

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI APRICENA

LOCALITÀ INCORONATA - SAN SABINO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO AVENTE POTENZA PARI A 99,2 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE - 16 AEROGENERATORI

Sezione:

SEZIONE A

Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA

Nome file sorgente:

SEZIONE A/EO.APR01.PD.A03.docx

Numero elaborato:

EO.APR01.PD.A.03

Scala:

Formato di stampa:

A4

Nome file stampa:

EO.APR01.PD.A.03.pdf

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



Progettista:

E-WAY FINANCE S.p.A.

Via Po, 23

00198 ROMA (RM)

P.IVA. 15773121007



CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

EO.APR01.PD.A.03

00

12/2021

A. Cauceglia

A. Bottone

A. Bottone

INDICE

PREMESSA	7
1 INTRODUZIONE	8
2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-TERRITORIALE.....	9
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	12
3.1 Inquadramento Geologico Regionale.....	12
3.2 Geologia di dettaglio dell'area di progetto	13
4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	18
5 ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA	21
7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA AREA.....	24
7.1 Normativa Vigente.....	24
7.2 Sismicità Storica Comune di Apricena.....	24
7.3 Accelerazione orizzontale massima attesa a_g.....	26
7.4 Sorgenti Sismogenetiche prossime all'area di progetto.....	28
7.5 Categoria Sismica Suolo di Fondazione	28
7.6 Coefficiente di amplificazione topografica.....	29
7.7 Definizione dell'azione sismica	30
8 Modello geologico di riferimento (mgr).....	32
9 Modello geotecnico	35
9 GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA	37
Bibliografia.....	39



**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E
GEOTECNICA**

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	3 di 39

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	4 di 39

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1- Inquadramento su base catastale turbine in località Incoronata.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2-Inquadramento su base catastale turbine AP07-AP08-AP09</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3- Inquadramento su base catastale turbine AP10-AP16.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4- Stralcio Foglio N°396- San Severo; TLP: Sintema di Motta del Lupo ; MLM: Sintema di Masseria la Motticella ; TPB: ; ALT: Calcare di Altamura ; GRA: Calcareniti di Gravina ; TPF: Sintema di Masseria Finamondo ;.....</i>	<i>13</i>
<i>FIGURA 5- Stralcio del Foglio N°162- CAMPOBASSO (Fonte: CARG).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6- Stratigrafia completa relativa al Sintema Masseria la Motticella.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7 – Affioramenti del Sintema Cava Petrilli nei pressi dell'aerogeneratore AP.01</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8 -Limiti del Sintema Motta del Lupo e Masseria Finamondo ricostruiti sulla base di dati di pozzo e consultazione cartografica</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9- Inquadramento rispetto al PAI AdB Distretto dell'Appennino Meridionale- UoM Puglia interregionale Ofanto. </i>	<i>20</i>
<i>Figura 10- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1</i>	Errore. Il segnalibro non è definito.
<i>Figura 11- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni; Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1).....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 12- Sorgenti Sismogenetiche Italiane individuate per il territorio di Apricena</i>	<i>28</i>



**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E
GEOTECNICA**

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	5 di 39

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1- Riferimenti catastali per le opere di progetto</i>	9
<i>Tabella 2- Interferenze PAI</i>	19
<i>Tabella 3- Interferenze rispetto il P.T.A.</i>	22
<i>Tabella 4- Storia Sismica Comune di Apricena</i>	25
<i>Tabella 5- Eventi sismici risentiti nel Territorio di Apricena</i>	25
<i>Tabella 6- Tabella con riportati i valori di disaggregazione di PGA</i>	27
<i>Tabella 7- Categoria Suoli di Fondazione</i>	29
<i>Tabella 8- Tabella Categoria Topografica</i>	30
<i>Tabella 9- Posizione spaziale del sito</i>	30
<i>Tabella 10- Stati limite considerati per l'opera in progetto</i>	31
<i>Tabella 11- Tabella coefficienti di amplificazione</i>	31
<i>Tabella 12- Parametri Sismici</i>	31
<i>Tabella 13- Unità litostratigrafiche interessate dall'installazione delle opere di progetto</i>	32

PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Incoronata - San Sabino", sito in agro di Apricena (FG).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico avente potenza nominale pari a 99,2 MW e costituito da:

- N° 16 aerogeneratori aventi diametro 162 m e altezza al mozzo pari a 119 m (per un'altezza complessiva di 200 m), ciascuno avente potenza nominale pari a 6,2 MW (aerogeneratore tipo modello Vestas V162);
- Due Cabine di Raccolta e Misura in MT a 30 kV;
- Linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione di 6 aerogeneratori alla prima Cabina di Raccolta e Misura;
- Linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessaria per l'interconnessione di 10 aerogeneratori alla seconda Cabina di Raccolta e Misura;
- Una Stazione Elettrica (SE) di trasformazione 150/30 kV Utente;
- Linee elettriche in MT a 30 kV in cavo interrato necessari per l'interconnessione delle due Cabine di Raccolta e Misura alla SE Utente di cui sopra;
- Una sezione di impianto elettrico comune con due impianti fotovoltaico in sviluppo (altro operatore), necessaria per la condivisione dello Stallo AT a 150 kV, assegnato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) all'interno della futura SE della RTN denominata "Torremaggiore". Tale sezione è localizzata in una zona adiacente alla SE Utente e contiene tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT necessarie per la condivisione della connessione.
- Tutte le apparecchiature elettromeccaniche in AT di competenza dell'Utente da installare all'interno della futura SE Terna "Torremaggiore", in corrispondenza dello stallo assegnato;
- Una linea elettrica in AT a 150 kV in cavo interrato di interconnessione tra la sezione di impianto comune e la futura SE RTN "Torremaggiore".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Finance S.p.A., avente sede legale in Via Po 23, 00198 Roma, P.IVA 15773121007.

1 INTRODUZIONE

Con riferimento al suddetto intervento progettuale si è pertanto proceduto ad uno studio d'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e geotecnico dell'area per la ricostruzione dell'assetto geologico locale e la caratterizzazione geotecnica dei terreni coinvolti dalle opere in progetto.

Il modello geologico di riferimento (MGR) è stato ricostruito al fine di fornire informazioni di supporto per la progettazione dell'opera. Inoltre, le azioni sismiche individuate in conformità del vigente D.M. 17/01/2018 dovranno essere introdotte per il calcolo e la verifica strutturale dell'opera.

Il modello geotecnico di riferimento ricostruito definisce invece le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, volte a definire un modello parametrizzato di sottosuolo in riferimento al volume significativo (paragrafo C 6.2.2 del D.M. 17/01/2018). Ciò dovrà costituire una base di supporto per le scelte progettuali al fine di fornire i parametri occorrenti per opportune e future analisi e verifiche delle opere.

2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO-TERRITORIALE

Gli aerogeneratori di progetto ricadono tutti nel territorio comunale di Apricena (FG). Il cavidotto interno, invece, attraversa i territori comunali di Apricena, San Severo, San Paolo di Civitate e Torremaggiore, tutti in provincia di Foggia. Nel Comune di Torremaggiore è previsto l'allacciamento alla RTN.

L'opera nel complesso è individuabile sulla Cartografia Tecnica Regionale – Puglia in scala 1:5000. Su carta IGM 1:25000 l'intervento si localizza ai fogli: 155-II-NE, 155-II-NO, 155-II-SE, 155-II-SO, 155-III-NE, 155-III-SE.

Su carta IGM 1:50000, invece, le opere ricadono nei fogli 395 e 396. Solo un piccolo tratto del cavidotto interno al parco eolico e la turbina AP01 ricadono al confine tra i fogli 396 e 383. Il cavidotto interno all'area parco ed esterno di collegamento alla sottostazione d'utenza attraversa i seguenti fogli catastali:

COMUNE (FG)	FOGLIO
Apricena	14-15-16-34-35-36-49-60-61-62-68-70-71-76
San Paolo di Civitate	9-10-12-28-29-31-44
San Severo	12-18-20-25-27-33-35-36-37-39
Torremaggiore	8-21-27-28-29-30-31-41-43-44

Il tratto in AT interrato di collegamento alla stazione Terna, invece, attraversa il Foglio Catastale 7 del Comune di Torremaggiore. I riferimenti catastali degli aerogeneratori di progetto sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 1- Riferimenti catastali per le opere di progetto

ELENCO FOGLIO E PARTICELLE AEROGENERATORI					
Aerogeneratore	Catasto				TIPO AEROGENERATORE
	Comune	FG	P.IIa	Classamento	
1	Apricena	15	14	Sem. Irr. + Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
2	Apricena	16	295	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
3	Apricena	34	199	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
4	Apricena	34	239	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW

5	Apricena	35	176	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
6	Apricena	49	163	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
7	Apricena	60	68	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
8	Apricena	61	303	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
9	Apricena	62	101	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
10	Apricena	68	236	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
11	Apricena	68	141	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
12	Apricena	70	322	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
13	Apricena	70	24	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW
14	Apricena	71	40	Sem. Irr. + Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
15	Apricena	71	82	Sem.	VESTAS V162 - 6,2 MW
16	Apricena	76	148	Sem. Irr.	VESTAS V162 - 6,2 MW

A seguire, nelle figure successive, è visibile un inquadramento su planimetria catastale degli aerogeneratori di progetto.

