



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di FOGGIA

<p>Proponente</p>	<p><b>WIND ENERGY LA ROCCA S.R.L.</b></p> <p>Sede Operativa Via Caravaggio, 125 - 65125 Pescara (PE) P.IVA 02276610686</p>				
<p>Progettazione e Coordinamento</p>	 <p><b>VEGA sas</b> LANDSCAPE ECOLOGY &amp; URBAN PLANNING Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org</p>				
<p>Paesaggio e beni culturali</p>	<p><b>Arch. Antonio Demaio</b> Tel. 0881.756251   Fax 1784412324 E-Mail: info@studiovega.org</p>		<p>Progettazione elettrica</p>	<p><b>Dott. Ing. Francesco Gramazio</b> Tel. 338.9722166 E-Mail: francesco.gramazio@carlomaresca.it</p>	
<p>Studio Geologico</p>	<p><b>Studio di Geologia Tecnica &amp; Ambientale</b> <b>Dott.sa Geol. Giovanna Amedei</b> Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793   Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it</p>		<p>Studio Acustico</p>	<p><b>Arch. Marianna Denora</b> Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA) Tel. Fax 080 3147468 E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>	
<p>Studio Idraulico e elettrico</p>	<p><b>Ing. Antonella Laura Giordano &amp; Ing. Michea Napoli</b> Viale degli Aviatori, 73/F14 - 71122 - Foggia e-mail: micheanapoli@gmail.com</p>		<p>Studio Naturalistico</p>	<p><b>Dott. Forestale Luigi Lupo</b> Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it</p>	
<p>Studio Archeologico</p>			<p>Elaborazione e rilievi di campo</p>	<p><b>Geom. Nicola Laonigro</b> E-Mail: nicola.laonigro@gmail.com</p>	
<p>Opera</p>	<p><b>Progetto di un impianto eolico composto da n. 10 Aerogeneratori nel Comune di Foggia (FG) alla località "La Stella - Duanera"</b></p>				
<p>Oggetto</p>	<p>Folder: <b>PROGETTO - Parte C</b></p> <p>Nome Elaborato: <b>U5U1VR6_ARCH_DOC.C01_Relazione_geologica_idrologica_geotecnica</b></p> <p>Descrizione Elaborato: <b>Specialistica - Relazione geologica, idrologica e geotecnica</b></p>				
<p></p>					
<p>00</p>	<p>Gennaio 2020</p>	<p>Progetto definitivo</p>	<p>Amedei</p>	<p>Arch. A. Demaio</p>	<p>Wind Energy La Rocca</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala: varie</p>	<p>Codice Pratica <b>U5U1VR6</b></p>				
<p>Formato:</p>					



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

**INDICE**

<b>1- Premessa</b>	<b>Pag. 2</b>
<b>2- Inquadramento geografico</b>	<b>Pag. 5</b>
<b>3- Aspetti geografici e geologici</b>	<b>Pag. 7</b>
<b>3.1 – Geolitologia generale;</b>	<b>Pag. 7</b>
<b>3.2 – Geolitologia di Dettaglio;</b>	<b>Pag. 9</b>
<b>3.3 - Geomorfologia</b>	<b>Pag. 13</b>
<b>4- Sismicità</b>	<b>Pag. 14</b>
<b>5- Indagini Eseguite</b>	<b>Pag. 18</b>
<b>5.1 – Prove Penetrometriche Dinamiche</b>	<b>Pag. 18</b>
<b>5.2 – Prospezione Sismica MASW</b>	<b>Pag. 19</b>
<b>6- Caratteristiche Litotecniche del terreno</b>	<b>Pag. 21</b>
<b>7- Considerazioni Conclusive</b>	<b>Pag. 24</b>



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

- **1 - PREMESSA**

Su incarico della proponente Società Wind Energy La Rocca, con sede legale in Via Caravaggio n. 125, Pescara, la scrivente, *Dott.ssa Giovanna Amedei*, geologa, iscritta all'O.R.G. della Puglia al n. 438 e con studio professionale in Rodi Garganico, alla Via Pietro Nenni n. 4, ha eseguito gli studi e redatto la presente relazione di fattibilità volta alla definizione di un quadro geologico, geologico-tecnico ed ambientale sui terreni interessati da “*Progetto di un impianto eolico composto da n. 10 Aerogeneratori nel Comune di Foggia (FG) alla località La Stella - Duanera*”.

Nel dettaglio il progetto prevede la realizzazione dell’impianto descritto in oggetto, il tutto secondo le caratteristiche tecniche complessive meglio esplicitate nella Relazione Descrittiva Generale a firma dei progettisti.

In relazione alle finalità progettuali lo studio si è articolato secondo le seguenti modalità:


1. ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico effettuati nell’area di interesse;
2. rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio di un'area sufficientemente ampia rispetto alla zona specificatamente interessata dalle opere in progetto;



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

3. raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico;
4. Realizzazione di indagini geognostiche indirette

In relazione ai vincoli di interesse geologico, l'area in esame:

 ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata come Zona 2 così come da Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/03.

