



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA DI
FOGGIA



COMUNE DI FOGGIA

OGGETTO:

Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "FOGGIA II", di potenza pari a 50,83 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nel Comune di Foggia (FG)

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA



PROPONENTE:



AEI SOLAR PROJECT II S.R.L.
VIA VINCENZO BELLINI, 22
00198- ROMA (RM)
P.IVA 16805321003

PROGETTAZIONE:



Ing. Carmen Martone
Iscr. n. 1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E



Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio	Tot. fogli	Nome file	Scala
PD	I.IF	A.03	R				
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	GENNAIO 2023	Emissione				Geol. Raffaele Nardone EGM Project	Geol. Raffaele Nardone EGM Project

INDICE

<i>1. PREMESSA</i>	2
<i>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i>	4
<i>3 ANALISI DEI VINCOLI</i>	6
<i>4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO</i>	9
<i>5. GEOMORFOLOGIA</i>	12
<i>6. IDROGEOLOGIA DELL’AREA</i>	13
<i>8 SISMICITA’ DELL’AREA</i>	17
<i>9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA</i>	20
<i>10 CONCLUSIONI</i>	22

1.PREMESSA

Nell’ambito dello studio per il progetto dell’Impianto fotovoltaico “*Foggia II*” della potenza nominale di 50,83 MW in provincia di Foggia e delle opere di connessione alla RTN, la EGM project srl è stata incaricata di redigere lo studio geologico sulle aree interessate dal progetto.

Il presente studio ha lo scopo di fornire, sulla base di specifiche indagini geognostiche e geofisiche, le informazioni necessarie ai fini della determinazione della natura e della disposizione dei terreni, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti idrogeologici, geomorfologici e geomeccanici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica attraverso la redazione di una base cartografica tematica utilizzabile dai tecnici progettisti per la formazione di corrette e razionali scelte progettuali con particolare riferimento alle opere di fondazione.

Lo studio è stato eseguito seguendo le prescrizioni contenute nel:

- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le costruzioni;
- Circolare applicativa del C.S.LL.PP. n° 7/2019;
- Norme Tecniche di Attuazione del PAI dell’Autorità di bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale – sede Puglia;
- L.R 31/05/1980 n56, Tutela ed uso del territorio, regione Puglia;
- Delibera n° 230 del 20/10/2009, Piano di Tutela delle Acque;
- Delibera della Giunta regionale n. 1331/2019 “Interventi di prevenzione sismica di cui alle OO.P.C.M. n. 3907/2010 e n. 4007/2012 e alle OO.C.D.P.C. n. 52/2013, 171/2014, 293/2015, 344/2016, 532/2018 -Annualità 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. DGR n. 542 del 19 marzo 2019, indirizzi attuativi.”

Le indagini consultate, hanno consentito l’acquisizione di dati utili alla compilazione di una cartografia geologica e geomorfologica generale. A corredo degli elaborati cartografici sono stati, inoltre, compilati profili geologici in modo da rendere chiara l’estensione in profondità dei corpi litologici riconosciuti in superficie e delle principali discontinuità strutturali.

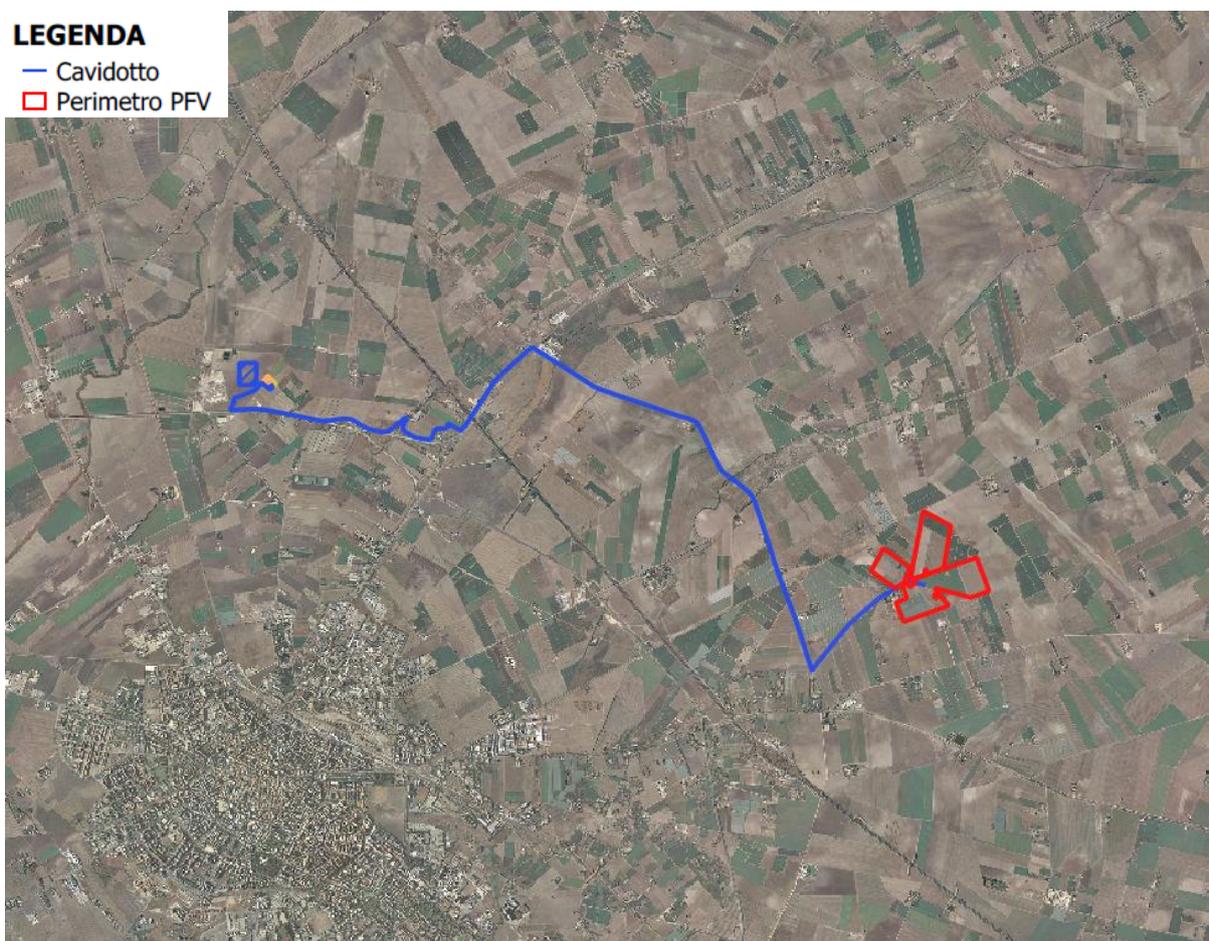
L’elaborazione dei risultati ottenuti dal rilevamento di superficie, unitamente a quanto emerso nel corso della campagna geognostica, ha permesso di produrre degli elaborati grafici di sintesi comprendenti:

- Planimetria ubicazione indagini geologiche in scala 1: 1000;
- Carta Geologica in scala 1: 2.000;
- Carta Geomorfologica in scala 1: 2.000;
- Sezioni geologiche

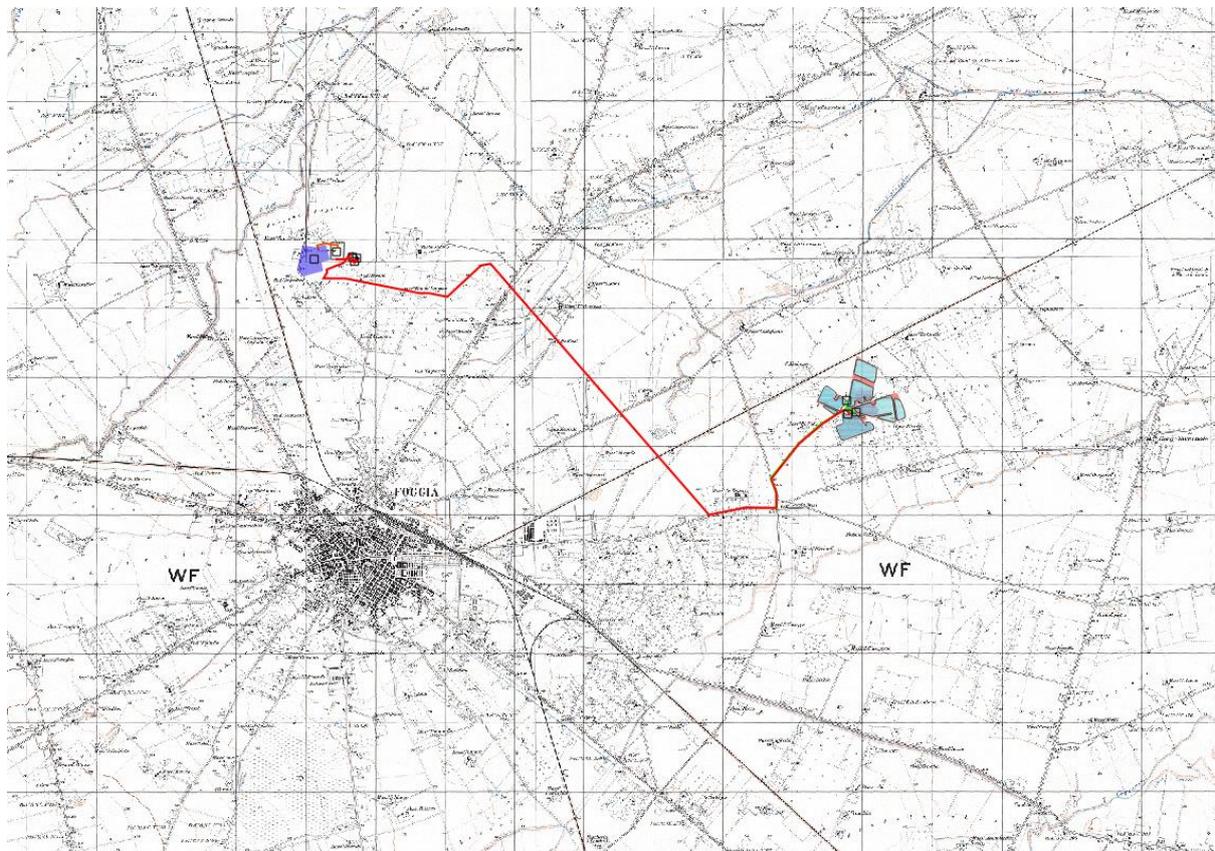
2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L’impianto in oggetto, sarà ubicato nel comune di Foggia a circa 7 Km in direzione nord-est rispetto al nucleo urbano di Foggia, mentre dista circa 5 km in direzione ovest rispetto ai confini comunali di Manfredonia.

L’area in questione ricade completamente all’interno del comune di Foggia; la scelta è stata dettata dai buoni livelli di irraggiamento e non incidenza su aree protette, in particolare, i terreni individuati per la realizzazione del campo agrivoltaico non ricadono nelle zone non idonee individuate dai piani regionali della Puglia. La zona dove verranno alloggiati i pannelli ricade completamente in area pianeggiante a circa 40 m sul livello del mare.