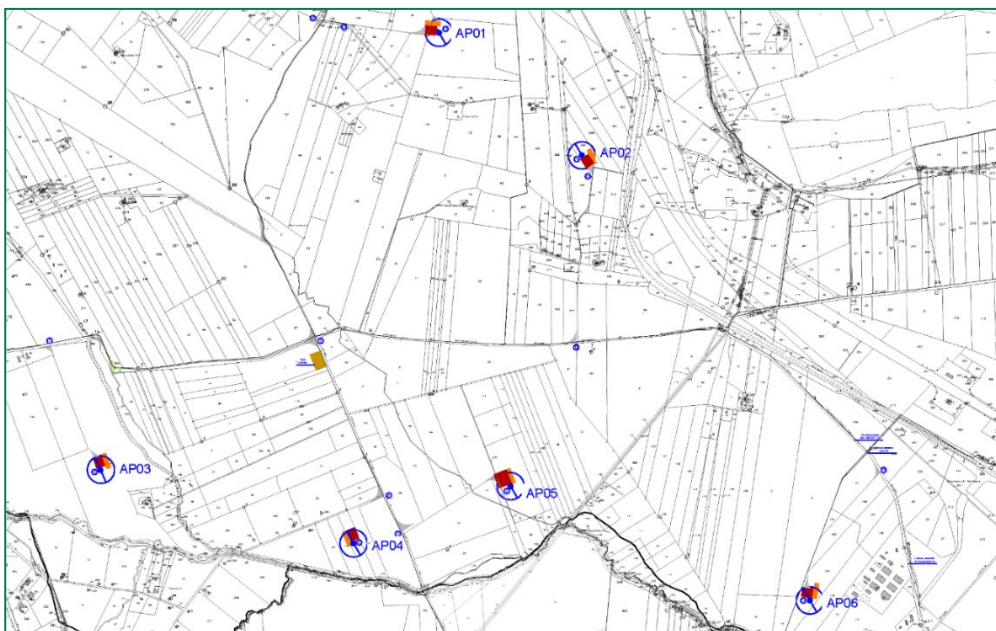


Figura 1- Inquadramento su base catastale turbine in località Incoronata

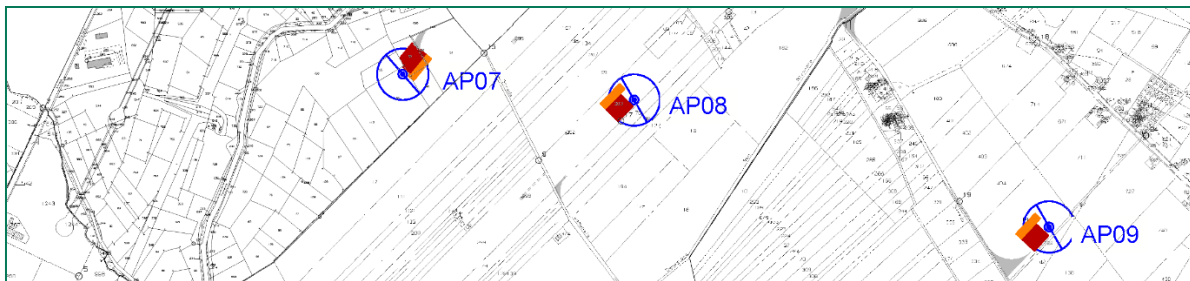


Figura 2-Inquadramento su base catastale turbine AP07-AP08-AP09

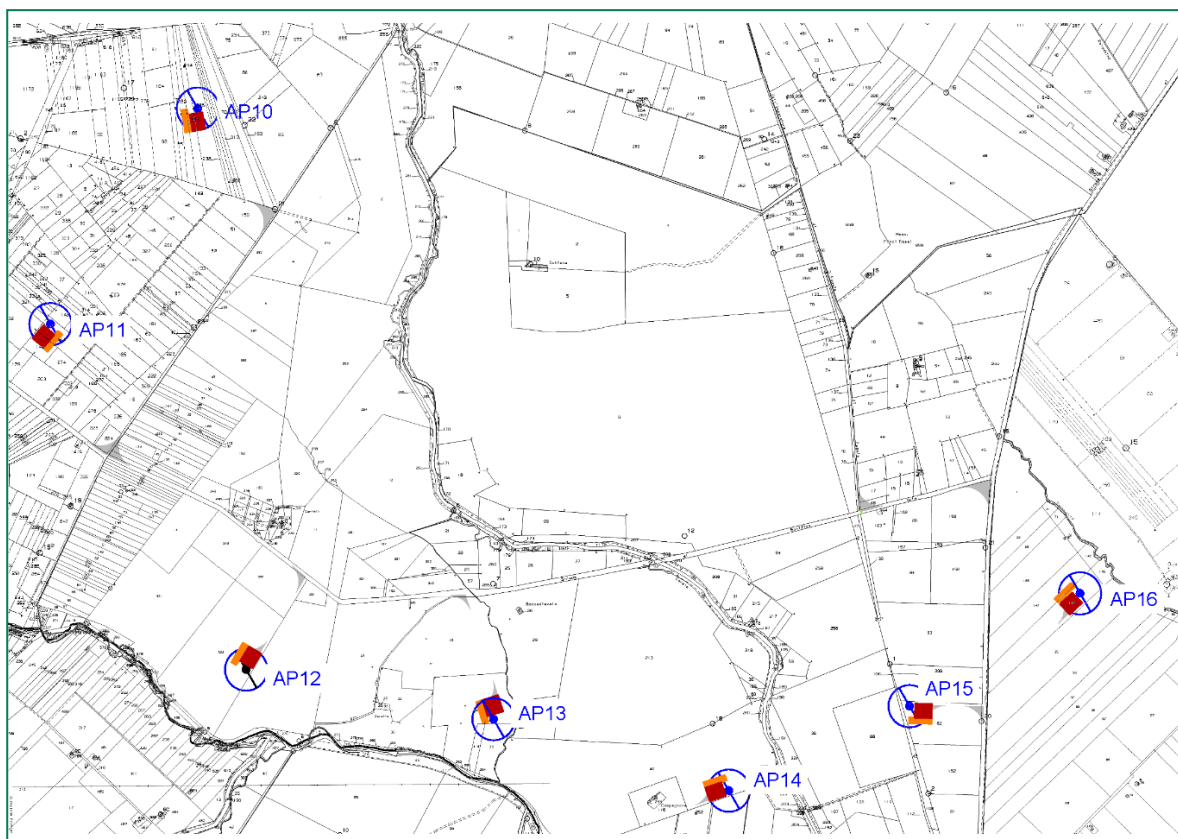


Figura 3- Inquadramento su base catastale turbine AP10-AP16

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

3.1 Inquadramento Geologico Regionale

L'area oggetto di studio si inquadra su scala regionale a cavallo tra la fossa meso-Adriatica a nord, l'avampaese del Gargano ad est, il tratto di avanfossa Appenninica a sud ed il fronte della catena Appenninica ad ovest. Il limite strutturale di quest'area è marcato dalla zona di trasferimento destra delle Isole Tremiti, caratterizzata da un sistema di faglie trascorrenti con componente destra, localizzata a circa 50 km a nord dal Promontorio del Gargano ed aventi direzione preferenziale ENE-WNW.

L'assetto strutturale appena esposto è espressione della subduzione della piattaforma Apula al di sotto della catena Appenninica (*Doglioni et alii., 1994, 1999*). Il carico litostatico di quest'ultima ha pertanto disposto le condizioni per la flessurazione dell'avampaese Apulo e la conseguente formazione di un bacino di avanfossa colmato da circa 3000 metri di sedimenti clastici di età Plio-Pleistocenica. In riferimento a ciò, il promontorio del Gargano rappresenta un alto strutturale dell'avampaese, contenente una potente sequenza (~ 400 m) di sedimenti carbonatici Mesozoici emersi a seguito dei sopracitati processi di *peripheral bulge* delle Murge (*Royden et al., 1987; Patacca & Scandone, 2001*). La dinamica deposizionale della piana del Tavoliere può essere invece schematizzata in due fasi principali: una marcata subsidenza avvenuta tra il Pliocene ed il Pleistocene e causata dalla flessurazione della Piattaforma Apula (1), seguita da una fase di uplift a partire dal Pleistocene inferiore e protrattasi per tutto il Quaternario (2). Alla prima fase sono associati i depositi dell'unità trasgressiva del cosiddetto "Ciclo Bradanico", cui fanno parte i depositi emipelagici della Fm. delle Argille Subappennine; la seconda fase è invece ascrivibile sia alla chiusura del Ciclo Bradanico, i cui prodotti poggiano in concordanza sulle Argille Subappennine, che alla presenza di cicli sedimentari più recenti limitati dal loro substrato da superfici di unconformity.

In quest'area sono stati inoltre identificati cinque distinti sistemi di faglia aventi direzioni ed età differenti: un sistema di faglie normali ad andamento NW-SE, attivo dal tardo Pliocene al Pleistocene inferiore; un sistema di faglie verticali ad andamento NE-SE attivo durante il Pleistocene inferiore; un sistema di faglie transpressive ad alto angolo con direzione WNW-ESE attivo durante il Pleistocene inferiore; un sistema di faglie normali con andamento WNW-ESE attive fino al Pleistocene medio con nessuna evidenza di attività recente; ed un sistema di faglie normali con andamento WNW-ESE attivo in tempi recenti.