Dal punto di vista Legislativo, invece, si sono tenute in debito conto le indicazioni programmatiche e tecniche, oltre che le norme, contenute nei seguenti provvedimenti:

<b>Decreto 17 Gennaio 2018</b>	<i>Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni</i>
<b>Ordinanza P.C.M. n. 3274 20/03/03 e s.m. e i.</b>	<i>"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica</i>
<b>Circ. Min. LL. PP. n. 30483 del 24/09/1988</b>	<i>"Norme di attuazione del D.M. 11.03.1988";</i>
<b>DM LL.PP. 11/03/88</b>	<i>"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", G.U. 01/06/88, n.127 Suppl.</i>
<b>R.D. n° 3267/23</b>	<i>Vincolo idrogeologico</i>



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

<b>NTA del PAI –Puglia del 30/11/05</b>	<i>Norme Tecniche di attuazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia</i>
<b>L.R. n°11 del 12/4/2001</b>	<i>“Norme sulla valutazione dell’impatto ambientale”</i>

Nelle pagine che seguono sono riportate le risultanze dello studio eseguito.

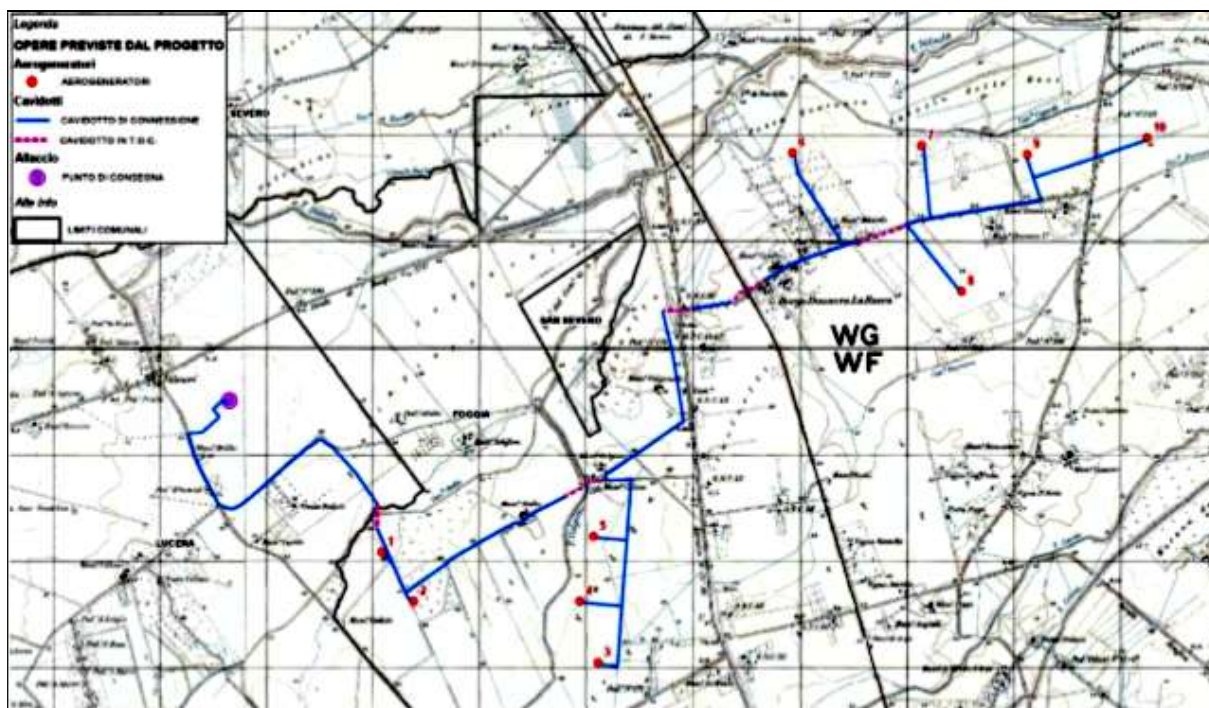


Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

## **2- INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA**

Il territorio della Città di Foggia, che si sviluppa su di una superficie di 509,26 kmq, è posto al centro del Tavoliere della Puglia tra il Torrente Celone e il Fiume Cervaro.

Nello specifico l'area di studio è ubicata alla località La Stella – Duanera (Fig. 1).



*Fig. 1: Ubicazione area d'intervento con Aerogeneratori (Scala 1:25.000)*

Cartograficamente l'area ricade nella Tavoleta I.G.M. Fgl 164, Settore III NO – Foggia - Scala 1:25.000.

Dal punto di vista catastale l'area è individuabile al NCT nel seguente modo:



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

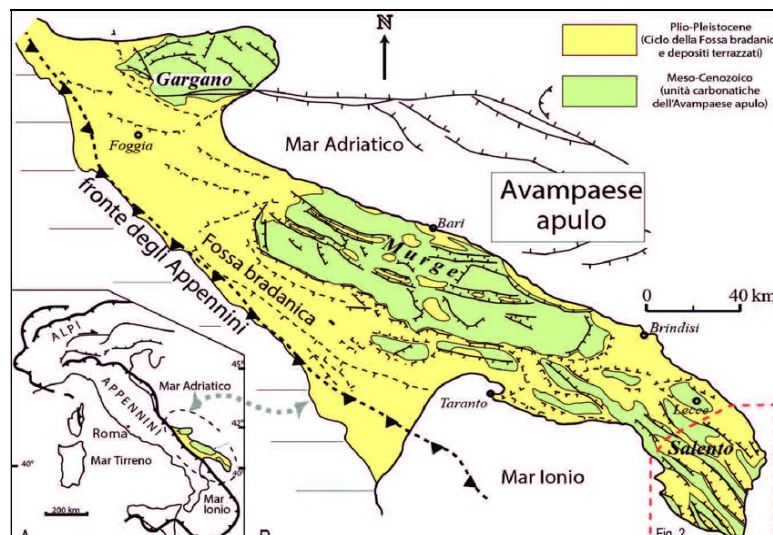
WTG	FOGLIO	PARTICELLA
1	21	255
2	21	67
3	22	33
4	22	16
5	22	16
6	18	68
7	11	5
8	11	171
9	11	70
10	10	160



### **3- ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI** **DI DETTAGLIO**

#### **3.1 – Geolitologia Generale**

Il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica, limitato ad O dal Subappennino dauno e ad E dal Promontorio del Gargano (Fig 2).