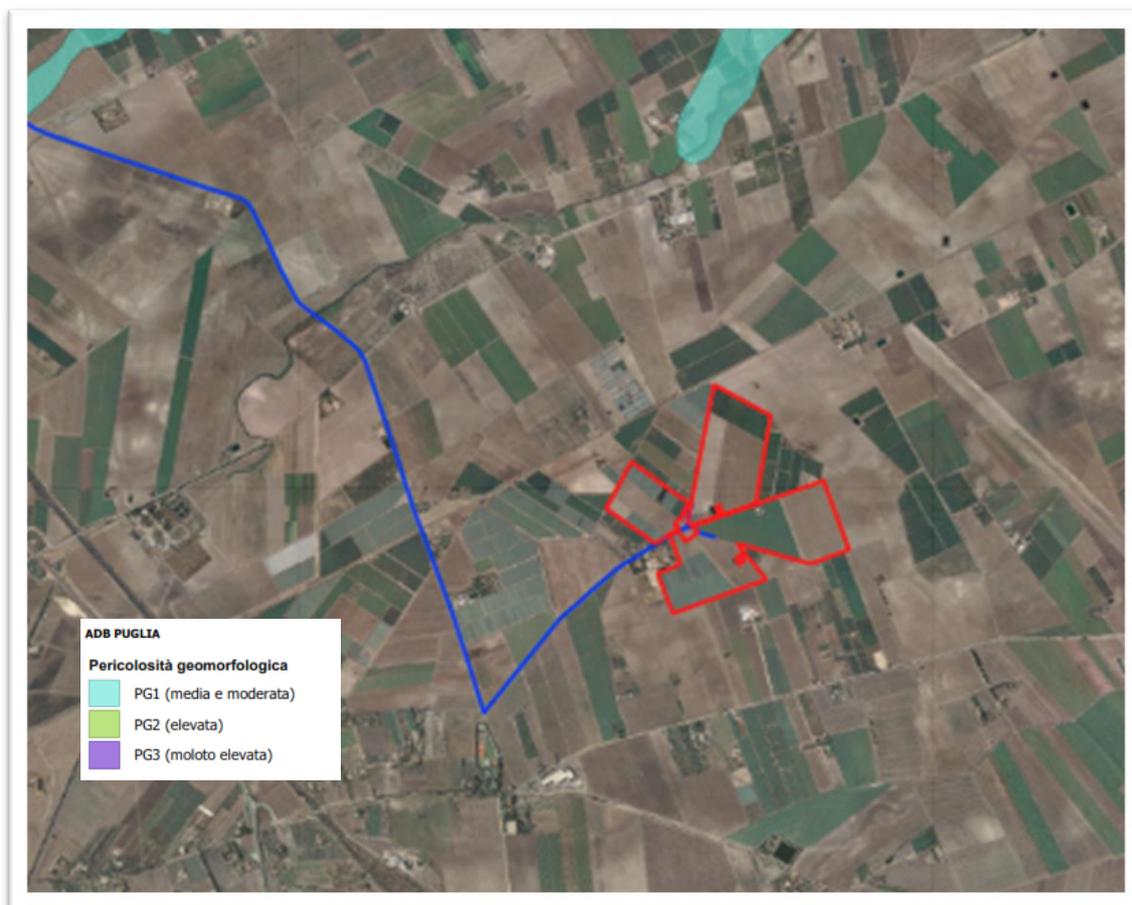
Ubicazione su ortofoto



Ubicazione su IGM 25.000

3 ANALISI DEI VINCOLI

Dall’esame della cartografia del Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) redatto dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia, l’area di impianto in esame **non ricade** in areali di Pericolosità Geomorfológica così come evidenziato dallo stralcio sottostante.

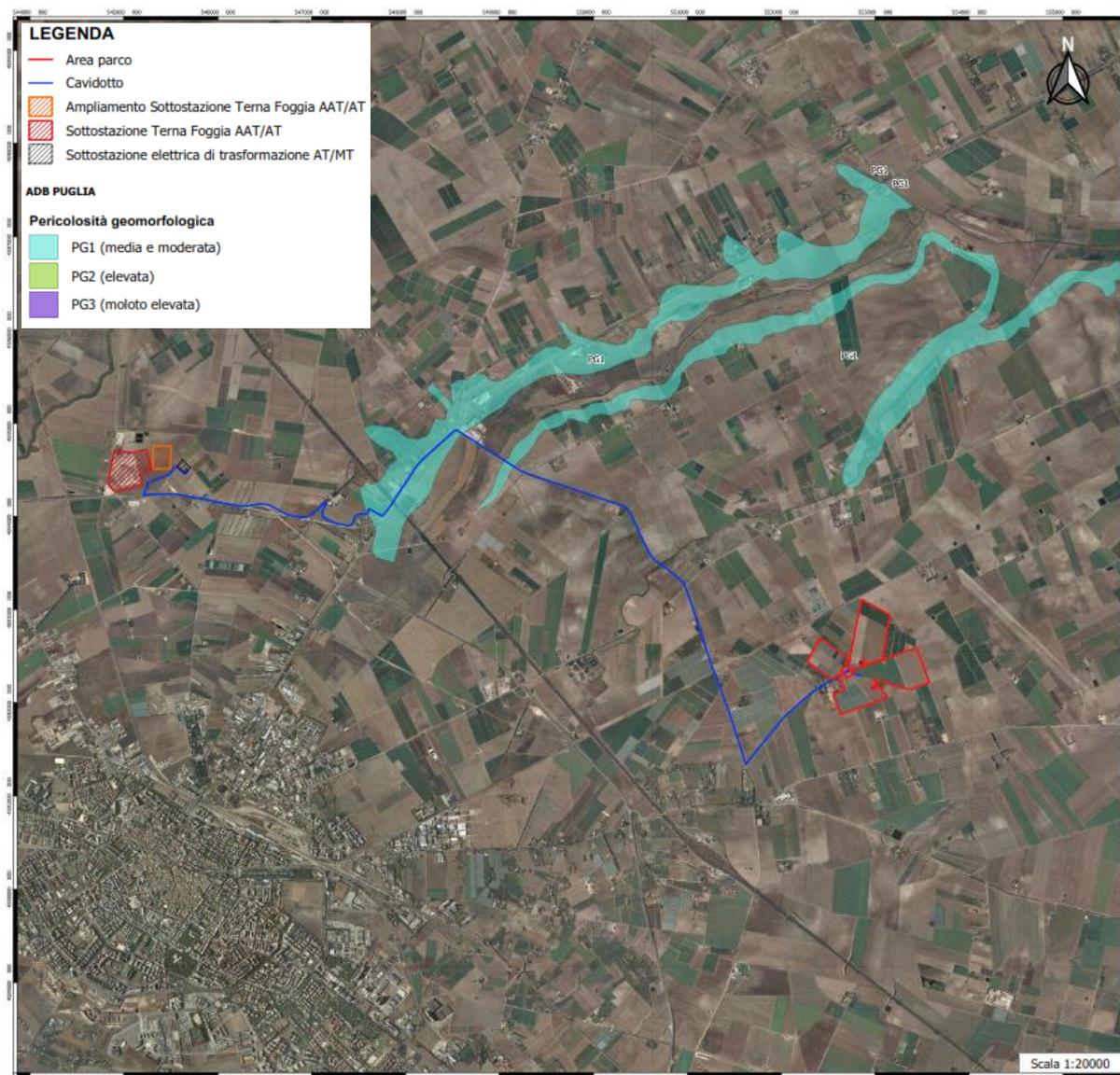


Stralcio della Carta del Rischio da Pericolosità Idraulica del P.A.I. dell’AdB Puglia su Ortofoto..

