente a duro ($c_u > 196$ kPa da N_{SPT} a -14,00 m); ► [moderatamente sovraconsolidato ⇒(OCR= $\sigma'_v/\sigma'_{vo}=8,242$)]; ► [poco compressibile ⇒($M_{ed}=10,19$ MPa deformabilità da prova edometrica)]; ► [Praticamente impermeabile ⇒(grado di permeabilità da prova edometrica, $K_{ed}=3,285 \cdot 10^{-11}$ m/sec)], al quale possono essere attribuite le caratteristiche geotecniche riportate in tabella.

| | |
|--|--|
| h =non determinato | ^ spessore considerato nella modellazione geotecnica (~20,00 m) |
| $\gamma_n=20,366$ KN/m ³ | peso volume naturale (prova di laboratorio) |
| $\gamma_{sat}=20,443$ KN/m ³ | peso volume saturo (prova di laboratorio) |
| $\gamma' = 10,633$ KN/m ³ | peso volume immerso ($\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$, falda idrica da -[6,00 m] in cui $\gamma_w=9,81$ KN/m ³) |
| $\phi' = 21,54^\circ$ | angolo di resistenza al taglio (tensioni efficaci, a lungo termine, prova di taglio CD) |
| $c' = 14,99$ KN/m ² | coesione drenata (tensioni efficaci, a lungo termine, prove di taglio CD) |
| per $\phi=0^\circ$ | |
| $c=C_{u,TRX}=226,8$ KN/m ² | coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [duro] prova triassiale UU.) |
| * $C_{u,SPT_{14}} > 169,00$ KN/m ² | coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [molto consistente/duro] da $N_{SPT}=32$ c/p a -14 m) |
| ** $C_{u,SPT_{18,5}} \gg 196,00$ KN/m ² | coesione non drenata (tensioni totali, a breve termine [duro] da $N_{SPT}=43$ c/p, a -18,50m) |
| $M_{ed,S3C1}=10,19$ MN/m ² | modulo edometrico [poco compressibile] (da prova edometrica ⇒ $\sigma_v=392,2$ kPa) |
| $V_{sm}=(445) \div [455]$ m/s | velocità media delle onde di taglio, da indagine sismica Masw.1 torre A16 (Limo argilloso, debolmente sabbioso, beige-verdastro, tendente al grigiastro in profondità) ÷[Argilla con limo debolmente sabbioso] |
| $\gamma_n=21,00$ KN/m ³ | peso volume naturale, da indagine sismica |
| $\nu=0,35$ m/s | coefficiente di Poisson, da indagine sismica |
| $G_o=400 \div [410]$ MPa | modulo di deformazione al taglio, da indagine sismica |
| $E_y=(1075) \div [1100]$ MPa | modulo elastico di Young dinamico, da indagine sismica |

(A16) SUBSTRATO DI BASE TERRENO DI FONDAZIONE. Materiale prevalentemente argilloso con frequenti variazioni litologiche dovute all'irregolare distribuzione intrinseca di silt e di sabbia, riferibile (come da carta geologica) alle "Argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre", a volte con intercalazioni gessose e rari frustoli carboniosi Q_a. CALABRIANO.

N.B. I dati a disposizione non consentono di valutare la potenza "attendibile" della formazione per la completa assenza di pozzi per acqua terebrati nelle vicinanze. Lo spessore è comunque da ritenersi rilevante, senz'altro superiore a 100 m.



La fig. 47 mostra il modello **geologico-geotecnico** di riferimento (Torre A16 progressa), desunto dalla correlazione delle indagini geologiche, geotecniche e geofisiche eseguite precedentemente.