**Fig.2:** Schema geologico generale della Regione Puglia

La Fossa bradanica è caratterizzata nel corso del Pliocene e del Quaternario da due distinte fasi evolutive:

- 1) una marcata subsidenza, stimata attorno a 1mm/anno nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore, connessa alla subsidenza del margine interno della Piattaforma Apula;
- 2) un sollevamento, valutato incirca 0,3-0,5 mm/anno, che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio-superiore.





Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

Dal punto di vista regionale la subsidenza plio-pleistocenica è segnata dalla sedimentazione della Formazione della Calcarenite di Gravina che passa verso l'alto, e lateralmente, ad una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa (argille subappennine); il sollevamento del Pleistocene medio e superiore è invece segnato sia da depositi regressivi che da depositi terrazzati (Tropeano et al., 2002).

Nel Tavoliere centrale affiora la successione marina Plio – Pleistocenica rappresentata, a partire dal basso, dalle argille subappenniniche sulle quali poggiano due unità, costituite dalle Sabbie di Monte Marano e dal Conglomerato di Irsina che rappresentano i termini regressivi della successione bradanica (Caldara & Pennetta, 1989; 1993).

Nella restante parte affiorano depositi marini terrazzati che formano modesti rilievi digradanti verso E.

Tutte le unità riconosciute sono state distinte come Sintemi, raggruppati nel Supersintema del Tavoliere di Puglia ed associati al sollevamento regionale che ha interessato l'intera area della Fossa bradanica a partire dalla fine del Pleistocene Inferiore inizio del Pleistocene medio.

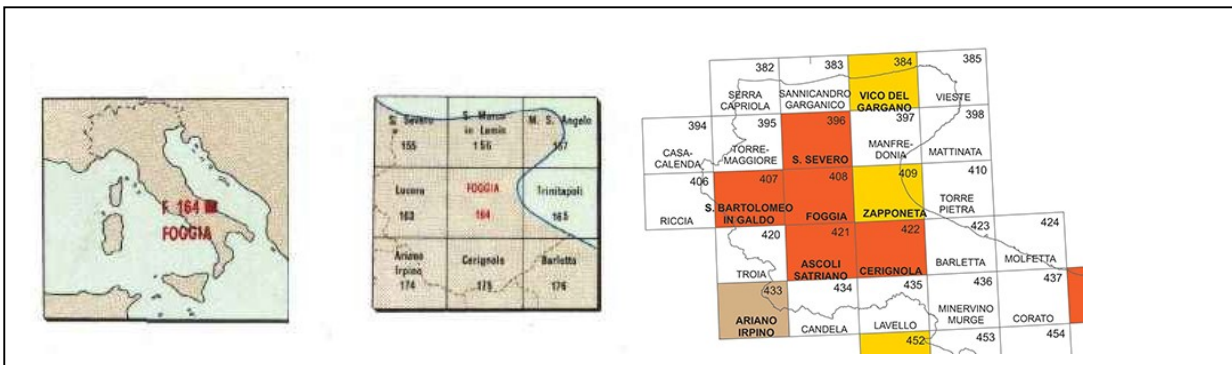
Questo progressivo e rapido sollevamento ha determinato lo spostamento verso Est del livello di base e la separazione fra l'Avanfossa subsidente e l'area di accumulo dei depositi costieri in facies alluvionale; ed è proprio quest'ultima area che assume la denominazione di Tavoliere di Puglia .



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

### 3.2 – Geologia di Dettaglio

Dal punto di vista geologico l'area d'intervento è inquadrabile nel Foglio n. 164 – Foggia - della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:100.000 e nel Foglio n. 408 – Foggia - della Carta Geologica d'Italia a Scala 1:50.000, redatta dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) - (Fig. 3).



*Fig. 3: Inquadramento Geologico Area di Studio*

Nello specifico i terreni dell'area in questione, in base alle caratteristiche rinvenute nel corso del rilevamento geologico, sono ascrivibili, secondo la recente nomenclatura (Fig. 4) al **Sintema di Foggia (TGF)** che occupa la vasta area pianeggiante dove è edificata la città di Foggia; Si tratta di depositi argilloso-siltoso-conglomeratici il cui spessore varia da circa 10-15 m nelle porzioni più occidentali, fino a 40 m al massimo nella porzione centrale della piana di Foggia. A diverse altezze stratigrafiche sono inoltre presenti lenti di conglomerati, di regola debolmente cementati, spesse da qualche metro a 10-15 m: questi corpi occupano aree allungate in direzione E-O larghe qualche decina di metri.