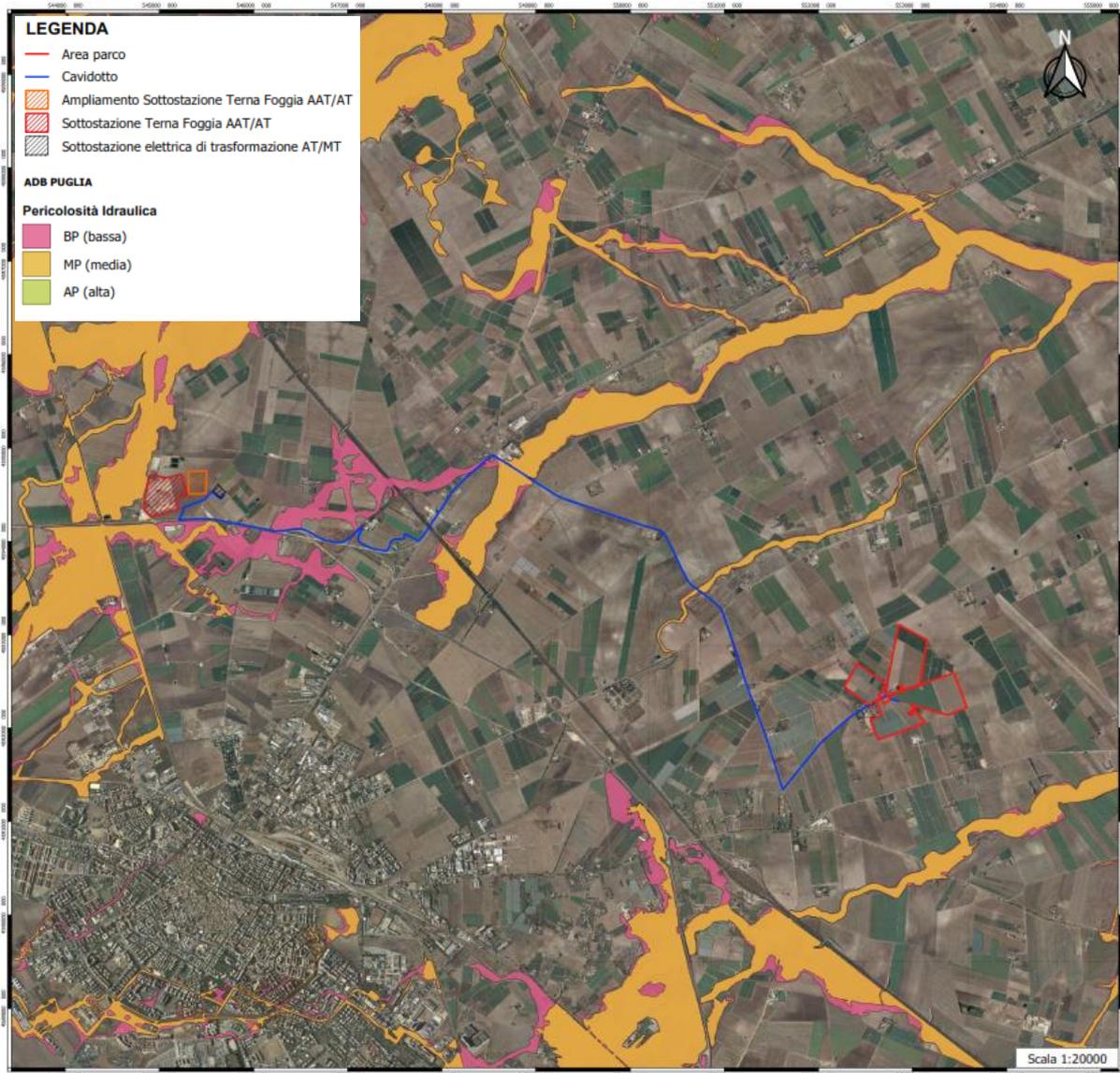
Mentre per quanto riguarda il cavidotto, esso ricade per un tratto in areali di pericolosità Geomorfológica PG1 e a pericolosità Idraulica da bassa a media. In quest’area il cavidotto verrà posto in opera all’interno della sede stradale già esistente ad una profondità di 1.20 m per brevi tratti tempestivamente richiusi in modo da modificare la stabilità dell’area.

Art 15 comma 1 delle NTA del PAI Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché 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.



Stralcio della Carta del Rischio e Pericolosità Geomorfologica del P.A.I. dell’AdB Puglia intersezioni del cavidotto

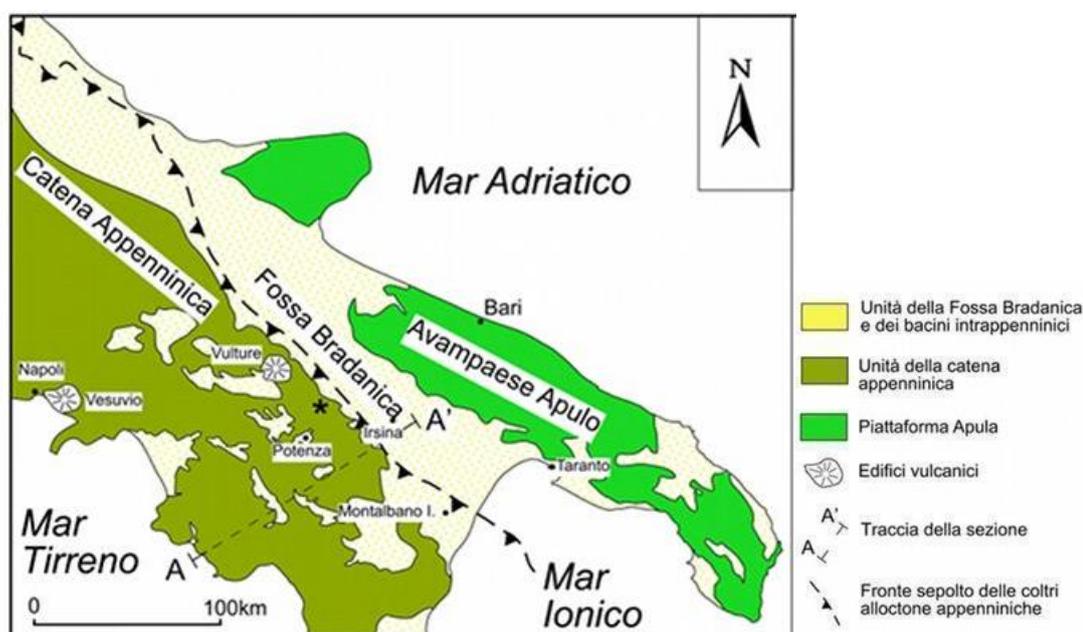


Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica del P.A.I. dell'AdB Puglia

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L’area in studio si colloca nella Fossa Bradanica (Migliorini C., 1937), un’ampia depressione allungata da nord-ovest a sud-est originatasi nel plio-quadernario fra la catena appenninica e la piattaforma carbonatica dell’avampaese murgiano.

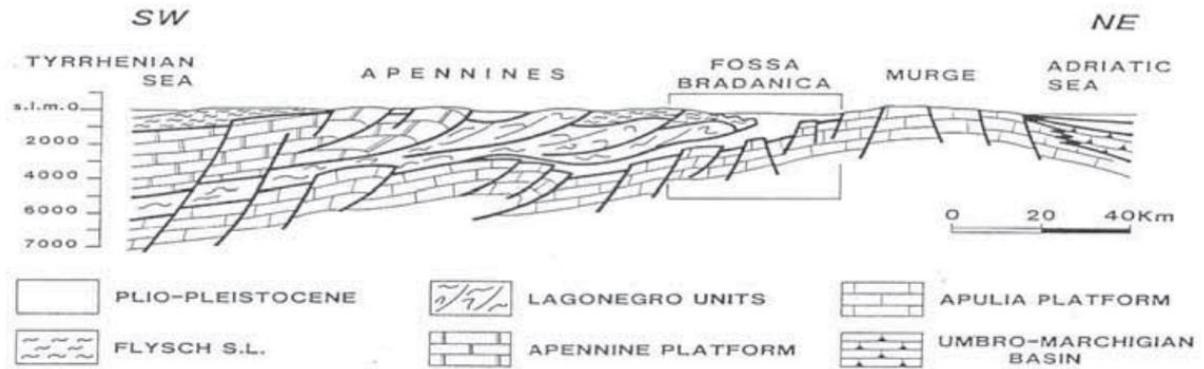
In particolare l’area in studio è interamente compresa nel foglio geologico n° 164 “Foggia” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:100.000.