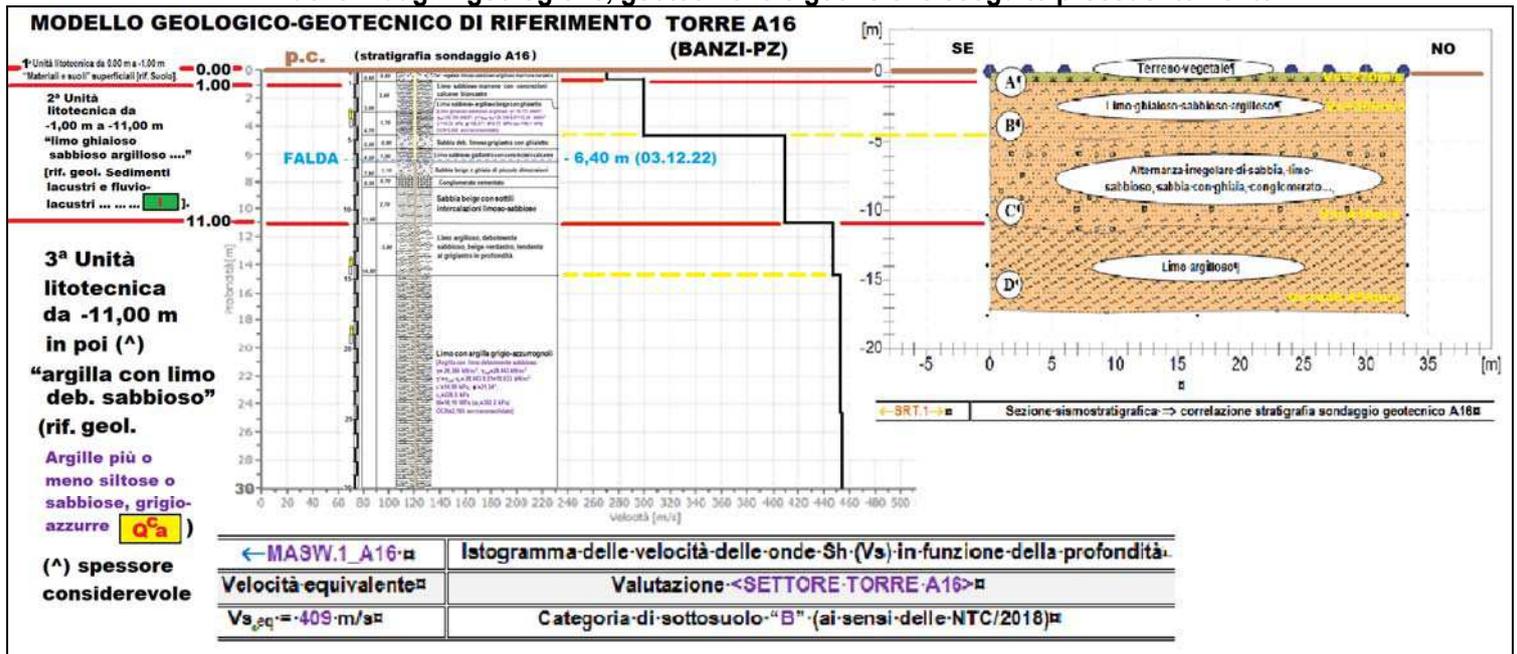


Fig. 47 – Modello geologico-geotecnico torre A16 (correlazione stratigrafia sondaggio geotecnico A16pz '22 /Indagine sismiche.

► **Valutazione litotecnica Torre: PG13**

Per la caratterizzazione **geotecnica e idrogeologica prevedibile**, attinente il terreno di fondazione della torre eolica PG13, che andrà a interessare verosimilmente (come da carta geologica) sedimenti riferibili alla formazione delle ARGILLE DI GRAVINA ⇒ Q_{c2} del CALABRIANO, ossia di depositi di **argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre...**, si può fare riferimento (per ora) ai parametri definiti per la **terza unità litotecnica** poc'anzi decritta.

7.2.2. Azione sismica. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche. Valutazione dell'azione sismica prevedibile, riguardante (con particolare riferimento) il suolo e il sottosuolo delle opere di maggiore rilevanza strutturale.

► **Valutazione geosismica torri eoliche: PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14 e PG15.**

Come anticipato (a titolo orientativo) si riportano i **risultati dei caratteri sismici ottenuti da indagini geofisiche progressa**, eseguite in aree viciniori 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 progressa 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** dei parametri sismici ed elastici, ottenuti **in precedenza** per siti viciniori 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. Pertanto, con riferimento **alla quota 0.00 piano campagna (^)** ai sensi delle NTC/2018, i valori della Velocità equivalente ($V_{s,eq}$) conseguiti portano a considerare la "condizione B" quale **categoria del sottosuolo**, afferenti "terreni ghiaioso-sabbiosi e/o sabbiosi e conglomeratici" per torri eoliche PG1, PG2, PG3, PG4, PG5, PG6, PG7, PG8, PG9, PG10, PG11, PG12, PG14 e PG15.