Gli orizzonti lenticolari di argille siltose sottilmente laminate o massive, con intercalazioni di sabbie siltose laminate e gradate, che sono

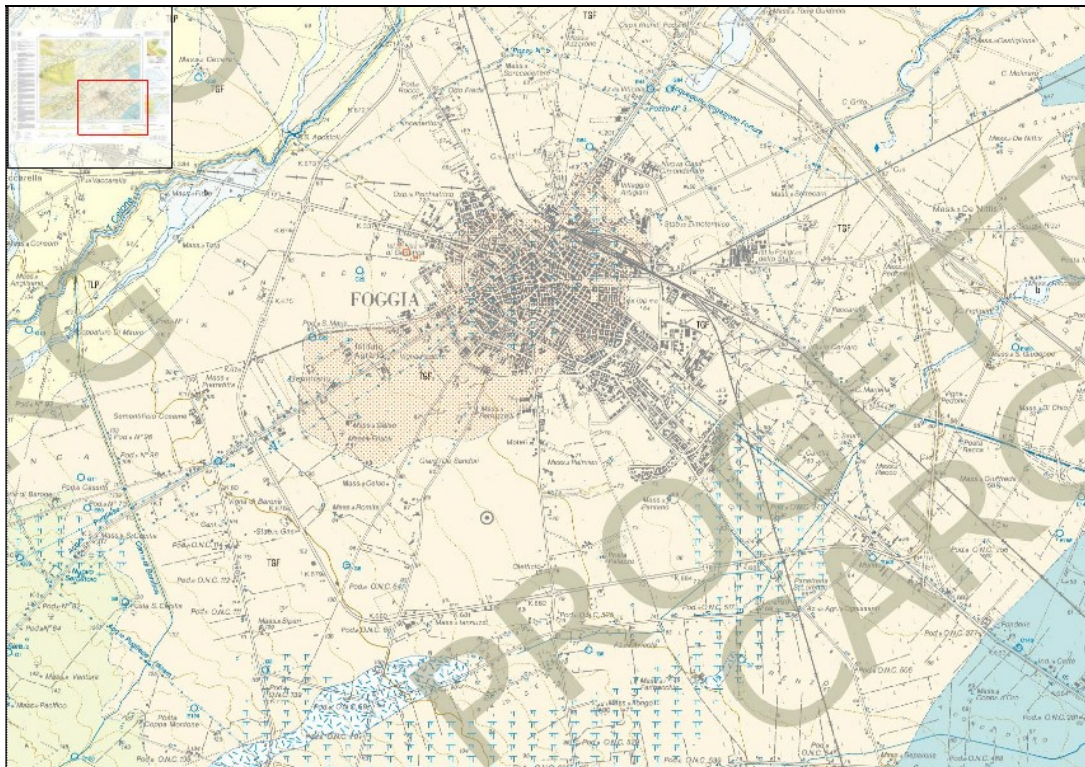


Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

riportate in numerose stratigrafi e del sottosuolo, sono state interpretati come depositi da decantazione con debole trazione in seguito a episodi di tracimazione o di piena calante; a luoghi in questi orizzonti sono stati rinvenuti frammenti di gasteropodi continentali. Questi depositi sono coperti da orizzonti discontinui di “crosta” che si sono sviluppati in prevalenza nelle aree di affioramento dei sedimenti a granulometria più fine.

Nel loro complesso l’ambiente deposizionale dei sedimenti riferiti al sistema di Foggia è riconducibile ad una piana alluvionale interessata episodicamente da piene.

Età: Pleistocene medio ?- Pleistocene superiore.



*Fig. 4: Carta Geologica dell’area*



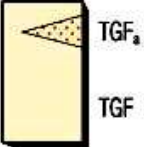
Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica - Comune di Foggia -

**SINTEMA DI FOGGIA**

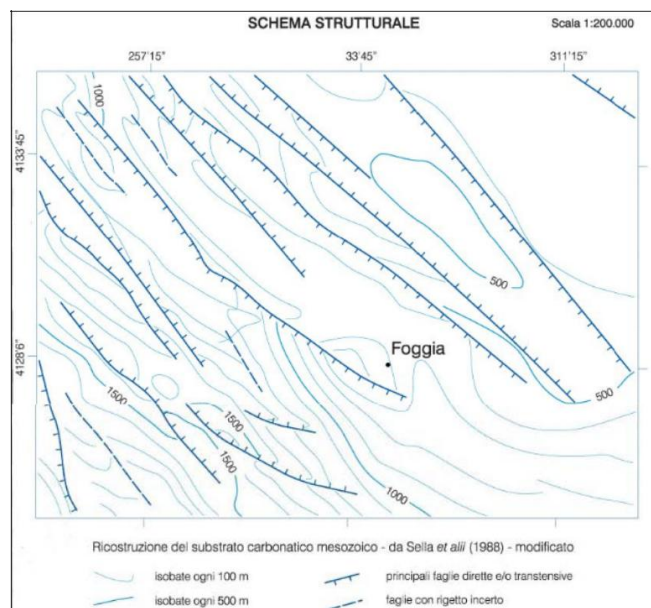
Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradate e laminate (depositi di piana di inondazione). Nel sottosuolo a diverse profondità si rinvencono conglomerati poligenici ed eterometrici in corpi di spessore variabile da circa un metro a circa 5-6 m intercalati a silt argillosi nerastri laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali (TGF).

In corrispondenza dell'abitato di Foggia i conglomerati affiorano in una estesa area (TGF<sub>a</sub>). Depositi di tracimazione e/o di piena calante e piane di esondazione. Poggia in erosione sulle argille subappennine e sui sistemi più antichi. Lo spessore complessivo dell'unità, ricavato dall'analisi di numerosi pozzi per la ricerca di acqua, varia da 10-15 m a 40 m.

**PLEISTOCENE MEDIO? - PLEISTOCENE SUPERIORE**



Dal punto di vista tettonico - strutturale il territorio di Foggia sente l'influenza di diverse faglie dirette e/o transtensive (Fig. 5).



**Fig. 5:** Schema Strutturale del Tavoliere

Particolare rilevanza riveste la Faglia denominata Foggia – Ce-rignola Nord (Fig. 6). Si tratta di una faglia trascorrente a direzione circa E-O con blocchi ribassati verso Nord di circa 130°, con probabile deformazione degli intervalli stratigrafici ascrivibili a 0,66 Ma. Tale faglia è responsabile anche di diversi sismi registrati in tempi recenti.