L’evoluzione tettonico-sedimentaria del segmento meridionale d’avanfossa appenninica, che comprende parte dei bacini pugliese e lucano (sensu CRESCENTI, 1971), ha inizio nel Pliocene inferiore, quando, a causa del progressivo avanzamento del fronte appenninico, il bacino è interessato da una generale migrazione verso E degli assi di subsidenza e delle relative depressioni (CASNEDI, 1988a). Il bacino, si presenta così con un margine interno instabile, con tendenza ad un forte sollevamento, ed un margine esterno subsidente che coinvolge via via, aree d’avampaese già dislocate verso la catena.

L’ingressione marina portò alla sedimentazione di depositi prevalentemente sabbioso-argillosi sul substrato calcareo ribassato a gradinata verso sud-ovest secondo un sistema di faglie dirette ad andamento appenninico. Nel Pleistocene inferiore un sollevamento regionale in blocco ed il conseguente ritiro del mare verso l’attuale linea di costa determinò l’emersione

dell’area bradanica e la formazione di una serie di terrazzi marini e alluvionali connessi con brevi fasi di arresto del ciclo regressivo e di trasgressioni di piccola entità.



4.1. GEOLOGIA DELL’AREA

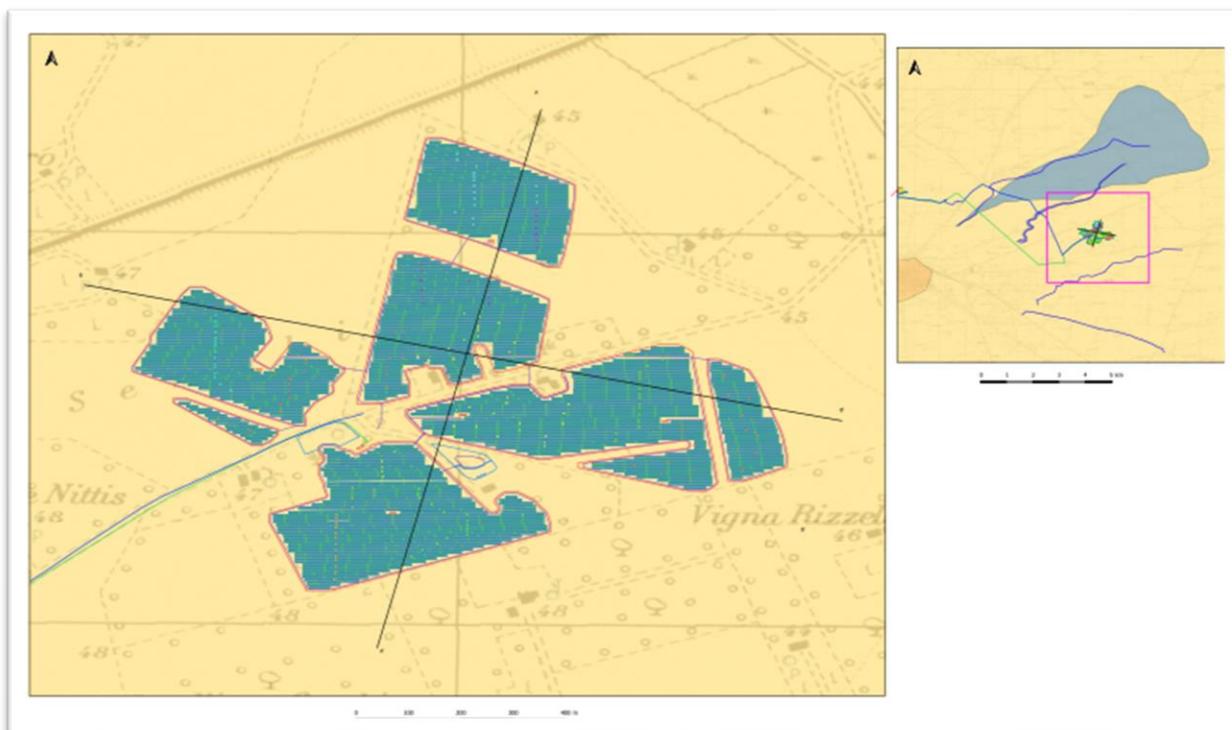
Il rilevamento geologico di superficie ha consentito di riconoscere e cartografare le litologie principali di seguito descritte dalle più recenti alle più antiche.

In particolare, nell’area di interesse, affiorano depositi plio-pleistocenici costituiti da una potente successione di silt argillosi e sabbie.

La chiusura di tale successione è a luoghi rappresentata da depositi alluvionali di età quaternaria, prevalentemente sabbioso-ghiaiosi, delimitati verso l’alto da superfici piate (terrazzi).

Nella recente letteratura i depositi fin qui descritti vengono riferiti al Sintema di Foggia:

Depositi alluvionali terrazzati del V ordine costituiti da silt argillosi sottilmente laminati con intercalazioni di sabbie silteose 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 corrispondono a luoghi ciottoli isolati e gasteropodi continentali. (Pleistocene medio-superiore)



Carta geologica su CTR scala 1:2.000

5. GEOMORFOLOGIA

L’area di interesse è posta a quota di circa 45 m s.l.m. ed insiste su un territorio caratterizzato da una forte antropizzazione e prevalentemente pianeggiante.

E’ caratterizzato morfologicamente da una piana alluvionale leggermente pendente verso il golfo di Manfredonia.

Il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza vasti bacini ma con linee di impluvio a basso grado di gerarchizzazione che si generano dai rilievi di origine appenninica. I profili delle sezioni trasversali di queste incisioni sono piuttosto profondi, Si tratta di corsi d’acqua a carattere torrentizio, con portate minime per la maggior parte dei giorni dell’anno, ma che in occasione di eventi piovosi di un determinata entità e durata sono in grado di convogliare notevoli quantità d’acqua e di trasporto solido.

Nell’area non si ravvisano elementi di pericolosità geomorfologica o idraulica né tantomeno di rischio.

Sia sul sito che in prossimità di esso, non sono presenti componenti geomorfologiche o idrologiche di rilievo.

6. IDROGEOLOGIA DELL’AREA

I depositi continentali affioranti sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità, essa è in stretta dipendenza con la granulometria, il grado di classazione del deposito e la distribuzione verticale ed areale delle intercalazioni lentiformi prevalentemente limo-argillose. Per tali fattori la permeabilità dei litotipi investigati risulta molto variabile da punto a punto sia in senso orizzontale che verticale. Il coefficiente di permeabilità è compreso tra valori medi e bassi; i valori maggiori, stimati in 10^{-2} - 10^{-4} cm/s, sono attribuibili ai banchi sabbioso-ghiaioso-ciottolosi, mentre quelli inferiori stimati in 10^{-4} - 10^{-7} cm/s, si riferiscono agli intervalli limo- sabbioso-argillosi o a livelli di sabbie e ghiaie più cementate.

6.1 Verifiche con il Piano di Tutela delle Acque

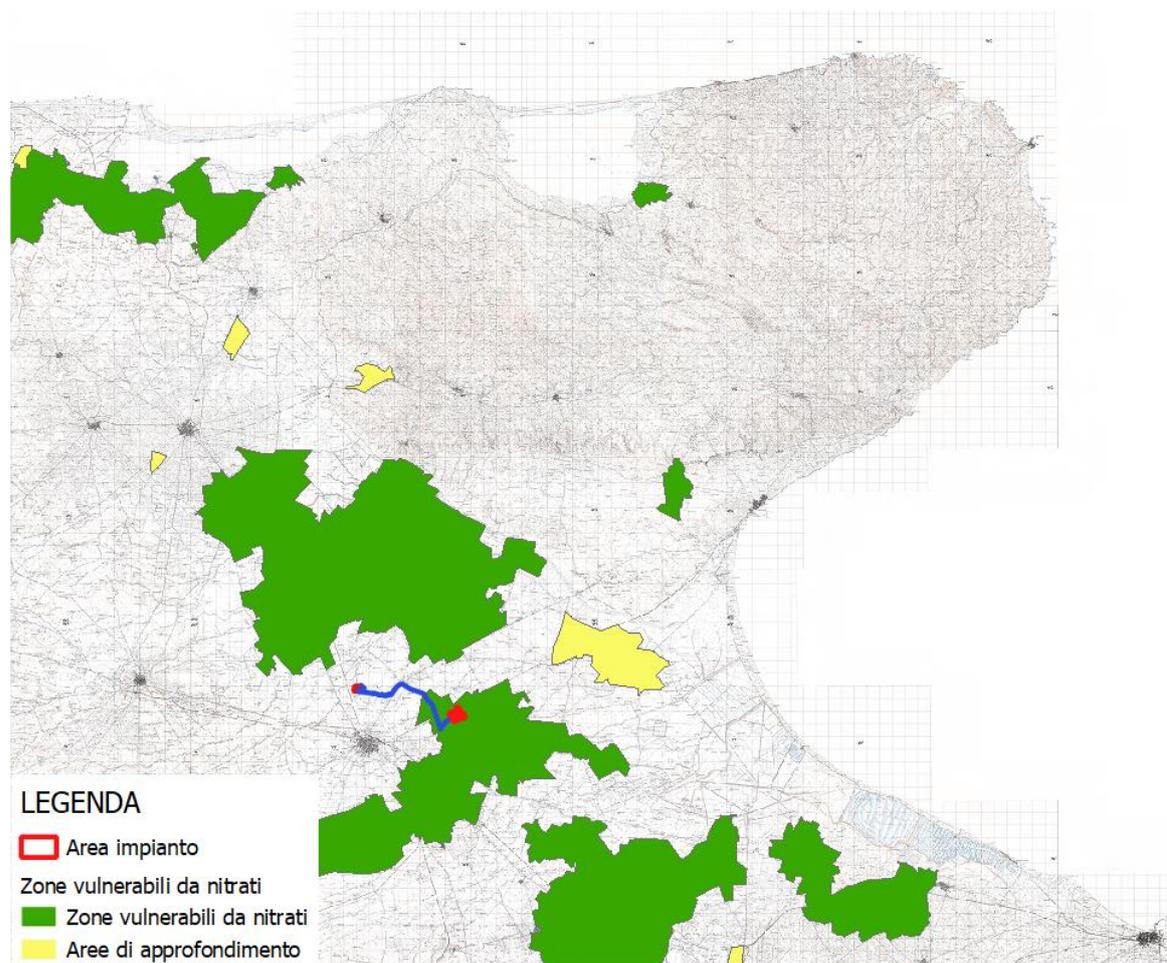
La Regione Puglia, con Delibera n° 230 del 20/10/2009, ha adottato il Piano di Tutela delle Acque ai sensi dell’articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006, strumento finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e, più in generale, alla protezione dell’intero sistema idrico superficiale e sotterraneo.

Con tale Piano vengono adottate alcune misure di salvaguardia distinte in:

1. Misure di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei;
2. Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica;
3. Misure integrative (area di rispetto del canale principale dell'Acquedotto pugliese).

Si tratta di prescrizioni a carattere immediatamente vincolanti per le Amministrazioni, per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati.

Con riferimento alle cartografie allegate al Piano, l’area di indagine ricade in “zone vulnerabili da nitrati”.