Tale determinazione, indicativa per il **sottosuolo delle aree limitrofe**, anche se **non esaustiva** delle reali condizioni sismiche delle stesse, può essere ragionevolmente considerata "possibile" per le aree in esame e sarà indubbiamente provata in fase esecutiva.

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 1,0 (valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica, tab. 3.2.V).

La **classe d'uso** di riferimento, per l'opera in progetto è la IV - Costruzione con funzioni pubbliche o strategiche importanti... (.....impianti di produzione di energia elettrica.....), per cui il **coefficiente d'uso** risulta $C_U=2,0$ (tab. 2.4.II).

Note (^) 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**.

► **Valutazione geosismica torre eolica: PG13**

Per la caratterizzazione geofisica prevedibile, attinente il terreno di fondazione della torre eolica **PG13**, che andrà a interessare verosimilmente (come da carta geologica) sedimenti riferibili alla formazione delle ARGILLE DI GRAVINA \Rightarrow **Q_{ca}** del **CALABRIANO**, depositi di **argille più o meno siltose o sabbiose, grigio-azzurre.....**, si è ritenuto opportuno **a favore di sicurezza** considerare la "condizione C" quale **categoria del sottosuolo**.

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 alla **stima dei parametri di risposta sismica di base come da allegato fuori testo (PMGDT_GENR03202_00 (<Allegato-stima parametri risposta sismica>))**.

7.3. 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) **adeguata** alle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione delle opere (**plinti con fondazioni su pali per tutti WTG (PG1.....PG15)**) e alcuni accorgimenti tecnici/procedure da attuare in fase esecutiva.

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 sempre in fase esecutiva).

7.3.1. Accorgimenti tecnici e, 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 circa 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, 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'elettrodotta 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.).

In pratica, l'elettrodotta sarà collocata "sotto l'alveo" ovvero 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'attuale "azione" morfologica delle acque superficiali.

► **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'idonea 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 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)

$\varphi' = 35^\circ$ 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 d'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, potrà essere 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 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 nell'ambito del volume geotecnico significativo del sottosuolo**.

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

Con particolare riferimento al par. 5.2. (Acque sotterranee e sorgenti, pag. 17) si ritiene opportuno riportare quanto già scritto evidenziando che.....per il **luogo in esame**, parte integrante del bacino idrografico del T. Basentello, facente parte di un bacino molto più ampio afferente l'alta valle del F. Bradano (Fossa bradanica/Fossa premurgiana), i **dati** a disposizione indicano che i terreni clastici di quest'area sono in **sostanza privi di falde acquifere profonde**, poiché immediatamente al di sotto gli strati **permeabili di conglomerati $Q^{c_{cg}}$** e di **sabbie Q^{c_s} di spessore contenuto**, sono, a modesta profondità, presenti le **argille impermeabili Q^{c_a}** . Dimodoché le falde idriche riscontrabili sono del tutto superficiali, come comprovato da diversi sondaggi effettuati in zona, che si sono "attestati" appunto nelle argille grigio-azzurre impermeabili **Q^{c_a}** , riscontrate a profondità mediamente compresa tra 12 e 13 m dal piano campagna. L'**acquifero** ha generalmente sede nelle **sabbie calcareo-quarzose a grana media e fine**, solitamente molto cementate, talora, solo in "apprezzabili" spessori di livelli di **sabbie argillose** con sottili lenti **ghiaiose**. Si evidenzia che la frazione argillosa, presente anche in forti concentrazioni, è normalmente molto consistente/dura.

La persistente presenza del substrato argilloso impermeabile, a breve profondità dal p.c., la ricorrente variabilità dello spessore e/o della discontinuità dello stesso, determina l'origine di falde acquifere da ritenersi, **periodiche, quantitativamente effimere, solo localmente utilizzabili** per gli usi irrigui e/o domestici. I pozzi manifestano portate comunemente modeste derivanti dall'unica falda acquifera che si viene a formare, appunto, quasi esclusivamente nelle suddette sabbie più o meno argillose e nei conglomerati.

Nel caso di specie, i sondaggi geotecnici eseguiti in precedenza (A16 e A22), hanno evidenziato:

- ▶ in corrispondenza della **torre A16** (sotto la copertura vegetale di 0.60 m)
 - ✓ **limo ghiaioso sabbioso argilloso** (per i primi 5 m circa), poi da alternanza irregolare di strati metrici di **sabbia, limo sabbioso, sabbia con ghiaia, conglomerato**, fino a circa 11 m, dopo da depositi limoso-argillosi, fino a 15 m circa e, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio-verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m).
 - ✓ **Livello statico -6.40 m in data 03/12/22**
- ▶ in corrispondenza della **torre A22** (sotto la copertura vegetale di 1.40 m)
 - ✓ **sabbia con limo**, per i primi 5 m circa, **limo con sabbia argillosa** giallastro, fino a circa 18 m, in seguito, da **argilla con limo**, dapprima grigio-verdastra, poi grigio-azzurra, fino a fondo foro (30 m).
 - ✓ **Livello statico -11.00 m in data 03/12/22**

Si sottolinea che, **oltre la profondità di 30 m**, i depositi di argilla con limo grigio-azzurra riscontrati presentano **spessore considerevole** e costituiscono il letto delle "precarie" falde acquifere sotterranee della zona in esame.

I terreni superficiali, solo localmente e per spessori assai contenuti, sono **mediamente permeabili, talora moderatamente permeabili o addirittura praticamente impermeabili**, poggiano su terreni che possono essere definiti **impermeabili** costituiti da: **limo argilloso, debolmente sabbioso.../ limo con argilla debolmente sabbiosa.../ Limo con argilla grigio-azzurrognoli...** (vedi stratigrafie pregresse par. 6.1.).



Le sorgenti nell'area bradanica in parola, poco numerose e piuttosto "povere" d'acqua, si vengono a determinare più frequentemente al contatto tra il basamento argilloso e le sovrastanti formazioni clastiche conglomeratico-sabbiose.

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, quasi sempre in mezzeria tra modestissimi impluvi rappresentati, per lo più, da "fossi" caratterizzati da erosione incanalata.

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 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 \geq 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.

Pertanto, si ribadisce che:

- ✓ vista la tipologia e l'entità del progetto, lo scorrimento delle acque superficiali non determina nuovi canali di scolo e che quelle d'infiltrazione non subiscono alterazioni e sono libere di muoversi nello strato acquifero secondo le dinamiche proprie dello stesso acquifero.
- ✓ le opere previste in progetto, sia sotto l'aspetto delle fondazioni, sia sotto l'aspetto della copertura territoriale creata, non interferiranno in maniera sostanziale con il regime delle acque superficiali di infiltrazione e quindi non determinano turbativa all'assetto idrogeologico del suolo.
- ✓ la zona oggetto degli interventi allo stato attuale è stabile e le opere realizzate non incidono sull'equilibrio idro-geomorfologico esistente

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

- 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 che sarà dedotta in fase esecutiva, derivante da calcoli strutturali eseguiti sulla base delle caratteristiche litotecniche determinate attraverso indagini geognostiche e geotecniche specifiche e puntuali da effettuare eseguire).
- 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]

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

- B) Eurocodice EC7 la profondità d'indagine [(V_{geot}) di altezza (H)] risulterebbe per gruppo di pali $>L+B'$:

$$H (V_{geot}) = L + B' = 20,00 + 13,00 = 33,00 \text{ m.}$$

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:



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

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 30 dic 2022

IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI





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

COMUNI DI BANZI, PALAZZO SAN GERVASIO (PZ) SPINAZZOLA (BT) LOCALITA' "PIANO MADAMA GIULIA"

IMPIANTO EOLICO "PIANO MADAMA GIULIA"

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA PRELIMINARE

Committente

Aren Green S.r.l. Unipersonale

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

Foggia 30 dic 2022

IL GEOLOGO
Dott. Antonio RASPATELLI



Elaborati consegnati

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

- ▶ PMGDTGENR03201_00 ("Relazione geologica, geotecnica, idrogeomorfologica e sismica").
 - PMGDTGENR03202_00 (<Allegato-stima parametri risposta sismica>).