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-



*Fig. 6: Faglia che interessa il territorio di Foggia*



### **3.3 Geomorfologia**

L'area di studio si presenta sostanzialmente pianeggiante con leggera pendenza verso E.

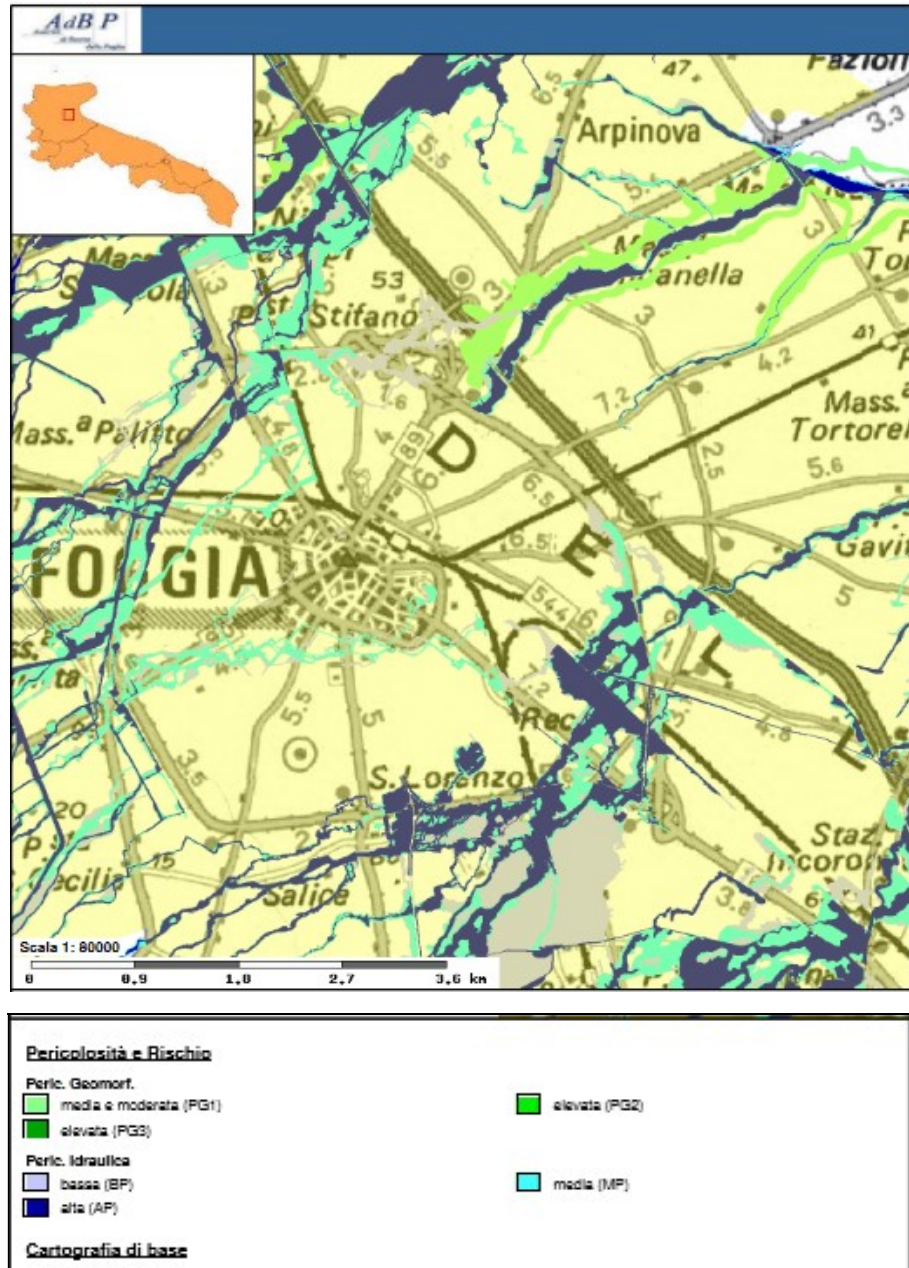
Dal punto di vista morfologico, comunque, è da rilevare l'azione antropica, che ha per gran parte rimodellato e ulteriormente addolcito il paesaggio, rendendo l'orografia complessivamente piana.

Le evidenze geomorfologiche, analizzate principalmente attraverso l'esame di foto aeree, hanno consentito di accertare che l'area esaminata presenta generali condizioni di stabilità, non essendo interessata da alcun sensibile fenomeno morfoevolutivo in atto né potenziale.

È quindi possibile affermare che **l'area è geomorfologicamente stabile**; tale status è confermato anche dalla consultazione della cartografia P.A.I. (Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia dalla quale si evince (Fig. 7) come l'area non risulti perimetrata né a pericolosità geomorfologica né idraulica e né come area a rischio.