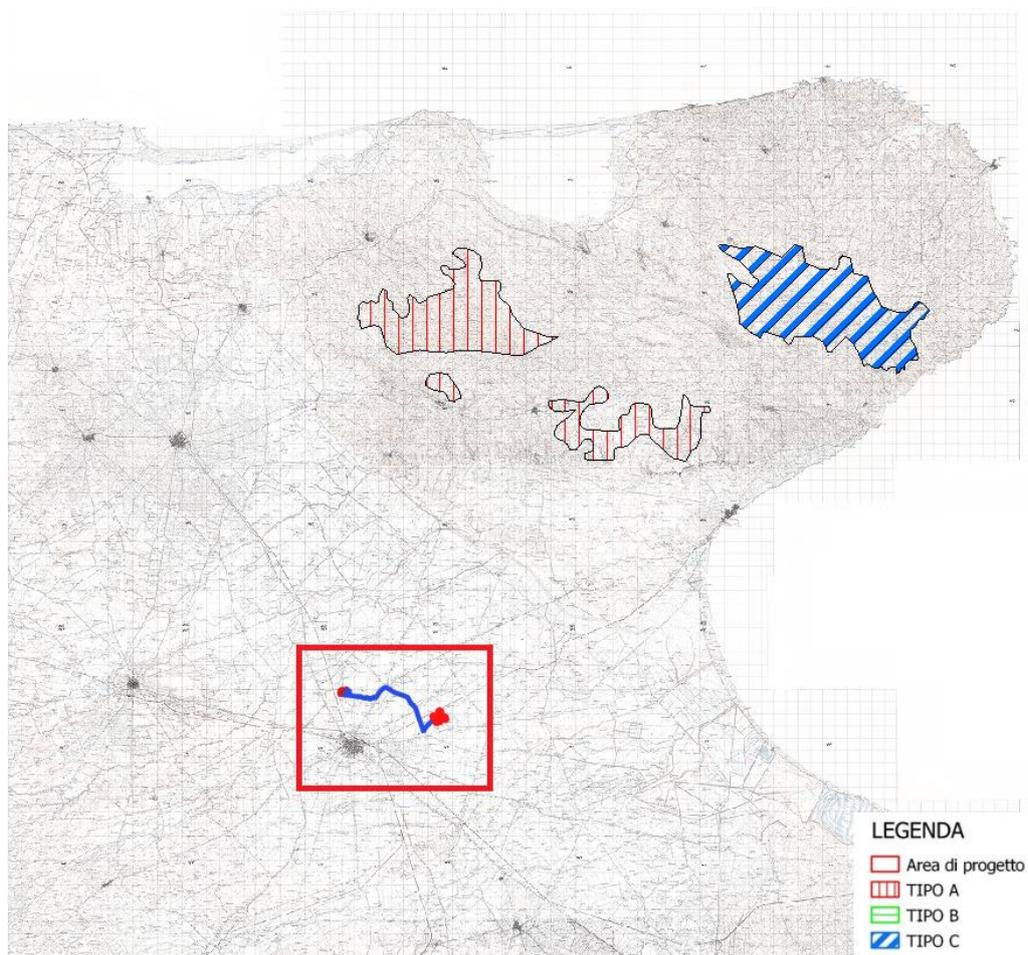


Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN). Fonte PTA

Inoltre il perseguimento dell’obiettivo di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici, ha portato all’individuazione di particolari perimetrazioni a Protezione Speciale Idrogeologica, il cui obiettivo è quello di ridurre, mitigare e regolamentare le attività antropiche che si svolgono o che si potranno svolgere in tali aree.

Sulla base di tali prescrizioni è possibile affermare che l’area di impianto non ricade in *aree di Protezione Speciale Idrogeologica*.

Mentre il cavidotto, *attraversa un’area di tutela quantitativa, come si osserva dall’immagine sottostante.*



Area di tutela quantitativa. Fonte PTA

7. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

L’area destinata ad accogliere le strutture fondali dell’impianto fotovoltaico e delle opere di connessione è subordinata, da depositi plio-pleistocenici 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 nerastrati.

Questi sedimenti posseggono buone caratteristiche geotecniche e considerati i modesti carichi di esercizio non si evidenziano criticità per la realizzazione dell’opera.

Pertanto, per le finalità del presente lavoro si ritengono soddisfacenti i dati acquisiti dalla bibliografia fermo restando che la verifica puntuale degli stessi verrà fatta in fase esecutiva del progetto.

In particolare ai depositi alluvionali terrazzati si attribuiscono i seguenti valori ai parametri indici del loro comportamento geotecnico:

Peso naturale 18.4 KN/mc

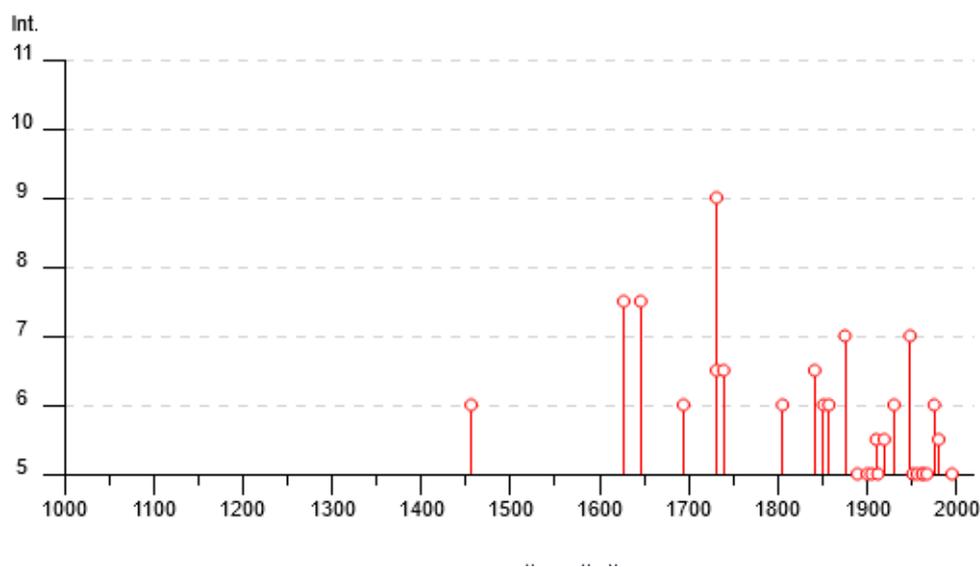
Coesione 28 Kpa

Angolo attrito Interno 25°

8 SISMICITA' DELL'AREA

L’area in oggetto è caratterizzata da un’attività sismica di energia “BASSA”.

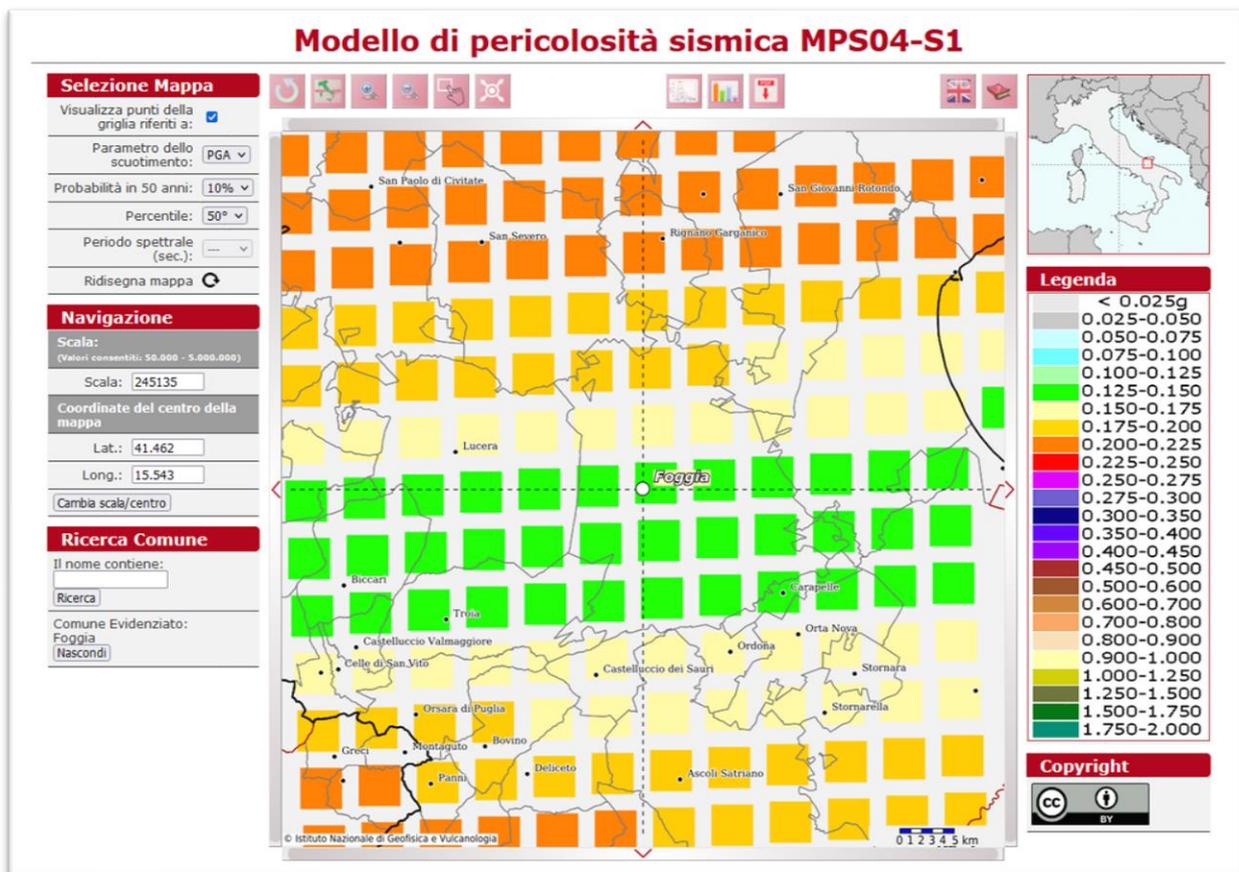
Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano DBMI15 è stata rilasciata a gennaio 2021 creato dal INGV, nel periodo di tempo intercorso tra 1638 e il 1990 sono stati registrati e catalogati 19 terremoti con una magnitudo con una intensità epicentrale variabile da 5 a 11 e un momento magnitudo compreso tra 4.54 e 7.09. Di seguito si riportano gli eventi catalogati e il grafico della distribuzione temporale della magnitudo.



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
9	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
F	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
6-7	1756	10	22				Golfo di Manfredonia	4	5-6	4.40
5	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
5	1864	04	05	19	30		Gargano	3	4	3.70
7	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
NF	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
5-6	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
3-4	1900	12	23	22	30		Gargano	20	5	4.37
4-5	1904	04	08	08	22		Gargano	27	6	4.75
4	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
2	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
NF	1908	09	16	20	15		Gargano	14	3-4	3.72
NF	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
NF	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
5-6	1919	10	21	00	24		Gargano	24	5-6	5.03
5	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
2	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96
3	1937	07	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96
NF	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58
6	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55
5-6	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
4-5	1953	07	19	18	46		Gargano	5	4-5	4.55
4	1954	10	26	02	25		Gargano	8	4-5	4.72
6	1955	02	09	10	06		Gargano	31	6-7	5.05
2	1955	07	12	04	02		Gargano	8	5	4.16
5	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
NF	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04
5	1962	01	19	05	01	2	Gargano	31	5	4.42
5	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
4	1967	06	17	15	42	5	Gargano	16	5	4.46
6	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86
3	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34
NF	1990	02	01	06	24	1	Isole Tremiti	27		4.43
NF	1990	02	18	20	10	4	Adriatico centrale	46		4.24
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
4	1992	11	05	13	34	2	Gargano	32	5	4.34
5-6	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
3-4	1995	10	05	23	51	5	Gargano	20	5	3.95
3	1996	02	28	06	56	3	Gargano	8	5	3.68
2	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
NF	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
3-4	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26
4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
NF	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44
4-5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
NF	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

Elenco dei terremoti che hanno interessato l'area in oggetto

In relazione alla relativa vicinanza di importanti strutture sismo genetiche attivate frequentemente, soprattutto nella catena appenninica, le stime di pericolosità effettuate hanno fornito valori di accelerazioni di picco del suolo (PGA), con probabilità del 10% di essere superate in 50 anni, comprese tra 0.125 e 0.150 g.



9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” (nel seguito indicate con NTC) raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli sicurezza, la pubblica incolumità. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Per la definizione dell’azione sismica di un sito vengono utilizzate al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, recentemente prodotta e messa in rete dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L’azione sismica è ora valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un’unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” R V P.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

La caratterizzazione sismica del sottosuolo eseguita con le indagini sismiche di tipo MASW che hanno permesso di definire il terreno di fondazione dell’aerogeneratore e il comportamento in condizioni dinamiche.

Indagini MASW precedentemente eseguite nei pressi dell’area di interesse su terreni aventi le stesse caratteristiche litologiche assegnano ai terreni la categoria sismica B.

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- **Ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- **Tc*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
-

Di seguito sono forniti i valori di **ag Fo e Tc*** nonché lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali e orizzontali, necessari per la determinazione delle azioni sismiche:

LITOLOGIA PREVALENTE: **Sabbie argillose** CLASSE D’USO: **4** VITA NOMINALE: **50 ANNI**

CATEGORIA TOPOGRAFICA: **T1** PERIODO DI RIFERIMENTO: **50 ANNI**

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: **B**

	Probab. Sup. (%)	TR (anni)	ag (g)	Fo	Tc* (s)
SLO	81	60	0,063	2,519	0,331
SLD	63	101	0,079	2,576	0,346
SLV	10	949	0,175	2,588	0,434
SLC	5	1950	0,221	2,565	0,472

$$a_{gmax} = S_s * S_t * a_g$$

$$S_s = 1,200$$

$$S_t = 1,000$$

$$a_g = 0,175$$

$$a_{gmax} = \mathbf{0.21}$$

con **Kh= 0.050** (coeff. azione sismica orizzontale) **Kv=0.025** (coeff. azione sismica verticale)

10 CONCLUSIONI

Sulla base del rilevamento geologico e geomorfologico, l’area non ha evidenziato criticità geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che possano compromettere la stabilità della futura opera in oggetto, inoltre la stessa, non aumenterà il grado di rischio e della pericolosità geologica.

Si prescrive nella fase successiva di progettazione la realizzazione di una campagna di indagini geotecniche e geofisiche quali sondaggi, prelievo di campioni, analisi di laboratorio e indagini sismiche da eseguire in situ in modo da affinare il modello geologico tecnico base propedeutica alla progettazione delle opere di fondazione.

Per le finalità del progetto l’unica criticità geologica di tener presente è connessa alla variabilità degli spessori dei terreni di copertura che non permettono di escludere, se non in rari punti, il rifiuto alla tecnica della presso-infissione dei profili di sostegno in acciaio dei pannelli fotovoltaici.

Si prescrive, ai fini del calcolo della profondità di infissione, di escludere i primi 1.0 m di terreno dal contributo geotecnico.

Il Geologo

Dott. Geol. Raffaele NARDONE