3.2 Geologia di dettaglio dell'area di progetto

L'area di progetto si colloca in area cartografata e riportata nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) e ricade nel Foglio N°396 – San Severo:

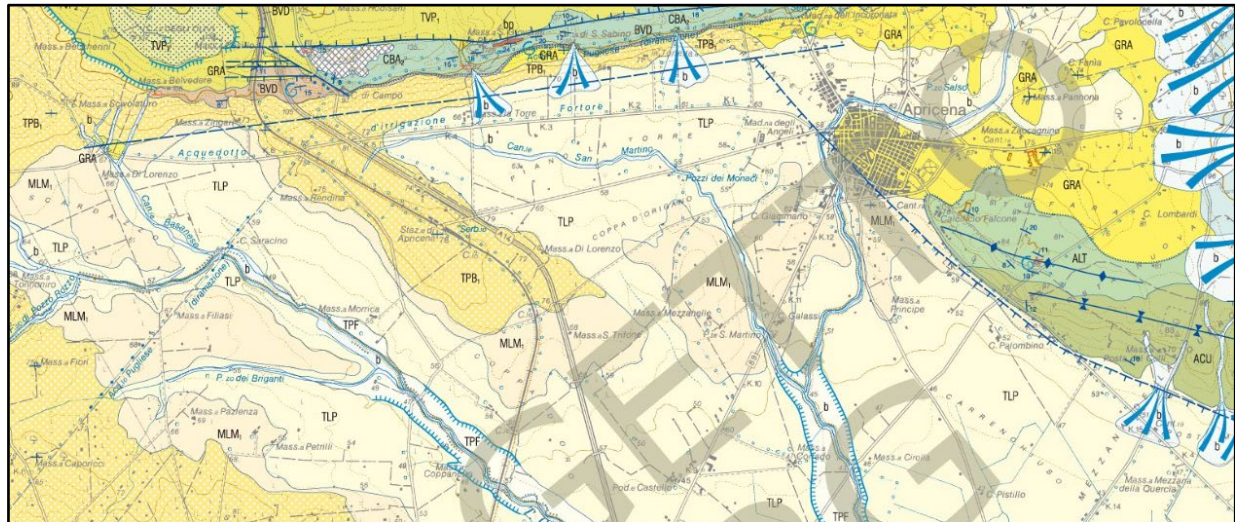


Figura 4- Stralcio Foglio N°396- San Severo; TLP: Sintema di Motta del Lupo ; MLM: Sintema di Masseria la Motticella ; TPB ; ALT: Calcare di Altamura ; GRA: Calcareniti di Gravina ; TPF: Sintema di Masseria Finamondo ;

FIGURA 5- Stralcio del Foglio N°162- CAMPOBASSO (Fonte: CARG)



Il rilevamento geologico eseguito nell'area di progetto e suoi immediati dintorni ha permesso di cartografare e distinguere le unità litostratigrafiche di seguito riportate,

Calcarenite di Gravina (GRA) – rappresenta insieme alle Argille subappennine l'unità basale della successione plio-pleistocenica del Tavoliere, affiorante principalmente ad est dell'abitato di Apricena. L'unità litostratigrafica della Calcarenite di Gravina è costituita essenzialmente da strati e/o banchi di calcareniti bioclastiche e biocalciruditi con spessore di circa 2-3 metri. Tale unità poggia in discordanza o paraconcordanza sia sui Calcari di Bari che sulla Fm. di Masseria Belvedere. Lo spessore affiorante è di circa 30-40 metri, pur essendo questo estremamente variabile lateralmente.

A tetto della successione delle calcareniti di Gravina sono presenti in discordanza i depositi terrigeni del supersistema del Tavoliere di Puglia. Quest'ultimi costituiscono una copertura relativamente sottile e a geometria tabulare di sedimenti clastici di natura marina e continentale depositatisi a seguito del sollevamento regionale che ha interessato sia l'avanfossa che l'avampaese apulo e responsabile quindi della generalizzata regressione marina. Il supersistema del Tavoliere di Puglia include i depositi plio-pleistocenici terrazzati associati al ciclo di chiusura bradanico i quali, nello specifico dell'area oggetto di studio, possono essere distinti in quattro sintemi:

Sintema di Cava Petrilli; costituisce l'unità più antica del supersistema del Tavoliere di Puglia ed affiora in discordanza sulle Calcareniti di Gravina nel settore nord-occidentale dell'area di progetto. In questa porzione di territorio è stato possibile risalire ai caratteri stratigrafici e sedimentologici grazie alla presenza di buone esposizioni lungo tagli stradali e ferroviari. La base del sintema di Cava Petrilli è costituita da 5-6 metri di alternanze sabbioso-argillose passanti gradualmente verso l'alto a livelli arenitici-sabbiosi e localmente ghiaiosi. Sono state identificate negli affioramenti superfici di escavazione erosiva colmate da corpi sabbiosi, i quali presentano strutture trattive a laminazione incrociata.

L'intera successione è interessata da rapide variazioni di facies, in cui i corpi sabbioso-ghiaiosi o sabbioso-argillosi passano lateralmente a depositi a prevalente componente sabbiosa, indicatori questi di un ambiente transizionale di delta. **L'Aerogeneratore AP.01 è ubicato in corrispondenza di tale sintema.**

Sintema Masseria la Motticella, il quale include il subsintema di Amendola. Quest'ultimo affiora nella porzione occidentale dell'area di progetto **in corrispondenza dell'Aerogeneratore AP.04**. I caratteri sedimentologici ed i suoi rapporti laterali con le unità litostratigrafiche a letto e a tetto della successione possono essere desunti solo da dati di pozzo, in quanto non sono presenti sezioni affioranti tali da consentire un'analisi di maggior dettaglio. In riferimento a ciò, il pozzo SS3 (fonte: CARG) ubicato in località il Casone (~ 6 km SE dall'abitato di S. Severo) ha intercettato la successione completa, la quale partendo dal basso contiene una base di circa 3 metri di sabbie fini giallastre con intercalazioni siltose passanti verso l'alto a circa 25 metri di sabbie bioturbate con graduale aumento di granulometria. La base della successione poggia in discordanza sulle argille subappennine.

Di seguito la stratigrafia del pozzo SS3 reperita dalle Note Illustrative del Progetto CARG (Foglio N°396- San Severo):

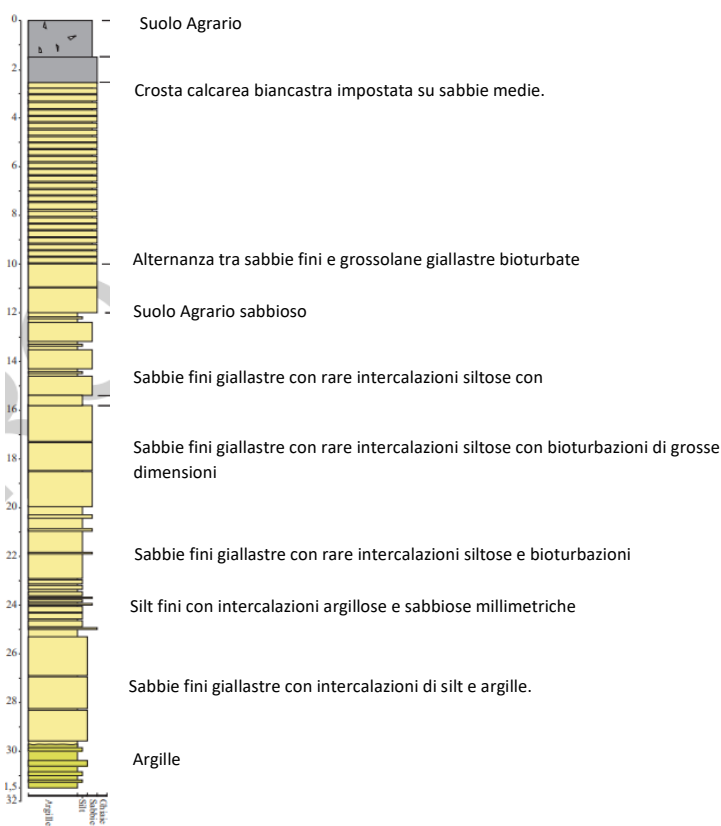


Figura 6- Stratigrafia completa relativa al Sintema Masseria la Motticella

Sintema Motta del Lupo, rappresenta un'unità estremamente eterogenea sia litologicamente sia in termini di potenza stratigrafica. Lo spessore varia infatti dai 5-6 metri nel settore occidentale a circa 30 metri nel settore prossimo al T.Candelaro (Moretti, 2010). Dal rilevamento in sito non sono stati riconosciuti affioramenti significativi di tale unità, pertanto i caratteri stratigrafici e sedimentologici sono stati desunti solo mediante il reperimento di sondaggi a carotaggio continuo (fonte: *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale- ISPRA*) effettuati in aree adiacenti i punti turbina. In riferimento a ciò, il Sintema di Motta del Lupo è caratterizzato da un'alternanza di livelli a componente argilloso-siltoso e sequenze a componente in prevalenza sabbiosa, il cui spessore è altamente variabile e funzione delle locali condizioni idrodinamiche, di norma associate ad ambienti deposizionali alluvionali. In alcuni settori infatti (*Sondaggio SS3- Località Masseria Mazzanagrande*) prevalgono litologie argillose, con sequenze di argille verdi e rare

intercalazioni sabbie e siltose, ascrivibili a zone di esondazione e/o paludose; in altri (e.g. Sondaggio 198305, Località Masseria Galasso) prevale invece la componente sabbiosa.

Il Sintema Masseria Finamondo, si rinviene in discordanza sul Sintema di Motta del Lupo e rappresenta una sequenza di sedimenti marini sovrastati da una spessa coltre di depositi alluvionali. Le ricostruzioni effettuate da Moretti (2010) mediante dati di pozzo ha consentito di individuare i principali caratteri litostratigrafici: alla base della successione è presente una sequenza di circa due metri di alternanze argilloso-sabbiose, passanti verso l'alto a tre metri di alternanze ghiaioso-sabbiose. La successione si chiude con una sequenza di circa venti metri di argille brune con locali intercalazioni sabbiose e frequenti concrezioni calcaree. I caratteri sedimentologici del Sintema Masseria Finamondo evidenziano il graduale passaggio da un ambiente marino/transizionale ad un contesto francamente continentale. Così come il sottostante Sintema Motta del Lupo, quest'unità è stata cartografata attraverso l'incrocio tra i dati estrapolati dalla cartografia geologica 1:50.000 (Progetto CARG) e le verticali d'esplorazione rese disponibili dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

I depositi alluvionali recenti si ritrovano invece lungo i principali corsi d'acqua, spesso su superfici terrazzate. Sono costituiti da alternanze di sabbie, limi e argille nerastre i cui spessori risultano maggiori in corrispondenza delle aste fluviali a regime perenne.