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-



*Fig. 7: Cartografia PAI*

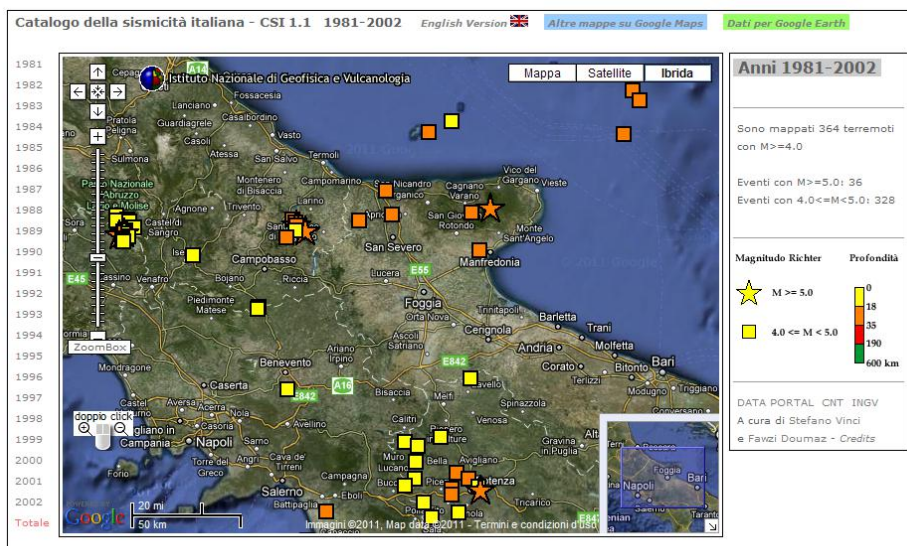


Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

## 4 - SISMICITÀ

La Città di Foggia risente della vicinanza a due aree sismogeneticamente attive, il Subappennino Dauno e il Promontorio del Gargano, che sono caratterizzate da un'elevata pericolosità potenziale, sia per il livello di sismicità che per l'intensa attività neotettonica.

Entrambe le aree, infatti, presentano una storia sismica tra le più importanti d'Italia con eventi di **Magnitudo** compresi tra **4** e **5** o superiore a **5** e con allineamenti degli epicentri concentrati tra la Catena Appenninica, l'Avanfossa Bradanica ed il Promontorio (Fig. 8).



**Fig. 8:** Distribuzione dei maggiori eventi sismici nell'area di studio

La mappa della zonazione sismogenetica redatta dall'INGV (Fig.9) individua due aree caratterizzate dal massimo rilascio di energia legata ai processi distensivi che hanno interessato l'Appennino Meridionale con elevata accelerazione al suolo:

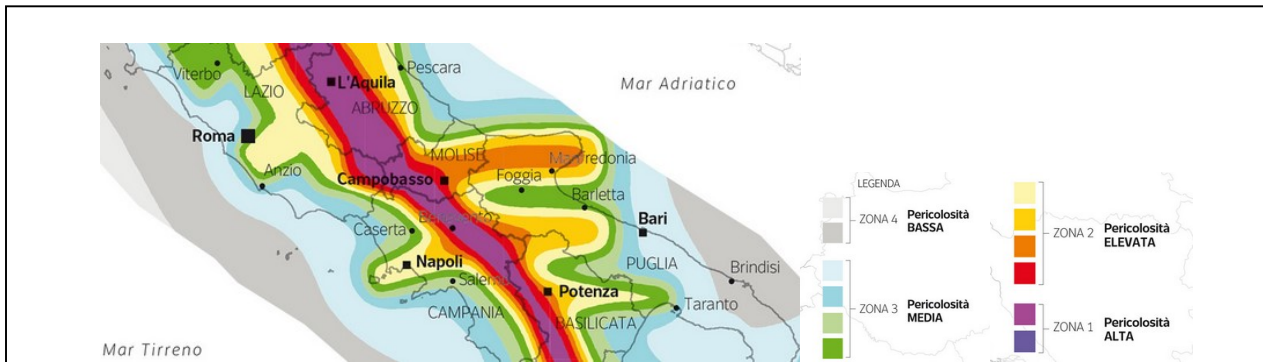
☞ da **0,200** a **0,275** (colorazione viola - marrone chiaro);





Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

da 0,125 a 0,150 (colorazione verde)



**Fig. 9:** Pericolosità sismica dell'area di studio

Tali aree coincidono con gli assi della Catena Appenninica e del Promontorio Garganico, lungo i quali è presente un sistema di faglie dirette ad andamento NW – SE.

Oltre al terremoto dell'Irpinia (1980) l'ultimo evento significativo, in ordine temporale, è stato il terremoto del 31/10/2002, con epicentro in Molise; la magnitudo di questo evento è stata stimata pari a 5.4 della scala Richter, un valore che comporta effetti fino al grado VIII della scala Mercalli.

Gli eventi sismici più forti, verificatisi in epoca storica nelle vicinanze dell'area in studio sono:

<i>Data Evento</i>	<i>Zona Evento</i>
<i>dicembre 1456</i>	<i>sequenza appenninica con danni gravi a Casacalenda</i>
<i>5 giugno 1688</i>	<i>Sannio;</i>
<i>8 settembre 1694</i>	<i>Irpinia e Basilicata</i>



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

14 marzo 1702	Baronia
29 novembre 1732	Irpinia
14 agosto 1851	Basilicata.
16 dicembre 1857	Basilicata.
23 luglio 1930	Irpinia
21 agosto 1962	Irpinia
23 novembre 1980	Irpinia - Basilicata

Circa la categoria di suolo l'indagine geosismica effettuata ha consentito di ricavare i valori di  $V_{s,30}$  sperimentali che ci permettono di attribuire i suoli indagati alla **categoria C** ( $360 \text{ m/s} < V_{s,30} < 800 \text{ m/s}$ ), ai sensi delle NTC 2018 (Fig. 10).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800 \text{ m/s}$ ).

**Fig. 10:** Classificazione sismica terreno



## **5 - INDAGINI ESEGUITE**

Ai fini della definizione del profilo stratigrafico dei terreni di fondazione e della determinazione delle caratteristiche geotecniche degli stessi sono state eseguite indagini in sito che hanno visto:

- la realizzazione di un due prove penetrometriche dinamiche eseguite con penetrometro dinamico leggero Penny 30, utile alla classificazione delle litologie affioranti.
- la realizzazione di uno stendimento sismico avente una lunghezza di 36 m per la determinazione delle  $V_{s30}$ ;
- la realizzazione di pozzetti geognostici.

### **5.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Nell'area di progetto sono state eseguite 2 Prove (attraverso l'ausilio del Penetrometro Dinamico Penny 30). L'utilità di queste prove risiede soprattutto nella possibilità di avere dei diagrammi continui lungo tutta la profondità in cui viene eseguita la prova, e quindi di avere delle indicazioni, per analogia e comparazione, sulla natura e sul comportamento meccanico d'insieme del terreno. Nel caso in esame, nota la litologia, le stesse hanno permesso di estrapolare, per correlazione con  $N_{spt}$ , i principali parametri geotecnici che caratterizzano i terreni di fondazione. L'elaborazione delle prove effettuate ha consentito di catalogare e parametrizzare il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica ha permesso, infatti, di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato investigate e la consistenza media del terreno. L'utilizzo dei dati ottenuti, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento ai vari autori, è stato comunque vagliato alla luce delle esperienze lavorative acquisite nella zona medesima.

## **5.2 PROSPEZIONE SISMICA MASW**

La prospezione sismica realizzata ha visto la realizzazione di un profilo sismico di tipo MASW, avente uno sviluppo di 24 m lineari.

E' stato utilizzato un sismometro a rifrazione tipo M.A.E.-A6000S, in configurazione a 24 canali con acquisizione computerizzata dei dati, massa battente di 10 kg quale sorgente generatrice di onde sismiche e sensori (geofoni) con frequenza di 4,5 Hz; questo ha permesso di caratterizzare elastomeccanicamente i terreni in posto. Il profilo ha avuto una lunghezza complessiva di 24 m, con offset di 3 m e interdistanzageofonica pari a 1 m.

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una efficiente ed accreditata metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio VS. Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento ret-



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

tilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

E' stata parametrizzata la velocità delle onde Vs in profondità ricavando un “*modello di velocità del sottosuolo*” correlabile con i diversi litotipi presenti in profondità.

I risultati dell'indagine sismica sono riportati nella relazione sismica allegata.

La categoria di suolo così determinata ( $V_{S30} \approx 350$  m/sec), ai sensi delle NTC 2018, risulta la **categoria C** ( $180 \text{ m/s} < V_{S30} < 360$  m/s).



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

## **6 - CARATTERISTICHE LITOTECNICHE** **DEI TERRENI**

Dai risultati di indagini eseguite in aree contermini e dai dati provenienti dall'indagine sismica e penetrometrica eseguita, è stato possibile raggruppare, nonostante una certa variabilità granulometrica locale, i diversi litotipi costituenti il sottosuolo in unità litotecniche (complessi) per ognuna delle quali si sono definite le principali caratteristiche geomeccaniche (modello geologico-geotecnico). Si individuano due litotipi principali, caoticamente disposti tra loro, aventi le seguenti caratteristiche:

<u>LITOTIPO A</u>	<i>Limo leggermente argilloso rossastro con ghiaietto e argilla limosa con a luoghi livelli arenacei</i>
<u>LITOTIPO B</u>	<i>Alternanza di Sabbia Fine Marrone, Argilla Limo Sabbiosa Grigio – Azzurra.</i>

Si distinguono pertanto i seguenti valori geomeccanici:

<b><i>PRINCIPALI PARAMETRI FISICI E GEOMECCANICI DEL LITOTIPO A</i></b>	
<i>Analisi granulometrica Descrizione campione (AGI)</i>	<i>Limo con argilla sabbiosa di colore rossastro</i>
<i>Peso di volume (<math>t/m^3</math>)</i>	<i>1.802</i>
<i>Peso di volume saturo (<math>t/m^3</math>)</i>	<i>1.887</i>
<i>Contenuto d'acqua allo stato naturale W (%)</i>	<i>25.2</i>



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

<i>Limiti di Atterberg</i>	
<i>Limite Liquido Wl (%)</i>	37
<i>Limite Plastico Wp (%)</i>	23
<i>Indice di Plasticità Ip (%)</i>	14
<i>Coesione (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	0.217
<i>Angolo di attrito (°)</i>	26.24
<i>Modulo edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	30-40
<i>Coefficiente di Poisson</i>	0.380
<i>Modulo di Young (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	957.0
<i>Modulo di Taglio (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	347
<b>PRINCIPALI PARAMETRI FISICI E GEOMECCANICI DEL LITOTIPO B</b>	
<i>Peso di volume (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.880
<i>Peso di volume saturo (t/m<sup>3</sup>)</i>	1.932
<i>Coesione (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	0.13
<i>Angolo di attrito (°)</i>	27.8
<i>Modulo edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)</i>	190.2
<i>Coefficiente di Poisson</i>	0.3750
<i>Modulo di Young (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	4952
<i>Modulo di Taglio (kg/cm<sup>2</sup>)</i>	1803

Sulla base dei dati sopra riportati si considera sostanzialmente valida la ricostruzione litostratigrafica effettuata e l'assegnazione dei parametri geomeccanici ai diversi litotipi, che peraltro trovano buona



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

concordanza con dati ed analisi effettuate dalla scrivente in aree limitrofi, e che quindi viene restituita nello schema seguente (Fig. 11):