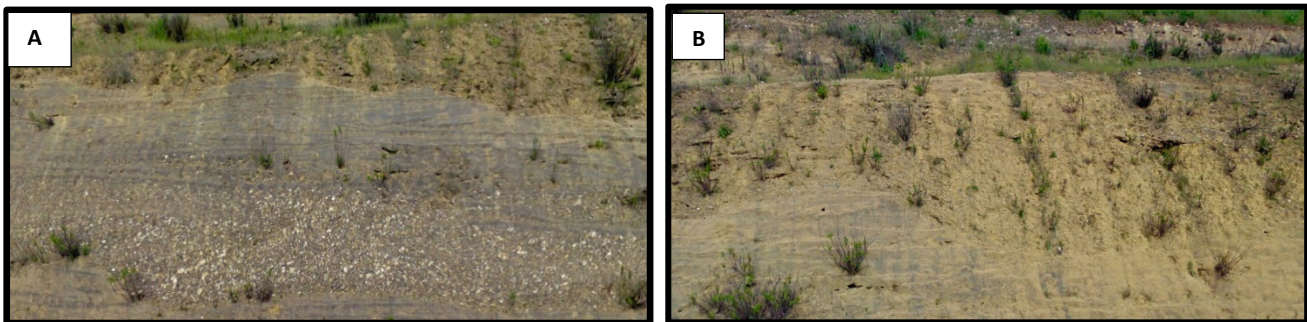


Figura 7 – Affioramenti del Sintema Cava Petrilli nei pressi dell'aerogeneratore AP.01

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	17 di 39

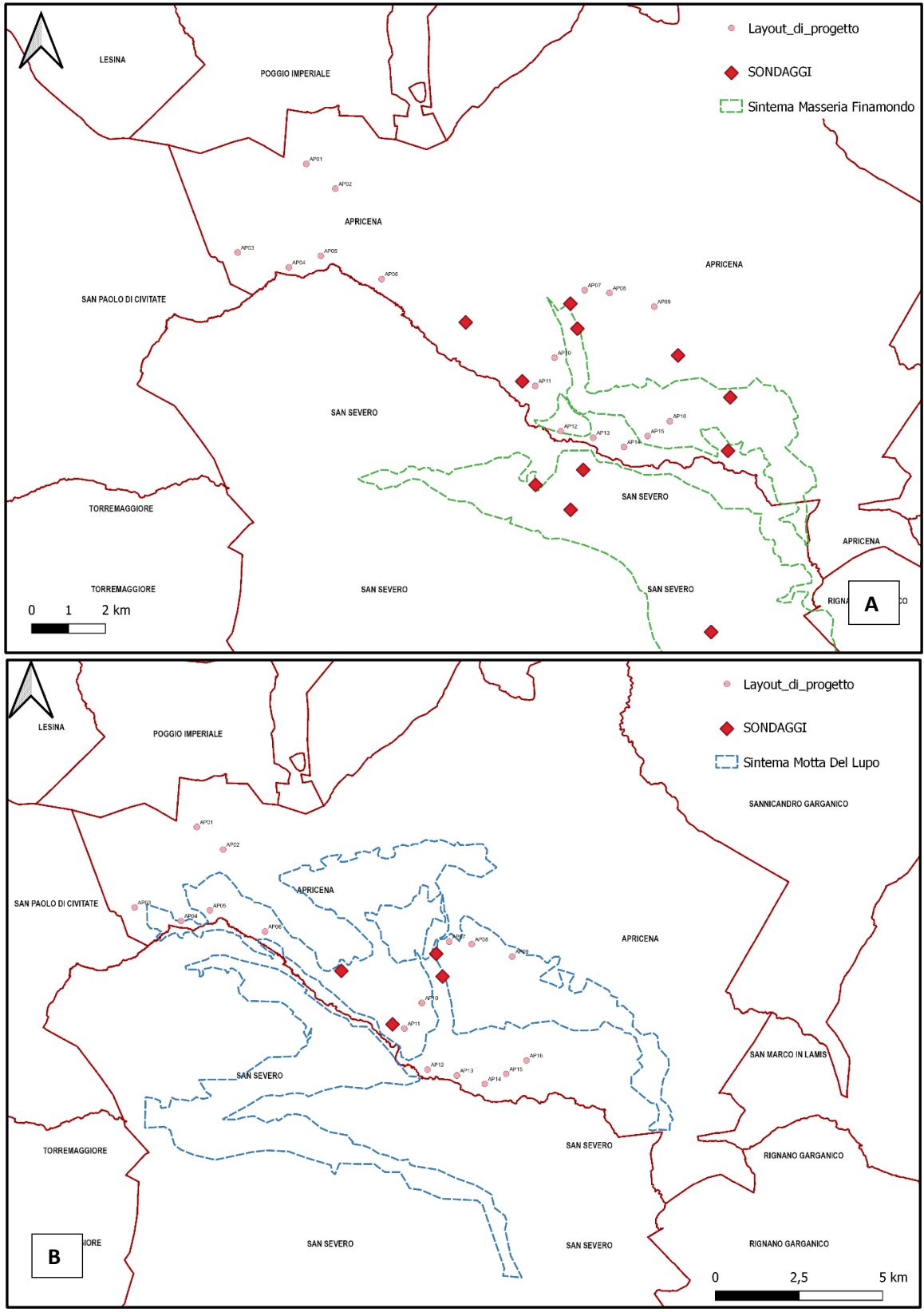


Figura 8 -Limiti del Sintema Motta del Lupo e Masseria Finamondo ricostruiti sulla base di dati di pozzo e consultazione cartografica

4. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'intero impianto si localizza all'interno del dominio geomorfologico del Tavoliere di Puglia, un'area distribuita su una superficie pianeggiante con estensione pari a 4000 m² e delimitata dagli alti strutturali del Gargano a nord e dal Subappennino Dauno a sud. Gran parte dell'area di impianto ricade inoltre all'interno del bacino idrografico del Torrente Candelaro, il quale si sviluppa in direzione NW-SE e riceve numerosi affluenti in destra orografica, caratterizzati da un basso profilo d'equilibrio ed alvei non confinati. Il pattern del Torrente Candelaro mostra il tipico carattere di sovrapposizione, ovvero adattamento del reticolo alle preesistenti condizioni litostrutturali, in quanto gran parte del suo tracciato segue la faglia del Candelaro. Quest'ultima demarca l'hangingwall del Tavoliere dal footwall del dominio apulo-garganico di avampaese. Un ulteriore elemento morfostrutturale responsabile dell'attuale assetto morfologico dell'area oggetto di studio sono le faglie ad andamento E-W in corrispondenza delle Cave di Apricena, le quali marcano il contatto tra le Calcareni di Apricena (o Calcareni di Gravina) ed i sovrastanti depositi sabbioso-limosi plio-pleistocenici, creando strutture ad horst e graben.

Nel complesso, l'unità fisiografica di riferimento per le opere di progetto è riconducibile ad una pianura di sollevamento, con energia del rilievo bassa, quote topografiche declinanti verso il mar Adriatico e variabili dai 200 m.s.l.m. fino a valori minimi di 10-20 m.s.l.m da ritrovarsi lungo l'attuale fondo valle.

L'attuale assetto geomorfologico e litostratigrafico risulta nel complesso connesso all'interazione tra le fasi di regressione marina avvenute nel Quaternario e le oscillazioni glacioeustatiche del livello marino. Il ciclo regressivo ha infatti predisposto le condizioni per la deposizione di sedimenti silicoclastici di ambiente gradualmente meno profondo. Di contro, le variazioni del livello del mare associate alle oscillazioni glacioeustatiche hanno favorito l'azione erosiva e l'incisione di suddetti depositi, creando una serie di paleosuperfici di origine marina e fluviale poste a quote maggiori rispetto le attuali piane di fondo valle. Alcune di queste scarpate sono state interessate da una successiva rielaborazione in quanto ricoperte dagli attuali depositi alluvionali, altre sono invece di facile individuazione in quanto alcuni gradini morfologici di altezza significativa sono tutt'ora rilevabili. I caratteri morfologici sono connessi anche alla morfo-dinamica fluviale recente ed attuale e – in riferimento agli obiettivi del presente studio- non indicano particolari condizioni di rischio per le opere di progetto in quanto i processi di evoluzione e rimodellamento si esplicano in maniera marginale, in virtù dell'assenza di gradienti topografici ed idraulici significativi e mancanza di circolazione attiva delle acque meteoriche.

Nonostante il basso potenziale dell'area a fenomeni di instabilità geomorfologica, per l'area oggetto di studio è stata consultata la cartografia relativa al Progetto IFFI, il quale riporta la distribuzione aggiornata al 2021 dei depositi franosi suddivisi in base alla tipologia, cinematismo, stato di attività e materiali coinvolti. Dall'analisi cartografica non sono stati identificate frane attive o quiescenti censite dal Progetto IFFI.

Il sito indagato ricade nei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico **dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, Unit of Management Regionale (UoM) Puglia e interregionale Ofanto** (ex Autorità di Bacino interregionale Puglia) per quanto riguarda l'ubicazione degli aerogeneratori. Parte del cavidotto di progetto e la relativa sottostazione ricadono invece nella **Unit of Management (UoM) Fortore**. La tabella riportata di seguito evidenzia le interferenze con le aree perimetrare dal PAI delle relative UoM:

Tabella 2- Interferenze PAI

Opere di Progetto	Unit of Management Regionale	Interferenze
Aerogeneratori e piazzole	UoM Puglia e interregionale Ofanto	Nessuna interferenza
Cavidotto interrato MT	UoM Puglia e interregionale Ofanto	Parziale interferenza con area a Pericolosità Geomorfologica media e moderata (PG1)
Cavidotto interrato e Sottostazione E-WAY	UoM Fortore	Parziale interferenza tra cavidotto interrato ed area a Rischio Idraulico Medio (RI2)

Come si evince dalla Tab.2 alcuni tratti del cavidotto di progetto risultano interferenti con aree a Pericolosità Geomorfologica media e moderata PG1. Per ciò che concerne i tratti a Pericolosità media e moderata le NTA dell'UoM Puglia e interregionale Ofanto non applicano particolari prescrizioni, in quanto *"sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purchè l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze"* (Art. 15 NTA AdB Appennino Meridionale, UoM Puglia e interregionale Ofanto). A tal proposito, si specifica che il cavidotto si attesterà in corrispondenza di questi tratti per la quasi totalità lungo viabilità esistente per cui, data l'entità ridotta dell'opera e la superficialità dell'intervento non si prevedono incrementi delle condizioni di rischio.

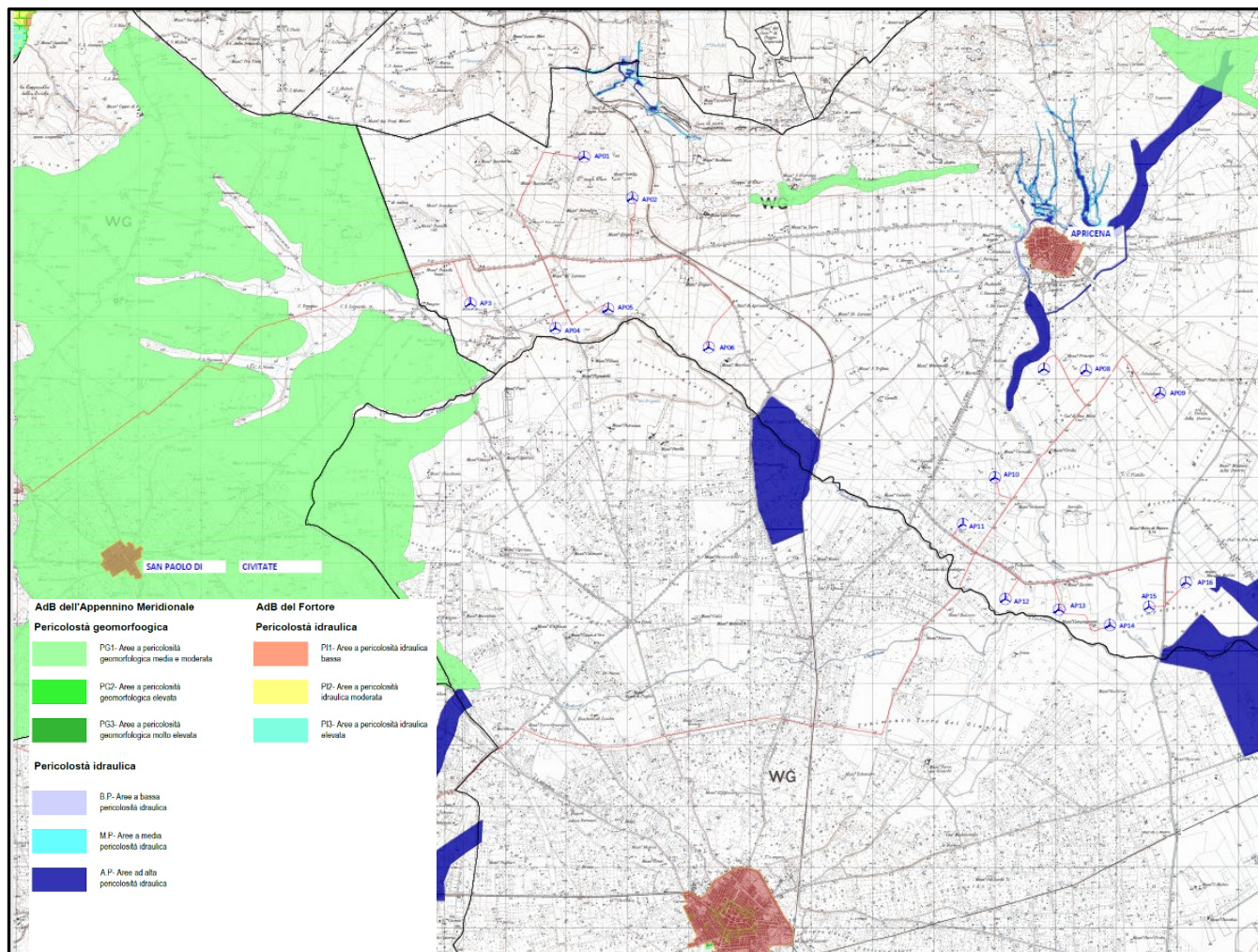


Figura 9- Inquadramento rispetto al PAI AdB Distretto dell'Appennino Meridionale- UoM Puglia interregionale Ofanto.

5 ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Le caratteristiche idrogeologiche del sito oggetto del presente studio sono fortemente influenzate dalla natura dei terreni affioranti, dal loro relativo grado di permeabilità e dalle eventuali pendenze del rilievo. In corrispondenza dell'area di progetto possono essere riconosciuti tre sistemi idrogeologici principali:

- Un acquifero profondo di natura carbonatica la cui permeabilità è data dalla fessurazione e carsismo
- Un acquifero intermedio interposto nella formazione argillosa delle Argille Subappennine e caratterizzato da valori di permeabilità per porosità primaria.
- Un acquifero superficiale costituito dall'insieme dei depositi sabbioso-conglomeratici, marini ed alluvionali con permeabilità singenetica per porosità primaria.

L'acquifero profondo è ubicato in corrispondenza dei calcari Mesozoici della piattaforma Apula sepolti al di sotto della sequenza regressiva del Tavoliere. Suddette sequenze carbonatiche ospitano falde idriche le cui caratteristiche idrauliche sono funzione dell'intensità di fratturazione e carsismo degli ammassi rocciosi, oltre che legate alle strutture che fungono da direttrici di flusso preferenziali. I valori di permeabilità K sono tuttavia compresi tra i 10^{-3} e 10^{-5} m/s, pur essendo questo parametro altamente variabile dato il carattere di anisotropia verticale e laterale dell'acquifero. La circolazione idrica sotterranea in suddette successioni è legata lateralmente alle falde idriche ospitate nei sedimenti carbonatici del Gargano, i cui livelli acquiferi si attestano a profondità comprese tra i 100 ed i 350 m dal p.c. in corrispondenza dell'area di progetto (Fonte: Istituto per la Protezione e la Ricerca Ambientale -ISPRA)-

L'acquifero intermedio è caratterizzato da corpi discontinui e lenticolari contenuti nella Fm. delle Argille Subappennine, le quali non affiorano in corrispondenza dell'area di progetto ma sono stati intercettate da sondaggi a carotaggio continuo effettuati per la ricerca di idrocarburi. Dalla consultazione bibliografica (Cotecchia et al., 1995; Maggiore et al., 2004) è emersa infatti la presenza di lenti sabbioso-limose incluse all'interno della sequenza argillosa sopracitata, le cui quote piezometriche si attestano a profondità di circa 200 m.s.l.m, ad ogni modo funzione della profondità del tetto delle Fm. delle Argille Subappennine. I valori di permeabilità K di suddette lenti risultano modesti e tipici delle litologie sabbioso-limose ($K= 10^{-9} - 10^{-5}$ m/s).

L'acquifero superficiale, delimitato a letto dall'aquitard della Formazione delle Argille Subappennine, è ubicato all'interno dei depositi di natura continentale e marina del Tavoliere. Data l'elevata anisotropia

verticale e laterale di suddetto acquifero, i valori di permeabilità ricadono in un range piuttosto ampio, includendo quindi diverse classi ($K = 10^{-4} - 10^{-6}$ m/s), i cui valori sono funzione soprattutto della granulometria dei terreni. L'ambiente deposizionale di tipo alluvionale è tale da ricondurre la circolazione idrica sotterranea non ad un'unica falda ma bensì ad un sistema multifalda che circola perlopiù in condizioni freatiche, i cui livelli idrici sono comunque idraulicamente interconnessi.

5.1 Inquadramento rispetto al Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque, P.T.A., Regione Puglia, approvato con Delibera di Consiglio n. 230 del 20 Ottobre 2009 rappresenta uno strumento tecnico e programmatico finalizzato principalmente alla tutela quali-quantitativa, alla riqualificazione e utilizzo sostenibile delle risorse idriche ai sensi dell'art. 121 del d.lgs. 152/06. L'area oggetto di intervento ricade all'interno del Bacino Idrografico del Torrente Candelaro e nel Complesso Idrogeologico del Tavoliere riportato nella Tav.C.03 del suddetto piano - "Acque Sotterranee". Dall'analisi cartografica allegata al presente piano è emerso che l'area di progetto nel suo complesso non ricade all'interno di aree perimetrare come Zona di Protezione Speciale Idrogeologica (ZPSI). In riferimento alle aree sottoposte a specifica tutela e pertanto richiedenti specifiche misure di protezione e prevenzione (NTA del P.T.A., Titolo III) in Tab.3 sono riportate le seguenti interferenze:

Tabella 3- Interferenze rispetto il P.T.A.

Aerogeneratore	Interferenza	
AP.01	INT.01	Interferente con "Bacini Aree Sensibili"
AP.02	INT.02	Interferenza con "Corpo Idrico, acquifero calcareo utilizzato a scopo potabile"
AP.10, AP.11	INT.03	Interferenza con "Zone Vulnerabili da Nitrati"

La prima interferenza riportata in tabella (INT.01) interessa l'aerogeneratore AP.01, ricadente all'interno di una zona identificata come "Bacini Aree Sensibili", tutelata per il contenimento dell'apporto di nutrienti derivanti dagli scarichi delle acque reflue urbane nelle aree sensibili all'interno delle quali si applicano, se ne ricorrono le condizioni, le disposizioni di cui all'art. 106 del D.Lgs. 152/2006, inerenti l'obbligo del rispetto

dei limiti aggiuntivi relativi alla rimozione del fosforo e dell'azoto (N.T.A. art. 27). In riferimento alla seconda interferenza (INT.02), l'aerogeneratore AP.02 è ubicato in corrispondenza di un'Area di Tutela Quantitativa, riportata negli allegati A e C del P.T.A ed identificato come "Corpo Idrico, acquifero calcareo utilizzato a scopo potabile". Le N.T.A del P.T.A. perimetrano suddette aree le quali rappresentano *zone soggette a tutela in quanto sottoposte a stress per eccessivo prelievo* (art. 55 NTA). In aggiunta, gli aerogeneratori AP.10 e AP.11 interferiscono invece con corpi idrici ricadenti nelle *Zone Vulnerabili ai Nitrati* in cui, ai sensi dell'Art.28 delle NTA, vengono applicate le disposizioni del programma d'azione dei Nitrati (PdA) il quale contiene le misure necessarie alla protezione ed al risanamento da tale contaminante.

In riferimento a tali perimetrazioni risulta opportuno evidenziare che le opere in progetto non prevedono emungimenti o prelievi dalle falde esistenti a scopi irrigui/industriali, né emissioni di sostanze chimico-fisiche tali da perturbare gli equilibri geochimici delle acque superficiali e sotterranee. Pertanto **il progetto risulta compatibile con le prescrizioni previste dal Piano Tutela delle Acque.**

7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA AREA

7.1 Normativa Vigente

Le azioni sismiche di progetto vengono definite dalle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018). Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla Pericolosità Sismica di Base dell'area di indagine e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale ed ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR. I valori di a_g , F_0 , e T^*_c sono i parametri su sito rigido orizzontale che definiscono le forme spettrali per ciascuna probabilità di superamento PVR in un determinato periodo di riferimento.

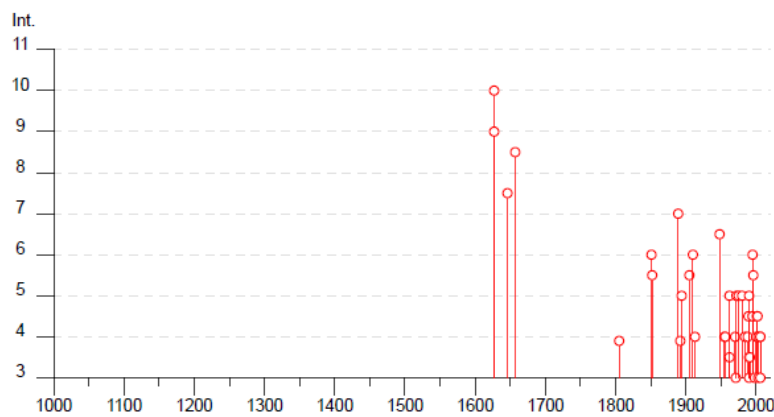
7.2 Sismicità Storica Comune di Apricena

La storia sismica (INGV- Database Macrosismico Italiano – versione DMI15 v3.0) del territorio di Apricena riporta 46 eventi sismici risentiti nell'area.

I due principali con intensità fino a 6-7 e 6, sono riferiti agli eventi del 1948 e 1995 con epicentro nel Gargano. I criteri per la classificazione della pericolosità sismica sono stati definiti dall'Ordinanza del PCM 3519/2006 che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore di accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante con probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. Il territorio del Comune di Apricena è indicato nell'OPCM 3274/2003 ed aggiornato con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n.153 del 2.03.2004 come **zona sismica 2**. Tale zona è caratterizzata da *una pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti* con valori di pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido pari 0,25 g. Tale valore di pericolosità non ha però influenza sulla progettazione. Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), infatti hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali.

Tabella 4- Storia Sismica Comune di Apricena
Apricena

PlaceID IT_62085
 Coordinate (lat, lon) 41.784, 15.444
 Comune (ISTAT 2015) Apricena
 Provincia Foggia
 Regione Puglia
 Numero di eventi riportati 46


Tabella 5- Eventi sismici risentiti nel Territorio di Apricena

Effetti	In occasione del terremoto del						NMDF	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale		
5	1894	03	25				Gargano	27	6-7 4.90
5-6	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5 4.61
2-3	1905	11	26				Irpinia	122	7-8 5.18
NF	1908	01	08	21	41		Isole Tremiti	3	5 4.16
6	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8 5.76
4	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8 5.35
6-7	1948	08	18	21	12	20	Gargano	58	7-8 5.55
4	1955	02	09	10	06		Gargano	31	6-7 5.05
4	1956	09	22	03	19	39	Gargano	57	6 4.64
3-4	1962	01	19	05	01	25	Gargano	31	5 4.42
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9 6.15
4	1970	01	21	18	36	25	Gargano	14	5 4.34
3	1971	05	06	03	45	05	Irpinia	68	6 4.83
5	1972	02	29	20	54	1	Gargano	21	6 4.71
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6 5.02
5	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8 5.86
4	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78	5.36
4-5	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5 4.34
3	1990	02	01	06	24	1	Isole Tremiti	27	4.43
3-4	1990	02	13	09	15	2	Isole Tremiti	13	4 4.20
NF	1990	02	18	20	10	4	Adriatico centrale	46	4.24
5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
3-4	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7 5.08
6	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6 5.15
4-5	1995	10	05	23	51	0	Gargano	20	5 3.95
4-5	1995	10	08	09	12	3	Gargano	13	4-5 3.48
5-6	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6 4.35
3	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409	5.26

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	26 di 39

Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4	2000	08	30	13	45	1	Isole Tremiti	12		4.23
4-5	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4-5	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53
4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
4	2006	10	04	17	34	0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
3	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

7.3 Accelerazione orizzontale massima attesa a_g

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), all'OPCM 3274/2003 e 3519/2006, l'INGV (**Progetto Esse1**) ha redatto una mappa di pericolosità sismica con valori di pericolosità espressi in termini di accelerazione orizzontale massima con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni riferita a suoli rigidi (categoria A; $V_{s30} > 800$ m/s). Per il territorio di Apricena i valori di accelerazione orizzontale massima attesa a_g indicati sono compresi tra 0.200 g e 0.225g (Fig.10).

Per ogni singolo nodo della griglia in Fig.10 è possibile analizzare il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo della relativa $a(g)$. Per lo stesso nodo si otterranno anche i valori medi di M-D- ϵ (Magnitudo-Distanza-Epsilon). Di seguito il risultato considerando il nodo della griglia in cui ricade il territorio in esame:

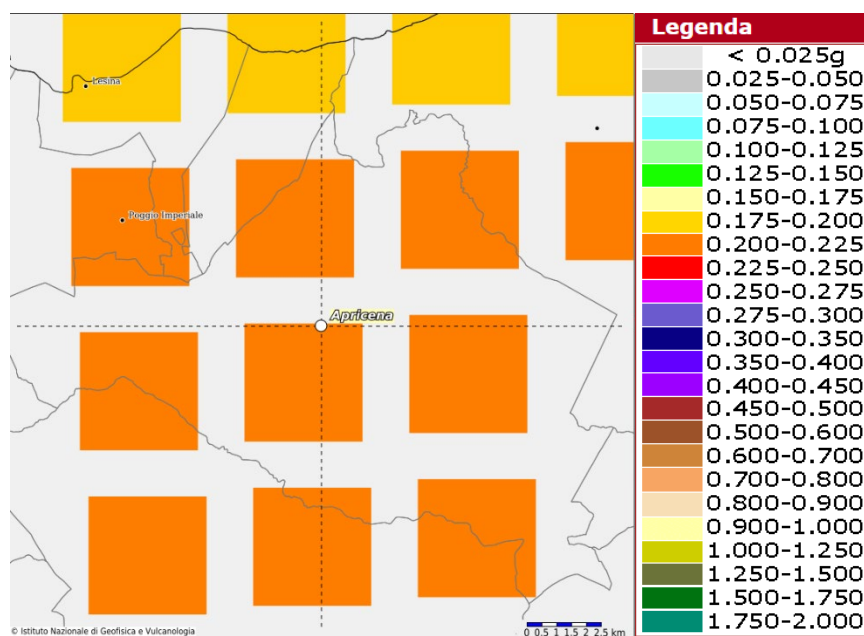


Figura 10- Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Fonte: INGV- Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1)

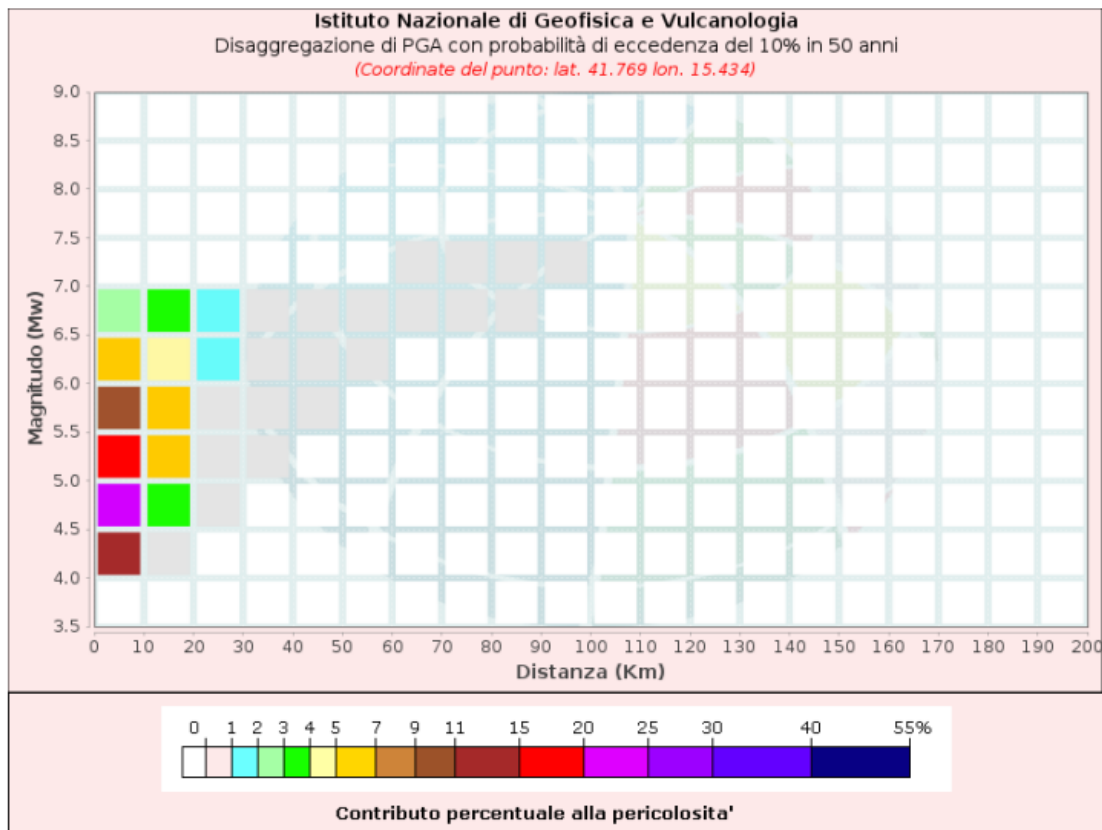


Figura 11- Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni; Fonte: INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Progetto Esse1)

Tabella 6- Tabella con riportati i valori di disaggregazione di PGA

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza	Magnitudo										
in Km	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	11.2000	24.8000	18.0000	10.9000	5.6800	2.5700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.5800	3.1300	5.0300	5.4500	4.5800	3.1100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0081	0.3570	0.9680	1.2800	1.2300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0775	0.2500	0.3410	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0474	0.1150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	0.0784	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0516	0.0159	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0134	0.0589	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0276	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.32 ; distanza = 7.99 ; epsilon = 0.927

7.4 Sorgenti Sismogenetiche prossime all'area di progetto

Al fine di analizzare le sorgenti sismogenetiche prossime all'area di progetto si è fatto riferimento al Database delle sorgenti sismogenetiche Italiane DISS (Valensise & Pantosti, 2001). Suddetto Database è costituito da sorgenti sismogenetiche rappresentate nelle tre dimensioni, ottenute parametrizzando la geometria e la cinematica di grandi faglie attive ritenute in grado di generare terremoti di magnitudo (M_w) superiore a 5.5. L'area in esame è localizzata a circa 10 km dalla sorgente sismogenetica (ZS) Ripabottoni-San Severo (DISS-ID: ITCS003) a cui è associata una magnitudo massima M_w di 6.5 legata ad un sistema di faglie trascorrenti ad andamento E-W con componente destra, le quali rappresentano un prolungamento della faglia di Mattina. Il sito è inoltre localizzato a circa 20 km dalla sorgente sismogenetica di San Marco in Lamis-Mattina (DISS-ID: ITCS058), a cui è associata una magnitudo massima M_w di 6.4 associata anch'essa ad un sistema di faglie trascorrenti con direzione E-W e cinematica strike-slip.

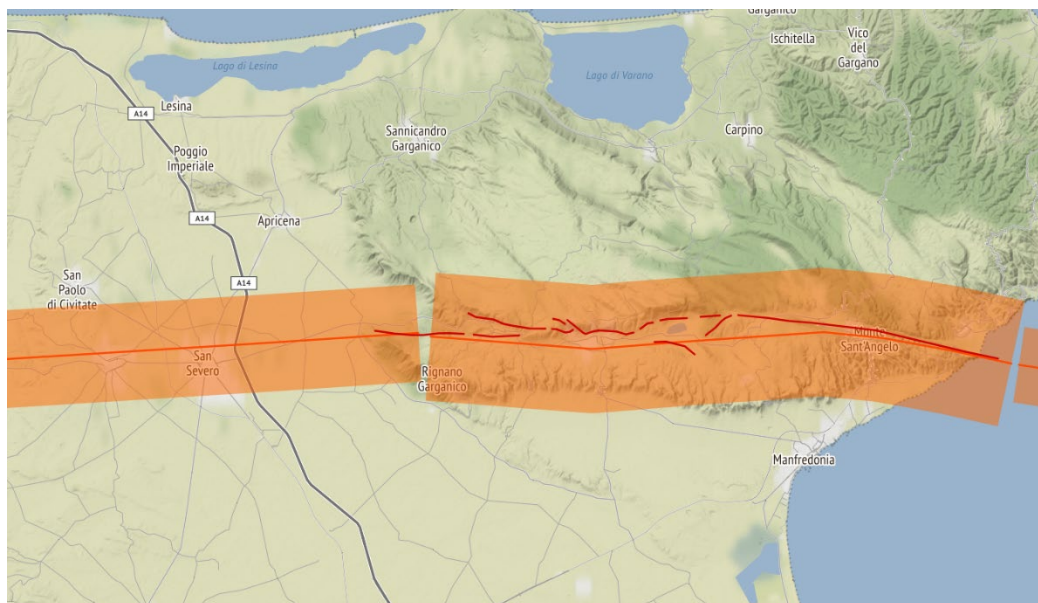


Figura 12- Sorgenti Sismogenetiche Italiane individuate per il territorio di Apricena

7.5 Categoria Sismica Suolo di Fondazione

Il D.M. 17/01/2018 ha introdotto la nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica. Tra le importanti novità relative alle metodologie di calcolo delle strutture è stato introdotto l'uso dei coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta. Quest'ultimo dipende dalla classificazione dei suoli, i quali vengono ripartiti in cinque categorie definite nella Tab. 3.2. II sulla base del parametro $V_{s_{eq}}$, NSPT o C_u .

Tabella 7- Categoria Suoli di Fondazione

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio > 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni con caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 metri
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite dalle categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 metri.

Il parametro V_{seq} , è definito dalla seguente formula:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{S30} . Quest'ultimo parametro si ottiene ponendo H=30 nella e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Il reperimento di dati bibliografici ha permesso di determinare in via preliminare la categoria di suolo di fondazione:

Suolo di tipo B:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche e da valori di velocità equivalente comprese tra 360 m/s e 800 m/s.

7.6 Coefficiente di amplificazione topografica

In riferimento alla definizione della Categoria Topografica, il D.M. 17/01/2018 prevede la classificazione indicata in Tab.6. Sulla base delle condizioni topografiche **il coefficiente di amplificazione topografico viene posto uguale a T1**

Tabella 8- Tabella Categoria Topografica

Categoria	Caratteristiche Superficie Topografica	S _T
T1	Superficie Pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15°	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4

7.7 Definizione dell'azione sismica

Secondo le NTC 2018 per ogni costruzione bisogna indicare un'accelerazione di picco e relativo spettro di risposta elastico, individuato sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Considerando per l'opera una Vita Nominale di 30 anni ed una Classe d'Uso I (CU=0.7) si ottiene un periodo di riferimento V_r pari a 35. I parametri a_g , F_0 , T_c riferiti a suolo rigido con morfologia orizzontale da utilizzare per la definizione dell'azione sismica del sito di progetto sono stati calcolati con il software Geostru. In funzione di questi dati è possibile ricavare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali e verticali del moto per gli stati limite (SLE e SLU) in funzione della categoria topografica e di sottosuolo. Pertanto il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s varierà in funzione della categoria di sottosuolo, il coefficiente di amplificazione topografica sarà funzione della categoria topografica per il sito di riferimento.

Tabella 9- Posizione spaziale del sito

POSIZIONE SPAZIALE SITO E DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI	
CITTA'	Apricena
PROVINCIA	Foggia
LATITUDINE	41.770715
LONGITUDINE	15.336019
CLASSE EDIFICIO	I
VITA NOMINALE	30

Tabella 10- Stati limite considerati per l'opera in progetto

STATO LIMITE				
	Tr (anni)	a _g (g)	F ₀	Tc* (s)
SLO (Operatività)	30	0.057	2.460	0.280
SLD (Danno)	35	0.062	2.468	0.284
SLV (Salvag.Vita)	332	0.177	2.469	0.327
SLC(prevenz.Collasso)	682	0.237	2.442	0.336
Periodo di riferimento per l'azione sismica	35			

Tabella 11- Tabella coefficienti di amplificazione

CALCOLO DEI COEFFICIENTI SISMICI				
Tipo	Stabilità dei pendii e fondazioni			
Cat. Sottosuolo	B			
Cat. Topografica	T1			
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione Stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,17
CC coeff. funz categoria	1,42	1,42	1,38	1,37
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabella 12- Parametri Sismici

COEFFICIENTI SISMICI				
	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.015	0.051	0.078
kv	0.007	0.007	0.025	0.039
Amax (m/s ²)	0.669	0.727	2.083	2.721
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

8 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO (MGR)

Accertate le principali caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area interessata dalla progettazione è possibile elaborare il modello geologico di riferimento (MGR) cui far riferimento secondo quanto richiesto dalle NTC 2018.

Il modello geologico di riferimento (MGR) identifica le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche locali con particolare attenzione ai potenziali rischi derivanti e/o connessi alla progettazione. Dal confronto dei dati cartografici e bibliografici condotti nel presente studio, unitamente al rilievo in sito, è stato possibile realizzare un modello geologico di sottosuolo per ciascuna delle aree principali coinvolte nel progetto. Nella tabella seguente sono riportate le unità litostratigrafiche su cui insisteranno gli aerogeneratori con relative caratteristiche litologiche desunte da dati di pozzo e rilevamento in sito:

Tabella 13- Unità litostratigrafiche interessate dall'installazione delle opere di progetto

Aerogeneratore	Unità Litostratigrafica	Litologia	Spessore
AP.01	Sintema di Cava Petrilli	Ghiaie poligeniche e sabbie silicoclastiche	35 metri
AP.02	Calcarenite di Gravina	Calcareniti e calciruditi di colore giallo	Variabile
AP.03	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	30 metri
AP.04	Sintema Masseria La Motticella	Sabbie fini giallastre con intercalazioni argillose	
AP.05	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	
AP.06	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	
AP.07	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	
AP.08	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	

AP.09	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	30 metri
AP.10	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	
AP.11	Sintema di Motta del Lupo	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	
AP.12	Sintema di Masseria Finamondo	Argille grigie e nerastre passanti verso il basso a sabbie ben selezionate con alternanze sabbioso-ghiaiose ed abbondante contenuto in terra rossa	27 metri
AP.13	Depositi Alluvionali recenti	Sabbie, limi ed argille nerastre all'interno delle principali incisioni	Variabile
AP.14	Depositi Alluvionali recenti	Alternanze di silt brunastri ed argille verdastre con locali lenti sabbioso-ghiaiose	Variabile
AP.15	Sintema di Masseria Finamondo	Argille grigie e nerastre passanti verso il basso a sabbie ben selezionate con alternanze sabbioso-ghiaiose ed abbondante contenuto in terra rossa	27 metri
AP.16	Sintema di Masseria Finamondo	Argille grigie e nerastre passanti verso il basso a sabbie ben selezionate con alternanze sabbioso-ghiaiose ed abbondante contenuto in terra rossa	

Le caratteristiche geomorfologiche dell'areale di progetto si caratterizzano per la presenza di morfologie fortemente dipendenti dall'assetto litologico, costituito principalmente da depositi terrigeni di ambiente marino e continentale rielaborati ad opera dell'attuale morfodinamica fluviale ed interessati da successiva deposizione di sedimenti alluvionali recenti. In riferimento ad eventuali rischi di carattere geomorfologico

connessi alla progettazione, non sono state rilevate interferenze critiche da parte del PAI dell'AdB competente.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'areale di progetto possono essere schematizzate distinguendo una circolazione idrica sotterranea profonda, intermedia e superficiale. Ai fini del presente studio è quest'ultima ad essere potenzialmente interessata dall'installazione delle opere di progetto in virtù del proprio carattere emisuperficiale. La porosità primaria propria delle litologie affioranti nel sito oggetto del presente studio è tale da garantire una circolazione idrica diffusa in tutta l'area, la quale risulta ad ogni modo fortemente influenzata dall'elevata variabilità delle caratteristiche granulometriche dei terreni da cui dipende il fattore K. In fase esecutiva quest'ultime saranno accertate mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con tubo piezometrico per il rilevamento delle quote piezometriche, relative oscillazioni e conseguenti variazioni delle pressioni idrauliche. Suddetti interventi saranno necessari in quanto influiscono direttamente la modellazione geotecnica finalizzata alla stima della resistenza dei terreni e la stabilità delle fondazioni delle opere di progetto.

9 MODELLO GEOTECNICO

Accertato l'assetto lito-stratigrafico areale di massima, è possibile procedere alla analisi geotecnica preliminare riferita all'attuale fase progettuale definitiva, al fine di valutare la qualità geotecnica dei terreni interessati dalla tipologia di opere previste. Risulta opportuno considerare che la modellazione geotecnica di dettaglio verrà effettuata nelle successive fasi esecutive. In questa si è proceduto all'extrapolazione dei principali parametri geotecnici del suolo da considerare per la progettazione attraverso l'analisi di dati geotecnici disponibili in letteratura. Dal dataset utilizzato, per i parametri geotecnici sono stati forniti in termini di "valori caratteristici", in adempimento alla vigente normativa, calcolando la media dei valori più cautelativi. Nel corso della presente caratterizzazione si è reso adeguato adottare la seguente relazione:

$$V_k \sim V_m$$

il cui valore caratteristico del singolo parametro può essere assunto pari al valore medio, come riportato dalle NTC 2018, quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Ai fini progettuali-geotecnici risulta quindi schematizzabile, per l'area di progetto, un modello litotecnico di massima composto dalle unità litotecniche (ULT) riportate in tabella:

Classificazione geotecnica suoli

Parametri Caratteristici	Aerogeneratori	C_u (kg/cm ²)	Φ (°)	γ_n (kN/m ³)
ULT1- Comp. geomeccanico di tipo coesivo- Sintema di Motta del Lupo –	AP.02- AP.03--AP.05- AP.06-AP.07-AP.08- AP.09-AP.10	11	-	18,9

Parametri Caratteristici	Aerogeneratori	C_u (kg/cm ²)	Φ (°)	γ_n (gr/cm ²)
ULT2 – Comp. geomeccanico di tipo granulare- Depositi Alluvionali recenti – Sintema Masseria la Motticella	AP.04- AP.13- AP.14	-	42	2.24

Parametri Caratteristici	Aerogeneratori	C_u (kg/cm ²)	Φ (°)	γ_n (gr/cm ²)
ULT3 – Comp. geomeccanico di tipo granulare- Sintema Cava Petrilli	AP.01	-	n.r	n.r

Parametri Caratteristici	Aerogeneratori	C_u (kg/cm ²)	Φ (°)	γ_n (gr/cm ²)
ULT4 – Comp. geomeccanico di tipo coesivo- Sintema Masseria Finamondo	AP.15-AP.16	-	n.r	n.r

*Non rilevato

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	37 di 39

9 GIUDIZIO FINALE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA

Con il presente studio sono stati esaminati gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici per l'installazione di un impianto eolico costituito da 16 aerogeneratori per una potenza nominale unitaria di 99,2 MW da ubicare all'interno del territorio comunale di Apricena.

L'intera area del parco si inquadra all'interno dell'unità fisiografica della piana del Tavoliere, la cui evoluzione geomorfologica è strettamente legata alla morfodinamica fluviale, la quale si esplica attraverso la rielaborazione e reincisione dei depositi terrigeni plio-pleistocenici ascrivibili al Ciclo Bradanico.

I terreni oggetto del presente studio sono ascrivibili principalmente ad un contesto deposizionale di tipo alluvionale, pertanto caratterizzati da una marcata anisotropia laterale e verticale sia in termini litologici che fisico-meccanici. In riferimento a ciò, la modellazione geotecnica per l'estrapolazione dei principali parametri necessari nei calcoli della capacità portante e nello studio sull'interazione terreno-fondazione dovrà essere integrata in fase esecutiva mediante l'esecuzione di verticali di esplorazione in corrispondenza di ogni punto turbina.

Da un punto di vista idrogeologico le rapide variazioni di facies predispongono le condizioni per l'instaurarsi di sistemi multifalda, tipici di questa tipologia di contesti deposizionali, in cui la circolazione idrica sotterranea – riferita in questo caso al solo all'acquifero poroso superficiale potenzialmente interagente con le opere di progetto- risulta confinato entro i livelli a maggiore permeabilità.

Sempre in riferimento all' interazione terreno-fondazione, in fase esecutiva sarà accertato l'andamento delle falde emisuperficiali e la relativa oscillazione piezometrica. Nei terreni caratterizzati da elevata permeabilità e a comportamento geomeccanico di tipo granulare, quali i depositi alluvionali recenti e la sequenza sabbioso-ghiaiosa del Sintema di Cava Petrilli in corrispondenza delle turbine AP.01 e AP.13-AP.14 rispettivamente, le fluttuazioni del livello di falda possono infatti generare fenomeni di basculamento degli strati direttamente interagenti con le opere di fondazione. Di contro, nei terreni caratterizzati da una permeabilità minore e a comportamento geomeccanico di tipo coesivo, quali i depositi a prevalente componente argillosa del Sintema di Motta del Lupo e Masseria Finamondo, suddette oscillazioni possono esplicarsi attraverso cedimenti degli orizzonti contenuti all'interno del volume significativo nel breve e lungo termine, con conseguente abbassamento delle strutture di fondazione.

Da un'attenta consultazione cartografica e dai rilievi effettuati non sono state di fatto individuate interferenze critiche da parte del PAI dell'AdB territorialmente competente, se non per brevi tratti

CODICE	A.03
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	12/2021
PAGINA	38 di 39

interessati dal cavidotto di progetto ricadenti in un'area identificata a Pericolosità Geomorfologica media e moderata (PG1). Quest ultimo però, attestandosi per la sua quasi totalità lungo viabilità esistente, non determinerà una variazione sostanziale del regime delle acque, né tantomeno aumenti di carico e mutamenti delle condizioni di drenaggio.

Sulla scorta di quanto appena esposto si esprime parere positivo alla fattibilità dell'intervento di progetto, non essendo state riscontrate particolari criticità da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

Si rimanda alla fase esecutiva la modellazione idrogeologica e geotecnica sito-specifica per le problematiche precedentemente esposte.

BIBLIOGRAFIA

Doglioni, Carlo, et al. "On the origin of west-directed subduction zones and applications to the western Mediterranean." Geological Society, London, Special Publications 156.1 (1999): 541-561.

Doglioni, Carlo, Francesco Mongelli, and Piero Pieri. "The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere." *Tectonics* 13.5 (1994): 1309-1321.

Festa, V., Maggiore, M., Maiorano, P., Piccarreta, G., Ronchitelli, A., & Walsh, N. PROGETTO CARG.

Moretti, M. G. (2010). Evoluzione Geologica del settore settentrionale del Tavoliere di Puglia. *Italian Journal of Quaternary Science*, 181-198.

Patacca, Etta, and Paolo Scandone. "Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt—foredeep system of the Southern Apennines (Pliocene-Pleistocene)." *Anatomy of an orogen: the Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*. Springer, Dordrecht, 2001. 401-440.

Royden, Leigh, Etta Patacca, and Paolo Scandone. "Segmentation and configuration of subducted lithosphere in Italy: An important control on thrust-belt and foredeep-basin evolution." *Geology* 15.8 (1987): 714-717.