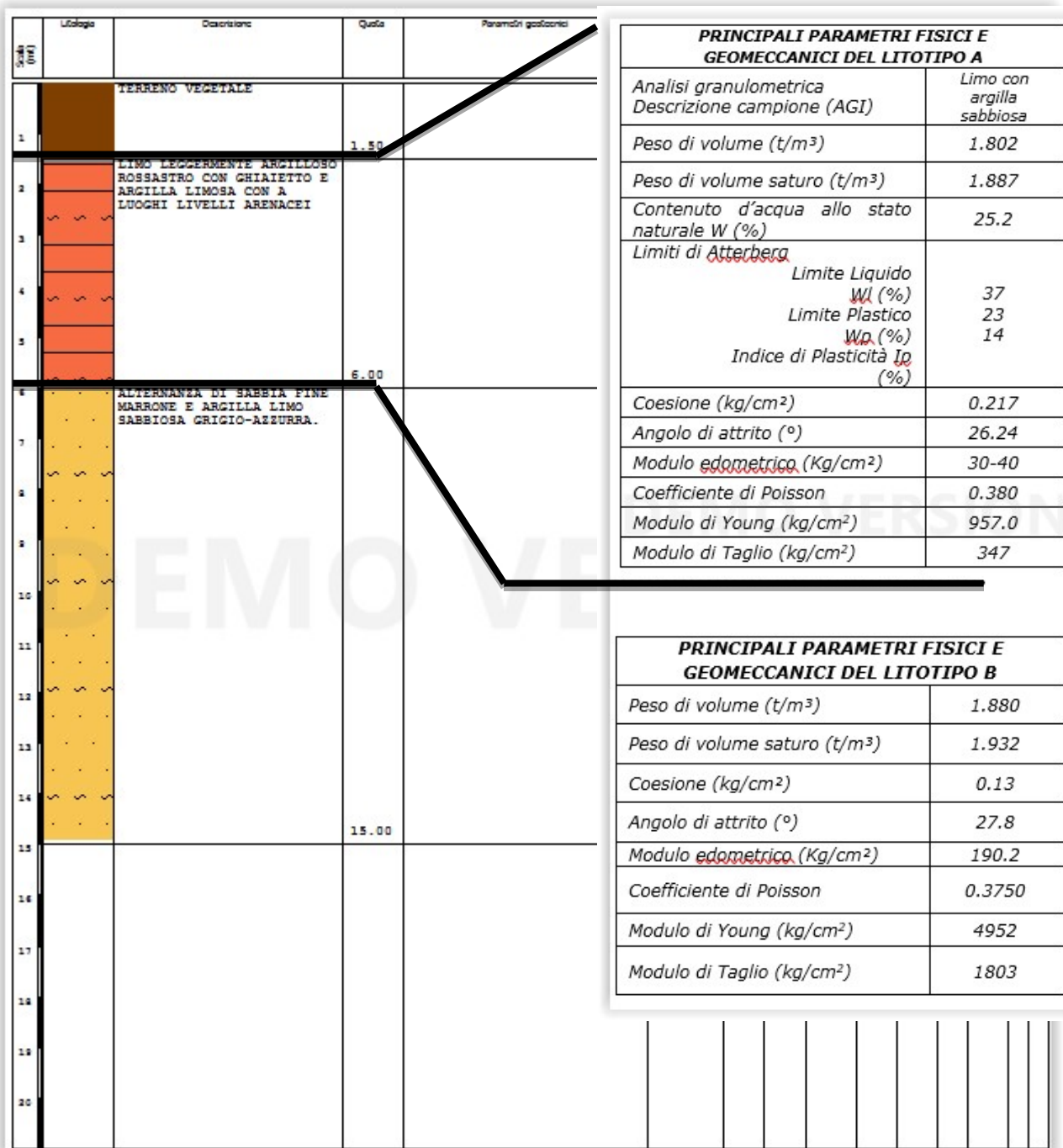


Fig. 11: Stratigrafia Area d'Intervento





## **7- CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche, geotecniche ed idrologiche connesse con le previsioni realizzative della progettazione di un impianto eolico composto da n. 10 Aerogeneratori, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico, geotecnico, idrologico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

✚ In relazione agli aspetti geomorfologici e a possibili dissesti superficiali e profondi, la conformazione della zona non fa emergere situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile. Tale status è confermato anche dalla consultazione della cartografia PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede Puglia – che ha evidenziato come l'area d'intervento non risulti classificata né a pericolosità geomorfologica o idraulica né a rischio;

✚ Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali;

✚ Il terreno è costituito da litologie appartenenti al Sintema di Foggia (TGF), costituito da depositi alluvionali terrazzati del V or-



Progetto Installazione ed esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica -Comune di Foggia-

dine costituiti da Silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie siltose gradate e laminate. A tratti si rinvengono conglomerati poligenici ed eterometrici di spessore variabili da 1,0 a 6 m., intercalati a silt argillosi nerastri laminati che contengono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali

✚ In base alle recenti NCT 2018 il suolo è classificabile come terreno di “Categoria C”, con una pendenza topografica media inferiore ai 15°, pertanto riferibile ad una categoria di tipo T1.

A conclusione dello studio geologico – tecnico eseguito si ritiene che il terreno abbia le caratteristiche geolitologiche, idrauliche e geomorfologiche per accogliere l’opera di progetto.

*Tanto in adempimento all’incarico conferitomi*

*Rodi Garganico Marzo 2020*

A circular blue stamp from the Ordine dei Geologi Puglia, containing the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "Dott. Geol. AMEDEI GIOVANNA", "N° 438", and "PUGLIA". To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink.