

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNI DI MANFREDONIA
ED ORTA NOVA



Denominazione impianto:

LA PESCIA

Ubicazione:

**Comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG)
Località "La Pescia" e "Santa Felicità"**

PROGETTO DEFINITIVO

**per la realizzazione di un impianto agrivoltaico da ubicare in agro
dei comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG) in località "La Pescia" e "Santa Felicità",
potenza nominale pari a 39,8268 MW in DC e potenza in immissione pari a 37,8 MW in AC,
e delle relative opere di connessione alla RTN ricadenti nei comuni
di Manfredonia (FG), Orta Nova (FG), Carapelle (FG), Cerignola (FG) e Foggia (FG).**

PROPONENTE



SORGENIA RENEWABLES S.R.L.

Milano (MI) Via Algardi Alessandro 4 - CAP 20148

Partita IVA: 10300050969

Indirizzo PEC: sorgenia.renewables@legalmail.it

ELABORATO

Relazione Geologica

Tav. n°

3RG

Scala

Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo	Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Ottobre 2022	Istanza VIA art.23 D.Lgs 152/06			

PROGETTAZIONE

GRM GROUP S.R.L.
Via Caduti di Nassiriya n. 179
70022 Altamura (BA)
P. IVA 07816120724
PEC: grmgrouprl@pec.it
Tel.: 0804168931



Spazio riservato agli Enti

IL TECNICO

Dott. Ing. ANTONIO ALFREDO AVALLONE
Contrada Lama n.18 - 75012 Bernalda (MT)
Ordine degli Ingegneri di Matera n. 924
PEC: antonioavallone@pec.it
Cell: 339 796 8183



Dott. Pasquale TRIGGIANI
Via G. Matteotti, 12
71010 - Ischitella (FG)
Ordine dei Geologi della Regione Puglia, n. 552
PEC: pasqualetriggiani@epap.sicurezza postale.it
Cell: 3466431824



INDICE

<i>1 – PREMESSA</i>	<i>pag. 3</i>
<i>2 – UBICAZIONE</i>	<i>pag. 4</i>
<i>3 – DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</i>	<i>pag. 6</i>
<i>4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE</i>	<i>pag. 7</i>
<i>5 - INQUADRAMENTO TETTONICO – SISMICITA' DELL'AREA</i>	<i>pag. 11</i>
<i>6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE</i>	<i>pag. 15</i>
<i>7 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</i>	<i>pag.19</i>
<i>8 – IDROGEOLOGIA</i>	<i>pag.20</i>
<i>9 – PIANO DI BACINO - STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO</i>	<i>pag.23</i>
<i>10 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA DEI SITI</i>	<i>pag.24</i>
<i>11 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE</i>	<i>pag.24</i>
<i>12 – CONCLUSIONI</i>	<i>pag.25</i>

1 - PREMESSA

Ottemperando all'incarico ricevuto dalla SORGENIA RENEWABLES S.R.L. con sede in via Algardi Alessandro, 4, 20148 Milano (MI), partita IVA: 10300050969, pec: sorgenia.renewables@legalmail.it, lo scrivente dott. geologo Pasquale Triggiani, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia con il n. 552 e al Collegio dei Geometri di Lucera n. 1296, ha redatto la presente relazione geologica, necessaria per la richiesta di autorizzazione relativa al progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro dei comuni di Manfredonia (FG) ed Orta Nova (FG) in località "La Pescia" e delle relative opere di connessione alla RTN.

Il lavoro si è svolto in due fasi, preliminarmente è stato effettuato un rilievo geologico dell'area per valutare eventuali problemi connessi con la natura e le caratteristiche dei terreni che possono gravare in modo significativo sulla progettazione delle opere che si intendono realizzare, successivamente sono state reperite le informazioni sugli studi e lavori svolti nell'area.

Nello specifico è stato svolto il seguente lavoro:

- ricerca bibliografica;
- rilevamento geomorfologico di superficie delle aree interessate;
- riesame e confronto di alcuni studi di natura geologico - tecnica eseguiti in zone limitrofe;
- studio di compatibilità PAI;
- definizione dei parametri geotecnici – sismici ricavati dalla bibliografia e/o da indagini eseguite in zone limitrofe su terreni simili;
- esecuzione di n. 2 sondaggi sismici;
- esecuzione di n. 2 CPT;
- stesura della relazione geologica in riferimento alla normativa vigente (DM 17.01.2018 – DPR 380/01 – L.02.02.1974 n 64 e successive modificazioni).

2 – UBICAZIONE

Le zone oggetto di studio denominate A1 e A2 trovano riferimento in due distinte tavolette appartenenti al Foglio 164, nello specifico, l'area A1 è ubicata in agro del comune di Manfredonia ed è identificata dalla tavoletta IGM 164 II NO (fig. 1), mentre, l'area A2 è ubicata in agro del comune di Orta Nova e rientra nella tavoletta IGM 164 II SO (fig. 2). Entrambe le suddette aree, sono caratterizzate da una morfologia pianeggiante e si posizionano rispetto al livello del mare, nel modo seguente:

A1 - quota media 25 m circa s.l.m.;

A2 - quota media 35 m circa s.l.m..

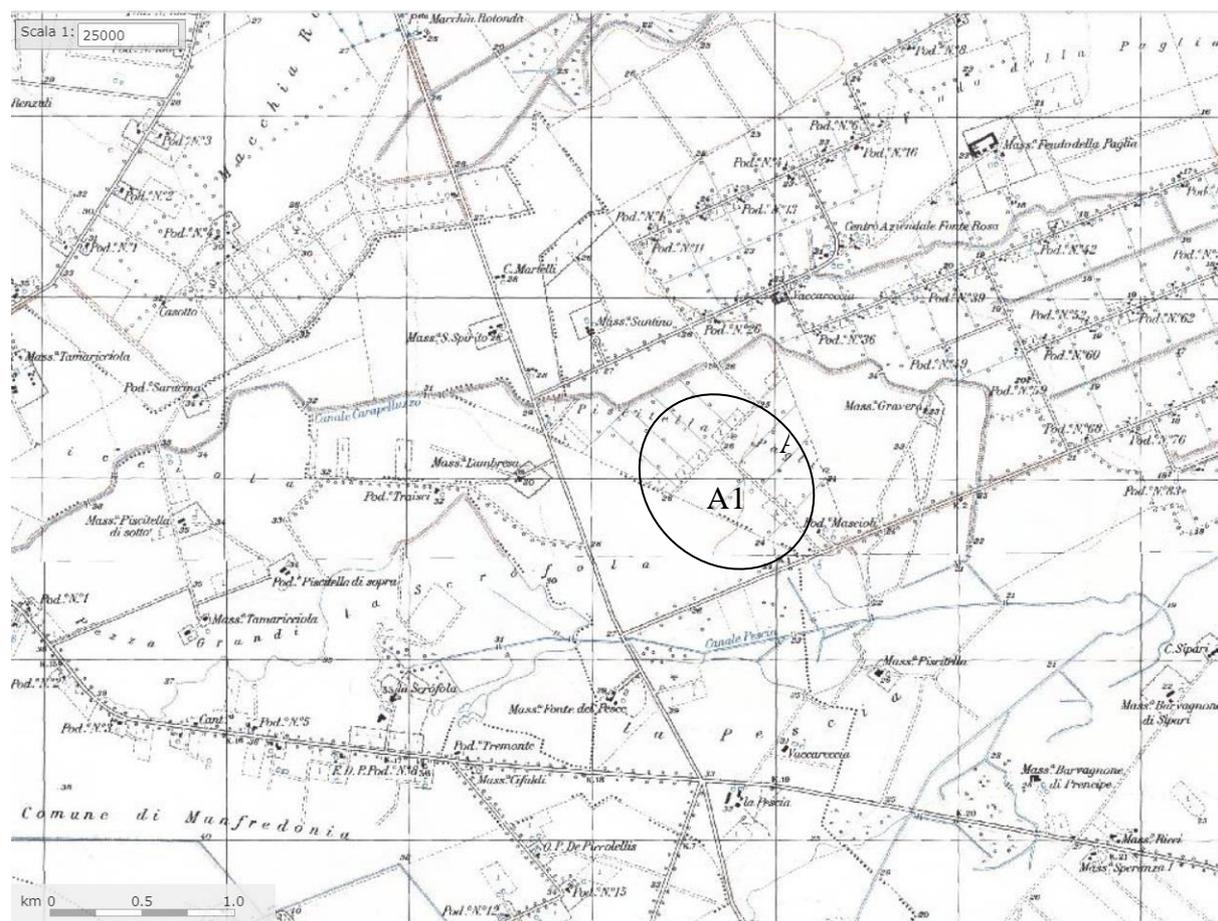


Fig.1 - Stralcio topografico dell'area A1 (IGM 25.000-Tavoletta IGM 164 II NO)

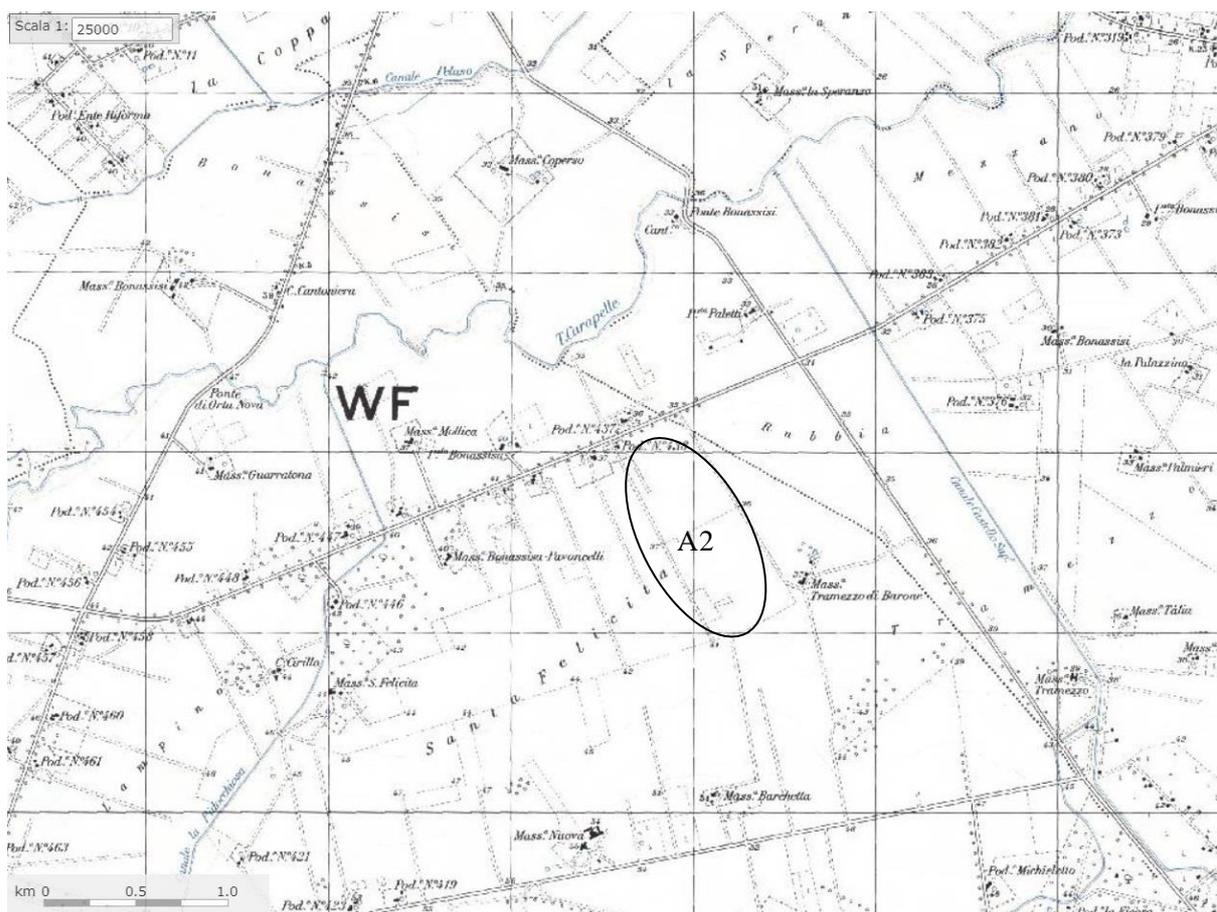


Fig.2 - Stralcio topografico dell'area A2 (IGM 25.000-Tavoletta IGM 164 II SO)

Le aree A1 e A2 sono catastalmente individuate dalle p.lle di seguito riportate:

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto (Area impianto)	
A1	MANFREDONIA - FOGLIO 134 PARTICELLE: 56, 59, 60, 130, 131, 134; MANFREDONIA – FOGLIO 135 PARTICELLE: 69 (parte), 70 (parte), 73, 76, 85, 86, 182 (parte);
A2	ORTA NOVA - FOGLIO 2 PARTICELLE: 41, 62 (parte), 267, 268.

per una superficie complessiva di circa 57 ha.

3 – DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in questione, riguarda la realizzazione di un impianto agrovoltaiico suddiviso in due aree (A1 e A2) connesso alla RTN della potenza di picco pari a 39,8268 MW in DC da ubicare in agro dei comuni di Manfredonia (FG) Orta Nova (FG), e delle opere connesse e di infrastrutture indispensabili, il tutto riportato in (fig. 3).

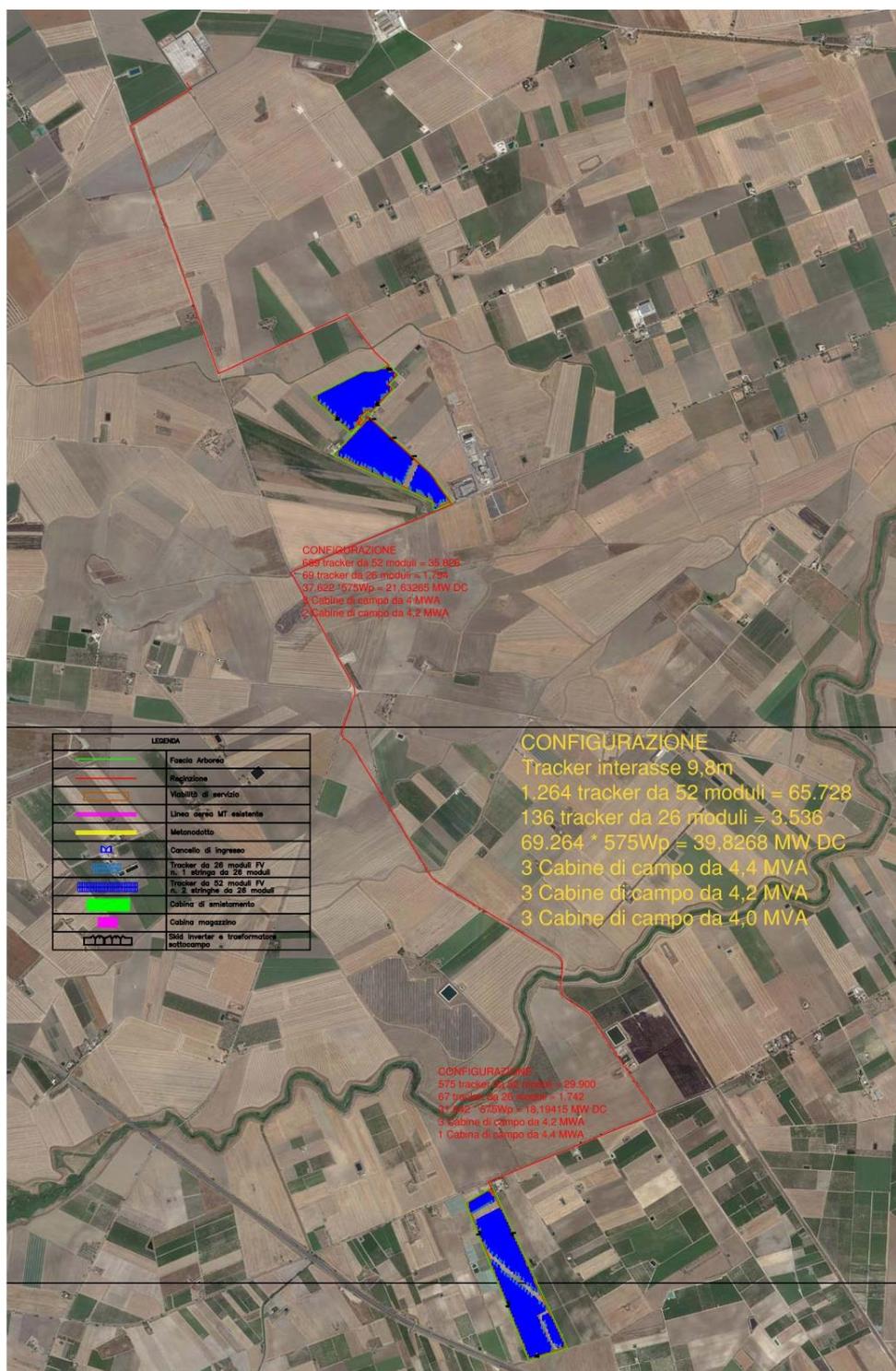


Fig. 3 – Layout impianto

4 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area di studio risulta ubicata nella parte settentrionale dell'Avanfossa adriatica meridionale, nota in letteratura anche come Fossa Bradanica. La sua storia geologica è strettamente collegata all'evoluzione paleogeografica dell'Avampaese Apulo. Essa, infatti, inizia a delinarsi agli inizi del Terziario nel corso dell'orogenesi appenninico - dinarica contestualmente all'avanzare delle falde appenniniche verso est (Ricchetti et al., 1988). Con il Pliocene, la Fossa Bradanica viene a costituire l'avanfossa della Catena Appenninica; il carico della catena determina infatti l'abbassamento della Fossa e l'inarcamento delle Murge che assumono la struttura di un'ampia piega anticlinale a cui il sistema di faglie distensive, con trend NO-SE, ha dato l'aspetto di un ampio "horst". A seguito della subsidenza, la Fossa è stata sede di un'intensa attività sedimentaria con l'accumulo di potenti corpi sabbioso-argillosi. Nel Pleistocene inferiore, ha inizio una fase di generale sollevamento testimoniata dall'esistenza di depositi sommitali di carattere regressivo (Balduzzi et al., 1982). A questa tendenza regressiva, si sovrappongono le oscillazioni glacio-eustatiche quaternarie che portano alla formazione dei depositi marini terrazzati (Caldara & Pennetta, 1993) e dei depositi alluvionali.



Fig.4 - Inquadramento geologico (in rosso l'area di studio)

Nel Tavoliere affiorano litotipi di diversa natura ed età, come desumibile dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000. Sulla base dei caratteri litostratigrafici e in considerazione dell'area geografica di appartenenza, i terreni localmente affioranti sono stati riferiti alle seguenti unità:

UNITÀ APPENNINICHE (Cretaceo - Pliocene medio)

Sono rappresentate sia dalle associazioni litologiche in facies di flysch, a giacitura caotica e a prevalente componente argillosa, e sia dalle sabbie e dai conglomerati di età infra-meso pliocenica. Data l'analogia nelle modalità di traslazione e messa in posto, Balduzzi et al. (1982) raggruppano tali unità sotto il generico termine di alloctono qui denominato "Complesso dei Monti della Daunia".

UNITÀ DELL'AVAMPAESE APULO (Cretaceo – Pliocene sup.)

Sono rappresentate dai calcari della piattaforma carbonatica apula del Cretaceo e dai depositi calcarenitici del Miocene e del Plio-Pleistocene.

I calcari affiorano estesamente nelle limitrofe aree del Gargano e delle Murge mentre nell'area del Tavoliere sottostanno alla spessa ed estesa copertura dei sedimenti di Avanfossa (Ricchetti et al., 1988). Le calcareniti mioceniche e i depositi calcarenitici più recenti ("tufi calcarei") affiorano, invece, in lembi di limitata estensione e spessore nell'area garganica e lungo il bordo murgiano dell'area.

UNITÀ DEL TAVOLIERE (Pliocene – Olocene)

Queste unità sono costituite dai depositi di riempimento dell'avanfossa appenninica, di età pliocenica e infrapleistocenica, e dai depositi marini e alluvionali delle coperture mediosuprapleistoceniche e oloceniche della piana.

I depositi della fase di riempimento della Fossa bradanica, costituiti da alternanze sequenziali di sabbie e argille, indicate con il generico termine di "Argille grigio azzurre", affiorano principalmente lungo una larga fascia che borda i fianchi orientali dell'Appennino, lungo la bassa valle del F. Ofanto, tra Barletta e Canosa e lungo il F. Fortore. Nella parte medio-bassa della piana, le "Argille grigio-azzurre" sottostanno alla copertura alluvionale e lo spessore dell'unità si riduce in corrispondenza della fascia costiera. La serie, che assume carattere regressivo, si chiude con i terreni sabbiosi e sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inf. che affiorano in un'estesa zona compresa tra Ascoli Satriano e Lavello ed in una sottile fascia lungo il F. Fortore e nei pressi di Ser-racapriola. Lungo la fascia settentrionale del Tavoliere (nei pressi di Poggio Imperiale,

Chieuti e S. Severo) e a SE del F. Ofanto si rinvengono depositi marini terrazzati del Pleistocene medio-sup. costituiti in prevalenza da limi, sabbie limose e sabbie. Lungo il bordo occidentale del Tavoliere, s'individuano, inoltre, i depositi terrazzati alluvionali e deltizi del Pleistocene sup. che formano strutture prevalentemente allungate in direzione W-E ed interrotte dalle numerose incisioni prodotte dagli attuali corsi d'acqua. In tutta l'area, specialmente quella orientale, prendono particolare sviluppo i sedimenti della pianura alluvionale, anch'essi del Pleistocene sup.-Olocene che, a partire dalle quote di circa 170-175 m, si spingono fin nei pressi della costa conferendo un aspetto pianeggiante all'intera regione. Gli spessori, variabili, tendono ad aumentare procedendo da W verso E raggiungendo valori massimi nella zona rivierasca. Tali depositi, rappresentati da un'alternanza lenticolare di sedimenti alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e argillosi, di facies continentale (Cotecchia, 1956), rappresentano il risultato dei numerosi episodi deposizionali che hanno interessato il Tavoliere. Con riferimento alla Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 (Foglio n. 164) nell'area di studio sono presenti terreni formati nell'Olocene (alluvioni recenti - area A1 - impianto in agro di Manfredonia) e Pleistocene (sabbie giallastre - area A2 - impianto in agro di Orta Nova) vedasi fig. 5.

5 - INQUADRAMENTO TETTONICO – SISMICITA' DELL'AREA

L'Italia si colloca nel settore centrale del bacino Mediterraneo, caratterizzato da un complesso mosaico geodinamico, contraddistinto attualmente da zone di convergenza e di distensione con diverso grado di attività. In prevalenza, la deformazione crostale si distribuisce lungo sistemi di faglie riconoscibili in superficie, ma talvolta sepolti, e si manifesta con eventi sismici. Una mappa degli scuotimenti sismici documentati storicamente per il territorio nazionale, anche in una forma grezza come quella dei massimi di intensità (Fig. 6), evidenzia una considerevole eterogeneità delle caratteristiche di sismicità sia del territorio nazionale, sia di quello pugliese.

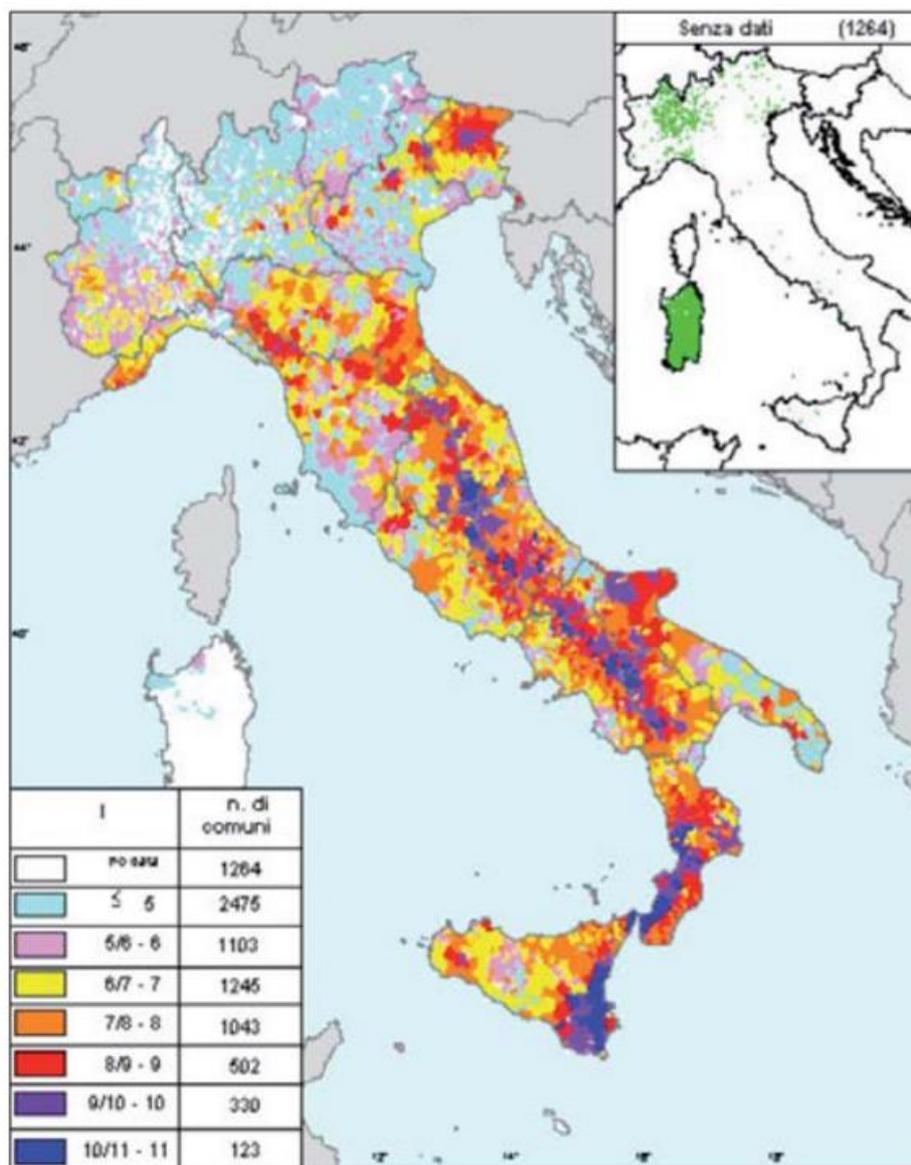


Figura 6 – Mappa delle massime intensità macrosismiche documentate per eventi tra il 1000 e il 1992 (da Camassi et al., 2000).

Le principali faglie presenti nell'Italia meridionale sono riferibili a fenomeni di sovrascorrimento della catena appenninica in direzione NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l'altro dei due in direzione Est-Ovest. Le numerose osservazioni sinora effettuate nel mondo indicano che il fenomeno della fagliazione superficiale diviene comune per terremoti crostali a partire da magnitudo intorno a 5.5-6, con rigetti e lunghezze di rottura sempre maggiori all'aumentare della magnitudo. In Italia, molti terremoti storici catastrofici (e.g., i terremoti del 1783 in Calabria, 1915 nel Fucino, 1980 in Irpinia, con magnitudo intorno a 7), sono stati associati a fenomeni di fagliazione superficiale con rigetti prossimi o superiori al metro. Studi paleosismologici hanno consentito di riconoscere fenomeni simili in epoca tardo Pleistocenica-Olocenica lungo varie strutture tettoniche considerate in precedenza inattive, dimostrandone una frequenza maggiore di quanto prima supposto. La fagliazione superficiale può indurre seri danni agli edifici e alle infrastrutture e quindi rappresentare una rilevante fonte di pericolosità. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio (*da ISPRA progetto ITHACA - Catalogo delle faglie capaci*).

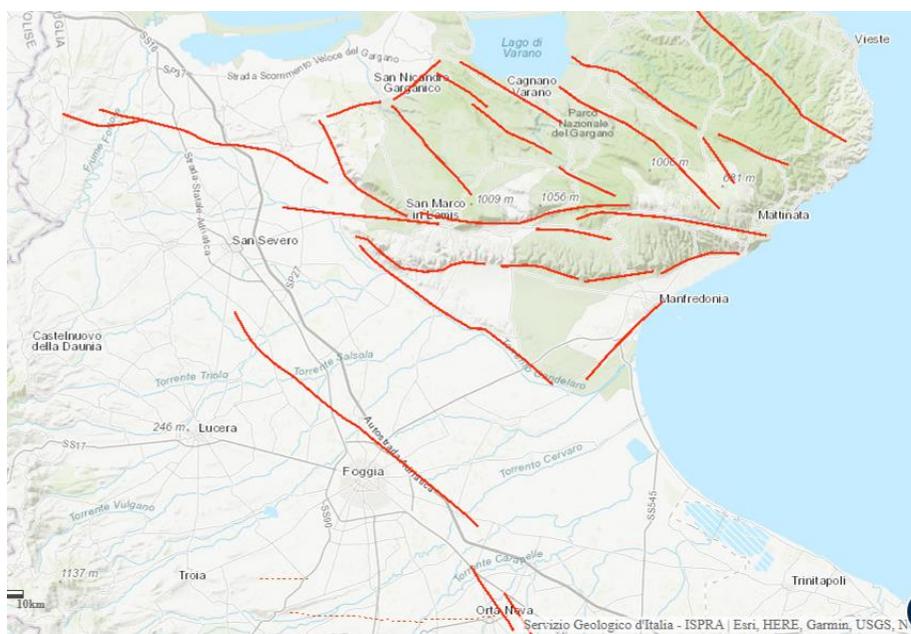
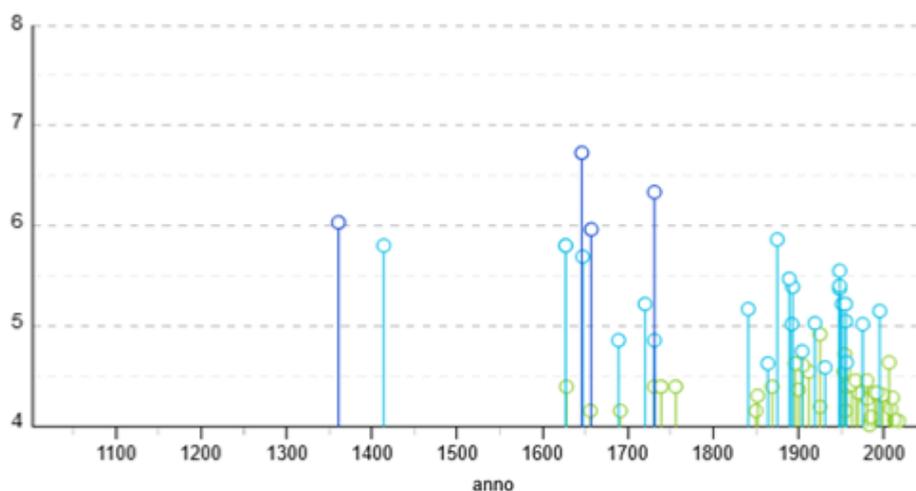


Fig.7 - Stralcio cartografia delle faglie capaci nell'area di studio - da ISPRA progetto ITHACA

La sismicità del territorio pugliese ha un andamento tendenzialmente decrescente dell'energia degli scuotimenti da nord a sud, passando dall'area della Capitanata, alle Murge ed al Salento, sia pure articolato dalla presenza di rilevanti massimi locali nel territorio salentino. Questo trend appare correlato con il quadro tettonico-strutturale che individua nella Puglia un lembo emerso di una piattaforma carbonatica al margine della microplacca Adriatica. Svareti dati di geodinamica convergono nell'attribuire a tale microplacca un moto di rotazione antioraria, sotto la spinta contrapposta delle macroplacche Africana ed Euroasiatica. Trattandosi di una microplacca rigida circondata su tre lati da domini strutturali più deformabili, essa condiziona la sismicità di questi ultimi, scaricando su di essi gli stress tettonici accumulati lungo i suoi margini, in corrispondenza di strutture orogeniche che vanno dalla catena appenninica a quella alpina ed alle catene costiere della penisola balcani (*SIGEA Geologia dell'ambiente 2018*). In questo contesto, l'allungamento della Puglia lungo una direzione obliqua rispetto al confine strutturale che separa la placca Adriatica dalla fascia orogenica appenninica, implica la presenza di un gradiente degli stress tettonici, che si riflette anche nel differente livello di sollevamento dei blocchi in cui è segmentata la piattaforma carbonatica (*dal Gargano, alle Murge ed al Salento: vedi Doglioni et al., 1994*), a cui è associato un correlato decremento della sismicità.

Nell'area è stata cartografata una faglia capace e/o diretta/incerta - sepolta (*da Progetto ITHACA – Carta Geologica Progetto CARG ISPRA*), inoltre, in base all'archivio storico macrosismico italiano (<https://emidius.mi.ingv.it>) sono stati registrati circa 70 eventi sismici con magnitudo massima 6.72 che hanno interessato il territorio di Manfredonia, vedasi la tabella seguente e la figura n. 8.

Localizzazioni e Mw provenienti da CPTI15 v3.0 (Rovida et al., 2021)



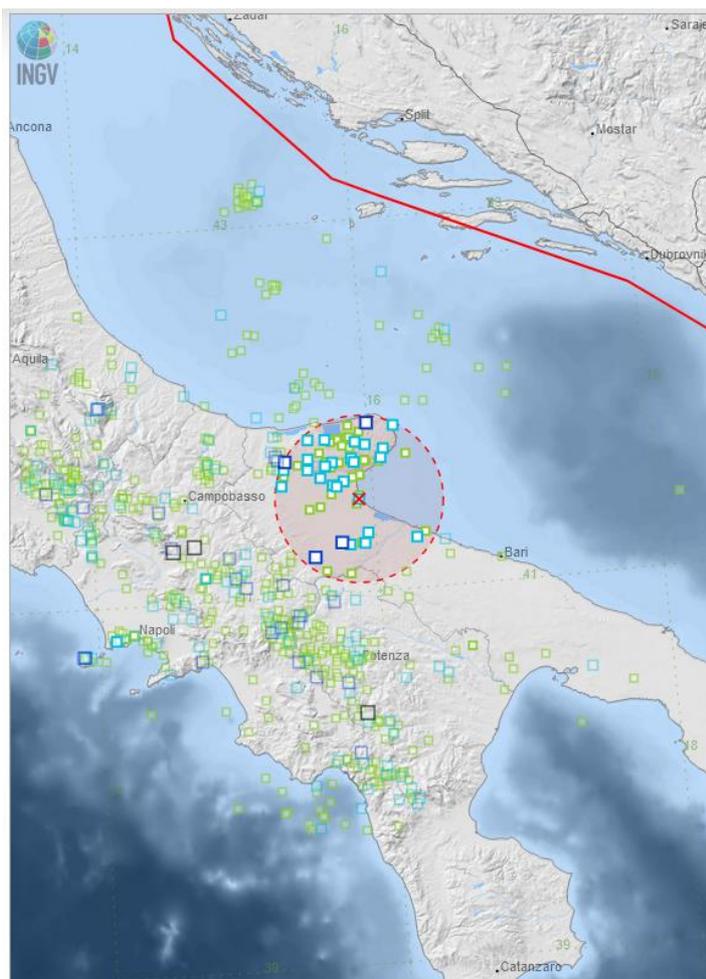


Fig. 8 - (da Postpischl D., 1985. *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*; Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., Gasperini P. (eds), 2000. *Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997. Annali di Geofisica* - Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., Gasperini P. (eds), 2000. *Catalogue of Strong Italian Earthquakes from 461 B.C. to 1997. Annali di Geofisica*).

1998 04 07 21 36 55.30	Valle dell'Ofanto	45	41.104	15.805	5	4.31
1998 09 22 23 23 38.87	Gargano		41.792	15.808		4.32
2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384	41.801	15.903		4.64
2008 03 19 14 38 57.72	Gargano		41.898	15.858		4.18
2010 09 17 12 20 17.75	Tavoliere delle Puglie		41.472	15.623		4.29
2012 08 12 01 21 36.80	Gargano		41.726	16.254		4.07
2017 04 23 04 25 36.26	Gargano		41.829	15.784		4.06
1646 05 31	Gargano	35	41.905	15.993	10	6.72
1647 05 05 12 30	Gargano	5	41.732	15.558	7-8	5.69
1656 10 17	Gargano	2	41.706	15.959	5	4.16
1657 01 29 02	Capitanata	12	41.726	15.393	8-9	5.96
1689 09 21	Costa pugliese centrale	3	41.273	16.288	6-7	4.86
1691 09 26	Tavoliere delle Puglie	1	41.264	15.898	5	4.16
1720 06 07	Tavoliere delle Puglie	7	41.262	15.920	6-7	5.22
1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	41.274	15.757	9	6.33
1731 05 10 05 20	Costa pugliese centrale	3	41.300	16.349	5-6	4.40
1731 10 17 11	Tavoliere delle Puglie	6	41.317	15.947	6-7	4.86
1733 05 15 00 30	Puglia	3				
1739 02 12 21 30	Tavoliere delle Puglie	5	41.462	15.545	5-6	4.40
1756 10 22	Golfo di Manfredonia	4	41.630	15.917	5-6	4.40
1841 02 21	Gargano	13	41.627	15.637	6-7	5.17
1850 11 02 02 30	Gargano	1	41.826	15.776	5	4.16
1852 12 09 21 15	Gargano	12	41.703	15.482	5	4.31
1864 04 05 19 30	Gargano	3	41.630	15.917	4	3.70
1864 12 28 12	Gargano	3	41.835	15.567	6	4.63
1869 03 31 13	Gargano	3	41.709	15.683	5-6	4.40
1875 12 06	Gargano	97	41.689	15.677	8	5.86
1889 12 08	Gargano	122	41.830	15.688	7	5.47
1892 04 20	Gargano	15	41.762	16.097	6-7	5.02
1893 08 10 20 52	Gargano	69	41.713	16.075	8	5.39
1896 04 17 11 53	Gargano	1	41.706	15.959	6	4.63
1900 12 23 22 30	Gargano	20	41.815	15.727	5	4.37
1904 04 08 08 22	Gargano	27	41.706	15.728	6	4.75
1905 08 18 04 07	Tavoliere delle Puglie	41	41.649	15.379	5	4.61
1908 09 16 20 15	Gargano	14	41.752	15.715	3-4	3.72
1912 07 02 07 34	Tavoliere delle Puglie	49	41.476	15.880	5	4.55
1919 10 21 00 24	Gargano	24	41.674	15.551	5-6	5.03
1925 07 28 03 33	Tavoliere delle Puglie	6	41.264	15.898	5	4.20
1925 08 25 05 10	Gargano	14	41.882	16.180	5	4.92
1931 12 03 09 32	Tavoliere delle Puglie	12	41.260	15.814	6	4.59
1941 05 18	Tavoliere delle Puglie		41.700	15.400		
1941 08 20 10 36 32.00	Tavoliere delle Puglie		41.700	15.400		
1948 08 18 21 12 20.00	Gargano	58	41.575	15.748	7-8	5.55
1948 08 21 08 44 47.00	Gargano		41.600	15.800		5.40
1948 08 22 23 16 20.00	Gargano		41.500	15.900		5.37
1951 01 16 01 11	Gargano	73	41.808	15.900	7	5.22
1953 07 19 18 46	Gargano	5	41.520	15.904	4-5	4.55
1954 10 26 02 25	Gargano	8	41.620	15.866	4-5	4.72
1955 02 09 10 06	Gargano	31	41.721	15.865	6-7	5.05
1955 03 18 06 49 37.00	Gargano		41.700	15.883		5.22
1955 07 12 04 02	Gargano	8	41.706	15.959	5	4.16
1956 08 17 10 39	Gargano	3	41.709	15.683	5-6	4.40
1956 09 22 03 19 39.00	Gargano	57	41.584	15.721	6	4.64
1962 01 19 05 01 25.00	Gargano	31	41.679	15.717	5	4.42
1967 06 17 15 42 58.00	Gargano	16	41.594	15.790	5	4.46
1970 01 21 18 36 25.00	Gargano	14	41.835	15.861	5	4.34
1975 06 19 10 11	Gargano	61	41.689	15.677	6	5.02
1980 11 23 21 30 16.35	Irpinia-Basilicata		41.127	15.636		4.46
1980 11 23 21 53 14.00	Tavoliere delle Puglie		41.536	15.706		4.28
1983 09 30 11 30 39.91	Gargano		41.695	16.057		4.02
1985 10 27 11 45 27.91	Gargano		41.705	15.854		4.10
1989 03 11 21 05	Gargano	61	41.762	15.642	5	4.34
1992 11 05 13 34 27.86	Gargano	32	41.702	15.778	5	4.34
1995 09 30 10 14 33.86	Gargano	145	41.790	15.971	6	5.15
1995 10 05 23 51 50.10	Gargano	20	41.779	15.859	5	3.95
1995 10 08 09 12 36.05	Gargano	13	41.836	15.843	4-5	3.48
1996 02 28 06 56 32.22	Gargano	8	41.861	15.935	5	3.68

6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Le suddette aree A1 e A2, ricadono rispettivamente nel Foglio 409 “Zapponeta” e nel Foglio 422 “Cerignola” della Carta Geologica 1:50.000 (*Ispra prog. CARG*).

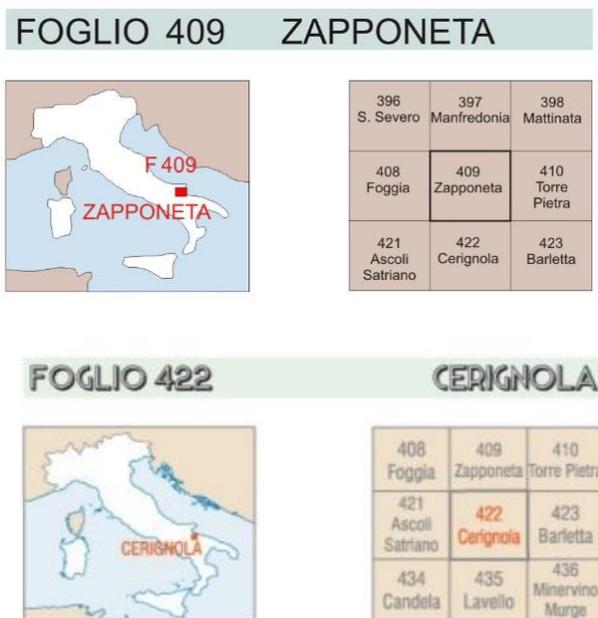


Fig. 9 - Ubicazione Foglio 409 e 422 – Carta geologica 1:50.000 (*Ispra prog. CARG*).

Entrambe le aree di studio, ricadono nella parte centromeridionale del Tavoliere delle Puglie, delimitate a Nord dal torrente Candelaro, ad Est dall’Avampae Apulo (Promontorio del Gargano) a Sud dal Fiume Ofanto e ad Ovest dalla catena sud-appenninica. Il Tavoliere (Avanfossa Adriatica) è da ritenersi il naturale proseguimento verso Nord-Ovest della Fossa Bradanica. Ad Est il limite tra Tavoliere e il Gargano è contrassegnato da un’importante dislocazione tettonica, corrispondente, all’incirca, con il corso del torrente Candelaro, che mette a contatto i depositi terrigeni plio-pleistocenici dell’avanfossa con le rocce carbonatiche dell’avampae. Questa ha dato luogo ad un sistema di faglie subverticali a direzione appenninica NO-SE accompagnato da due altri sistemi secondari di cui uno normale al precedente NE-SO e l’altro dei due in direzione Est-Ovest. Le masse calcaree e dolomitiche che ne costituiscono l’ossatura, ascrivibili a cicli sedimentari che vanno dal Giurassico al Cretacico, sono generalmente ben stratificate, attraversate da un fitto reticolo di faglie e fratture e notevolmente interessate dal fenomeno carsico. Esse hanno uno spessore pari a 4000 m e poggiano su rocce evaporitiche del Trias, a loro volta sovrapposte ad arenarie tipo “Verrucano”, poggianti sul basamento cristallino, posto a circa 8-10 Km di profondità [MARTINIS e PAVAN,1967]. Ad Ovest, invece, il limite è costituito dai terreni appenninici appartenenti alla Formazione della Daunia, costituita da una serie di falde di ricoprimento con vergenza adriatica, relative a più fasi

tettoniche compressive mioceniche e plioceniche. La Formazione della Daunia costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine appulo-molisano, essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa, in altre zone la Formazione della Daunia viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico che sono caratteristici dei coevi flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato tettonicamente nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico di età pre-pliocenica. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri) mentre verso Nord-Est il substrato miocenico si rinviene ad una profondità molto inferiore di circa 300. In particolare i terreni affioranti nell'area in studio sono tutti di origine sedimentaria, del tipo alluvionale, trattasi di sabbie limose, limi, argille sabbiose provenienti essenzialmente dall'erosione dei sedimenti plio-pleistocenici, a questo materiale si intercalano lenti di ciottoli grossolani di provenienza appenninica e garganica. Sottostante a questi sedimenti si rinviene il substrato argilloso delle argille grigio-azzurre plioceniche. I terreni affioranti, sono riferibili alla successione stratigrafica del Pliocene superiore – Olocene appartenenti al supersistema del Tavoliere di Puglia. Nello specifico sono presenti nell'area:

- *Sintema di masseria Inarcquata - NAQ - (Olocene):*

In questo sintema si inquadrano i depositi alluvionali più recenti, tuttora in fase di formazione, ma anche facies di ambiente dunale costiero e di spiaggia emersa e sommersa. Tuttavia, nell'area in esame l'unità è costituita esclusivamente da depositi continentali di genesi alluvionale, costituiti da argille, sabbie e limi di colore variabile dal bruno, grigio o giallastro, spesso con lamine piano parallele o ondulate. Il limite inferiore di quest'unità è localmente costituito da una superficie di discordanza con il sintema dei torrenti Carapelle e Cervaro. Il limite superiore coincide invece con la superficie topografica. Lo spessore dell'unità è localmente pari o inferiore a 15 metri.

- **Sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro - RPL - (Pleistocene superiore-Olocene):**

Depositi alluvionali del torrente Carapelle e del Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura attuale ed Olocenica, costituito da sedimenti ghiaiosi, sabbiosi, limosi. Il limite inferiore del sintema è costituito da una superficie di discordanza con il letto del sintema di Foggia. Tale sintema, a sua volta suddiviso in due sub-sintemi ovvero il sub-sintema dell'Incoronata (RPL1), e il sub-sintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3).

Il sub-sintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3) è costituito da depositi sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulata, indicanti ambiente di natura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile in circa 10 metri.

Il sub-sintema dell'Incoronata è formato da un sistema de posizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante ad est ad ambiente lagunare o infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt ed argille con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Lo spessore massimo è di circa 35 metri.

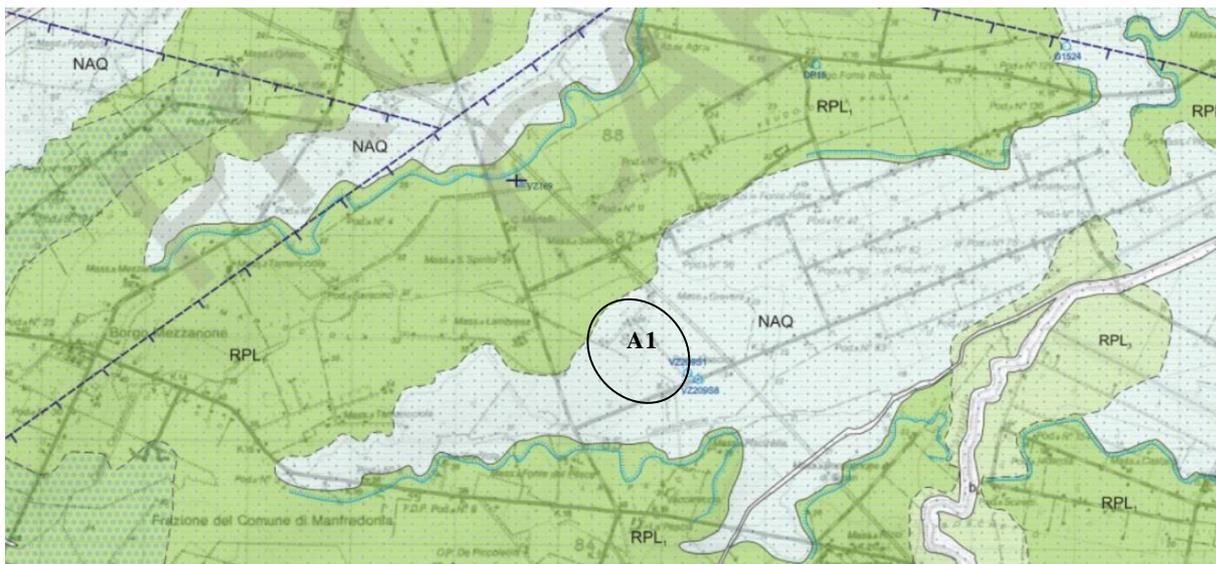


Fig. 10 - Stralcio Carta geologica 1:50.000 - Foglio 409 "Zapponeta" (Ispra prog. CARG).

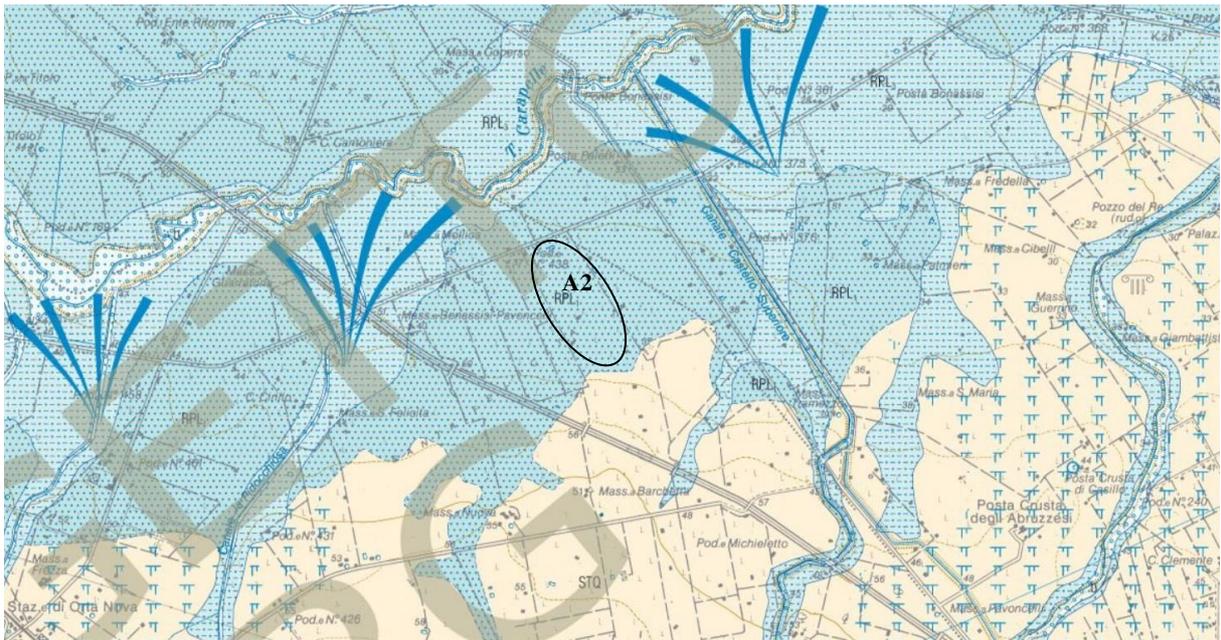


Fig. 11 – Stralcio Carta geologica 1:50.000 - Foglio 422 “Cerignola” (Ispra prog. CARG).

Il rilevamento geologico di dettaglio, consente di confermare che la natura delle alluvioni presenti sia nell’A1 sia nell’A2, è simile.

Legenda fogli 409 e 422.

SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d’acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi tra il fiume Fortore ed il fiume Ofanto, nonché depositi marini terrazzati affioranti nella stessa area.

SINTEMA DI MASSERIA INACQUATA

Sistema deposizionale risalente all’ultima risalita del livello del mare (cfr. unità b del Foglio 408 Foggia). E’ costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, tra cui: *Cermea virgata* (DA COSTA) e *C. cisalpina* (ROSSMAESSLER). I depositi di spiaggia sono costituiti da sabbie marine grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle sabbie fini ben calibrate e delle sabbie argillose di mare calmo (PÉRES, 1967), sormontate da sabbie di spiaggia emersa e duna costiera. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il tetto di RPL, TPF, a, b, il limite superiore coincide con la base di h o di e₁ o con la superficie topografica. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. Datazioni effettuate col metodo ¹⁴C hanno fornito età comprese tra 7.150±40 e 2.100±30 anni BP.

OLOCENE



SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO (RPL)

Depositi alluvionali dei torrenti Carapelle e Cervaro, terrazzati e sopraelevati rispetto alla pianura alluvionale attuale ed olocenica, costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbioso-limosi. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie di discordanza che coincide con il tetto di MLM, TGF, STQ, o IOT. Il limite superiore è costituito da una superficie di discordanza che coincide con la base di NAQ, di h o con la superficie topografica. Il sistema del Torrente Carapelle risulta suddiviso, nell’area del Foglio Zapponeta, in due subsistemi.

PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE

Subsistema delle Marane la Pidocchiosa-Castello

Depositi prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulate, indicanti ambiente di pianura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile attorno i 10 metri. Indicazioni cronologiche relative al subsistema delle Marane la Pidocchiosa - Castello sono fornite da datazioni assolute e da tetrastratigrafia effettuate nel vicino Foglio 422 “Cerignola”. Entrambe forniscono un’età olocenica: 4150 ± 40 anni BP e circa 3500-3600 anni BP per la presenza delle pomice di Avellino

OLOCENE



Subsistema dell’Incoronata

Unità costituente un sistema deposizionale di piana alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell’angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l’unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte marina, non affiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o siltose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una biocenosi a *Cladocora caespitosa* (LINNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri.

Datazioni con il metodo della racemizzazione degli amminoacidi su ostracodi e con il metodo ¹⁴C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un’età compresa tra 134±56 e 16±4 ka BP (MIS 5-3).

PLEISTOCENE SUPERIORE



7 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Morfologicamente l'area risulta sub-pianeggiante, debolmente inclinata verso oriente, solcata da alcuni corsi d'acqua minori chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale. Dal punto di vista morfologico si tratta di una superficie di accumulo di tipo complesso in quanto dovuta all'accumulo e progradazione di una piana costiera, concomitante con fasi di sollevamento con entità maggiore verso l'Appennino. Nell'area di studio il paesaggio assume l'aspetto piatto tipico del tavoliere di Puglia e i corsi d'acqua scorrono in ampie valli, sempre ad andamento rettilineo, con argini non sempre definiti. La configurazione morfologica dell'area oltre ad essere influenzata dalla diversa natura litologica dei terreni affioranti, risente nelle sue grandi linee delle molteplici fasi di oscillazione del mare che, a partire dal Pleistocene medio, si sono succedute durante il sollevamento regionale e la regressione del mare.

I torrenti presenti nell'area solcano con andamento meandriforme una valle pianeggiante con bassissima pendenza e dai limiti non sempre definiti. Nelle valli si notano meandri abbandonati e modesti rivoli percorsi da acqua solo in casi di eventi eccezionali (fasi di piena). Nell'area, viste le pendenze e la natura dei terreni, non sono presenti fenomeni superficiali di dissesto se non in prossimità delle scarpate dei corsi d'acqua. Tali fenomeni sono riconducibili ad eventi meteorici eccezionali e/o prolungati che possono erodere la base della scarpata ed innescare fenomeni di instabilità locale.

Con riferimento al progetto in oggetto si può affermare che le aree oggetto della realizzazione degli impianti risultano stabili in quanto pianeggianti, nelle aree di studio non sono presenti forme di dissesto se non in prossimità dei torrenti.

8 – IDROGEOLOGIA

Idrologicamente l'area è caratterizzata da piogge concentrate nel periodo autunno-inverno, ridotte in primavera e scarse o quasi assenti in estate. Nell'area, l'indice pluviometrico annuo è variabile da circa 600 a 1000 millimetri.

Nella zona in esame è presente un reticolo idrografico caratterizzato da aste torrentizie che rappresentano vie di scorrimento delle acque. Esse presentano una attività idraulica alquanto rilevante solo in concomitanza di eventi meteorici prolungati, altrimenti sono sede di scorrimento irrilevante.

Per quel che concerne invece la circolazione idrica sotterranea, gli eventuali percorsi idrici ed i valori di permeabilità risultano essere funzione delle formazioni presenti e quindi delle frazioni granulometriche rappresentative. L'idrogeologia del territorio studiato è vincolata alla litologia dei terreni affioranti e, soprattutto, alla natura e sviluppo dei terreni in profondità.

La profondità della falda è tale da non influenzare le strutture di fondazione e non costituire elemento di rischio sismico locale, ubicata a circa 30 m dal p.c. come rappresentato dalla Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015). Tale profondità è stata riscontrata anche dai dati geologici riferiti a pozzi profondi realizzati nell'area (*Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo Legge 464/1984 - ISPRA*) Solo in alcune zone è possibile rinvenire piccole falde pensili su livelli argillosi che fungono da impermeabile relativo.

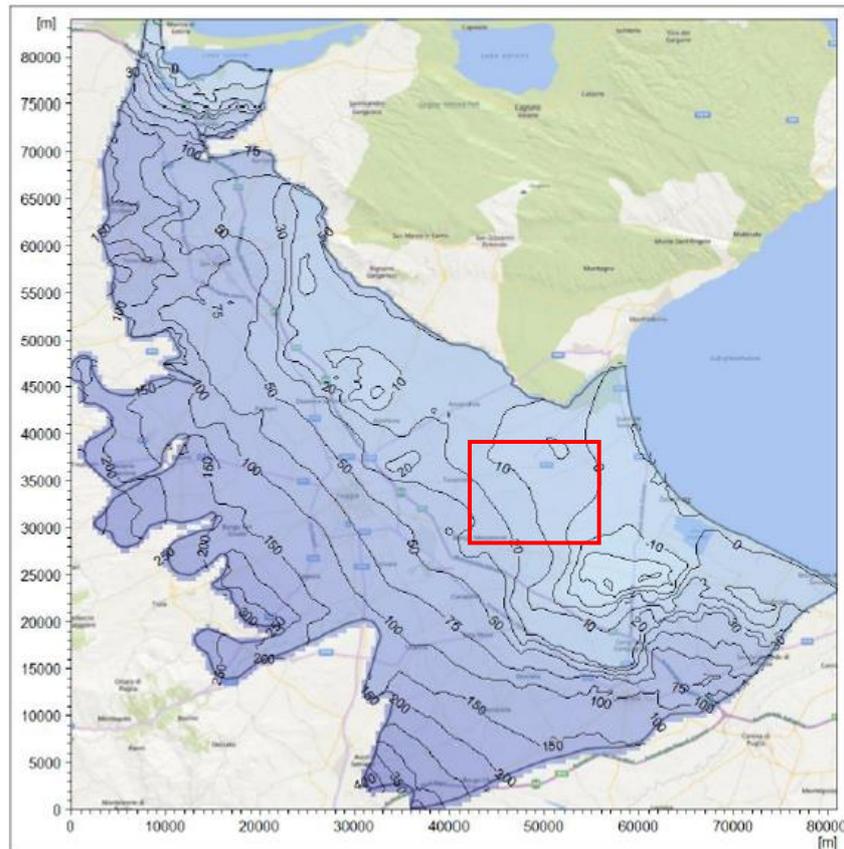


Fig. 12 – Stralcio Carta Piezometrica del Tavoliere (da Piano Tutela delle acque agg. 2015)

I terreni affioranti sono rappresentati da terreni di natura limoso sabbioso argilloso, tali terreni come riportato nella carta idrogeologica dell'Italia meridionale (APAT 1999), risultano avere una permeabilità per porosità con grado di permeabilità media riconducibile a valori K compresi tra $10E-4$ e $10E-5$. I valori della permeabilità utilizzati per i singoli litotipi sono stati ricavati dalla correlazione di tabelle bibliografiche.

Data la buona permeabilità dei terreni affioranti (*CIP* stimato $>85\%$), e la bassa pendenza del versante, le acque meteoriche tendono ad infiltrarsi e vanno ad alimentare la falda idrica sotterranea.

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA DELL'AREA

(da Carta Idrogeologica dell'Italia Meridionale – Pietro CELICO; Pantaleone DE VITA; Giuseppina MONACELLI; Anna Rosa SCALISE; Giuseppe TRANFAGLIA)



COMPLESSI IDROGEOLOGICI		Tipo di permeabilità prevalente		Grado di permeabilità		
		Porosità	Fessurazione	Carboneo	Enorme	Alto
COMPLESSI DELLE COPERTURE QUATERNARIE						
1	<p>Complesso alluvionale - costiero:</p> <p>Depositi clastici prevalentemente incoerenti costituiti da tutte le frazioni granulometriche, ma con prevalenza dei termini sabbiosi. Differenti granulometrie si trovano in giustapposizione laterale e verticale, in relazione alla variabile energia di trasporto idraulico che ne ha determinato la deposizione. Costituiscono acquiferi porosi, eterogenei ed anisotropi; sono sede di falde idriche sotterranee, localmente autonome ma globalmente a deflusso unitario che possono avere interscambi con i corpi idrici superficiali e/o con quelli sotterranei delle strutture idrogeologiche limitrofe</p>					
9	<p>Complesso sabbioso-conglomeratico:</p> <p>Depositi clastici sabbiosi-ghiaiosi da incoerenti a scarsamente cementati, ascrivibili alle fasi regressive Pleistocene Inferiori (del ciclo Bradanico: Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Conglomerato di Irsina). Costituiscono acquiferi anche di buona trasmissività, ma in genere, per il frazionamento della circolazione idrica sotterranea, danno luogo a sorgenti di portata modesta, in corrispondenza dei limiti di permeabilità indefiniti o definiti con i sottostanti terreni argillosi.</p>					

Fig. 13 – Stralcio Carta Idrogeologica dell'Italia meridionale

9 – PIANO DI BACINO - STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO

IL Piano di Bacino - Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Puglia, individua e norma per l'intero ambito del bacino le aree a pericolosità idraulica e le aree a pericolosità geomorfologica. Le aree a pericolosità idraulica individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree ad alta probabilità di inondazione – A.P.;
- Aree a media probabilità di inondazione –M.P.;
- Aree a bassa probabilità di inondazione – B.P.;

Le aree a pericolosità geomorfologiche individuate dal PAI sono suddivise, in funzione dei differenti gradi di rischio in:

- Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata – P.G.3;
- Aree a pericolosità geomorfologica elevata – P.G.2;
- Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata – P.G.1.

L'area A2, non è interessata da nessuno dei suddetti vincoli, mentre l'area A1, è gravata da pericolosità idraulica media ed in parte da pericolosità idraulica bassa, pertanto l'intervento dovrà rispettare gli art. n. 8 e 9 delle NTA del PAI Puglia (fig. 14).

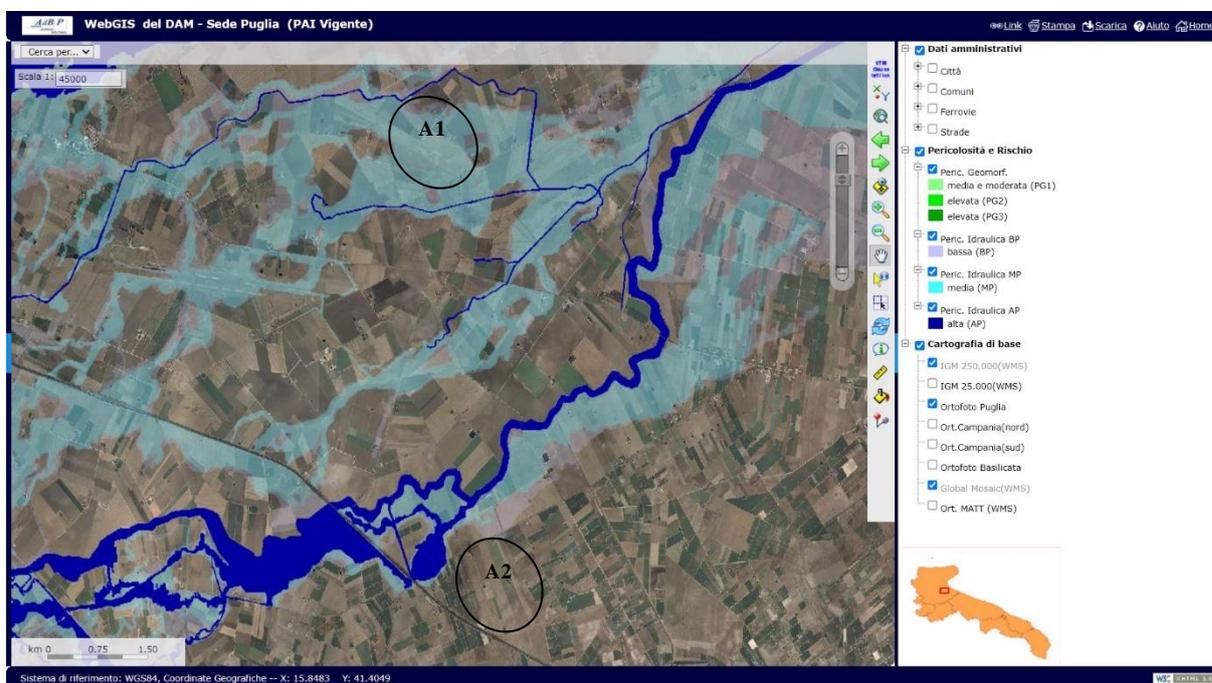


Fig. 14 – Aree A1 e A2 -Stralcio PAI (Piano di Assetto Idrogeologico- Puglia)

10 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA SPECIFICA DEI SITI

Le aree di studio A1 e A2, rientrano rispettivamente nel territorio comunale di Manfredonia e di Orta Nova, secondo l'ordinanza PCM 20 marzo 2003 n. 3274 i suddetti comuni sono classificati come zona 2 (Rischio Medio).

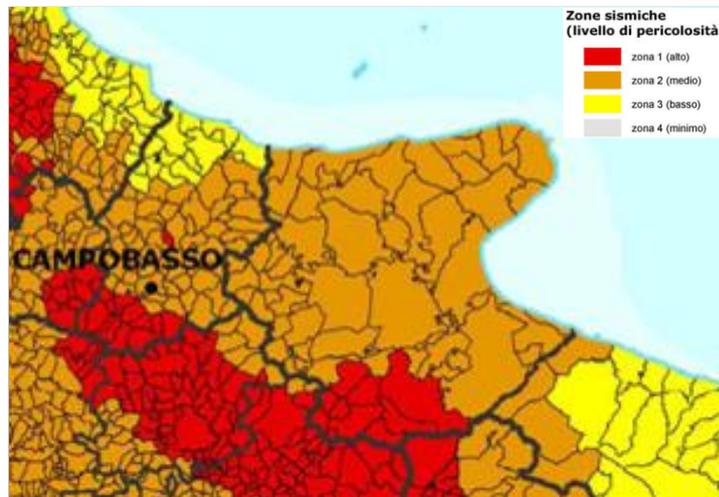


Fig. 15 - Classificazione sismica dei comuni 2004

11 – VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

In base ai dati reperiti, vista la natura dei terreni, è possibile omettere la verifica a liquefazione in quanto la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (NTC 2018).

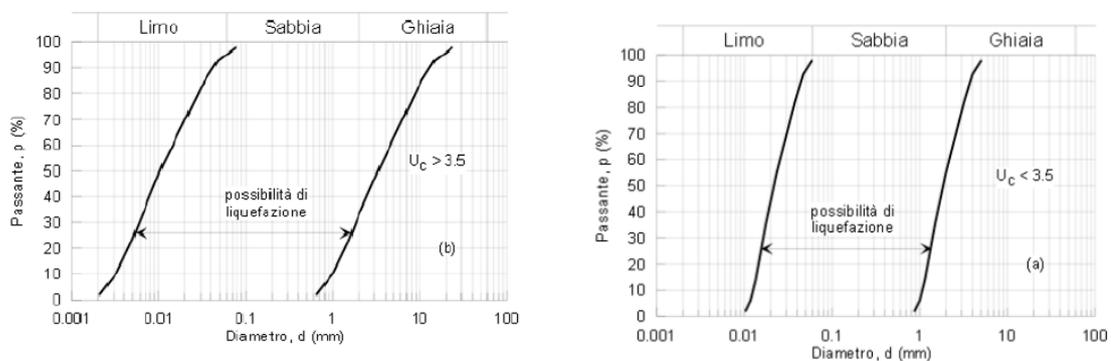


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

12 – CONCLUSIONI

Gli studi svolti e le indagini eseguite, hanno consentito la caratterizzazione geologica dei terreni interessati dal progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico da ubicare in agro dei comuni di Manfredonia e Orta Nova (FG) in località “La Pescia” di potenza nominale pari a 39.8268 MW DC e delle relative opere di connessione alla RTN. I terreni interessati di carattere alluvionale, sono dotati di buone caratteristiche meccaniche con deformazioni limitate, sono quindi dei buoni terreni di fondazione.

Dalla consultazione della cartografia PAI, emerge che l’area A2, non è interessata da nessun vincolo, mentre l’area A1, è gravata quasi per intero da pericolosità idraulica media ed in parte da pericolosità idraulica bassa, pertanto l’intervento dovrà rispettare gli art. n. 8 e 9 delle NTA del PAI Puglia.

Sulla base delle informazioni e dei dati desunti dall’analisi delle condizioni geomorfologiche, geologiche, geostratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche del sito d’interesse, così come riportato nei paragrafi precedenti, si ribadisce che l’area risulta:

- geomorfologicamente stabile; la morfologia risulta caratterizzata, per un ampio intorno, da pendenze massime inferiori a 2% e i terreni al di sotto del p.c. si presentano di sufficiente integrità e consistenza;
- non interessata da fenomeni erosivi, da frane o da instabilità del suolo e/o del sottosuolo;
- caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito da litotipi dotati di sufficienti caratteristiche di resistenza geomeccanica con valori dell’angolo d’attrito del terreno di gran lunga superiori all’angolo di inclinazione naturale del pendio;
- senza segni di ulteriori pericolosità geologiche in relazione all’intervento progettato.
- Per quanto riguarda l’area A1 gravata da pericolosità idraulica media, si assevera che il presente progetto, non ha nessuna influenza sulla propagazione della corrente, perché, qualora si verificasse un’esondazione, l’acqua allagherebbe l’area e laminerebbe la portata di piena, identicamente come lo farebbe se esondasse allo stato attuale nell’area priva di impianto agro voltaico.

Per quanto suddetto, è possibile affermare la piena compatibilità geomorfologica.

I comuni di Manfredonia e Orta Nova, sono classificati secondo l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/03 in classe 2.

Infine, per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali, esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area, **QUINDI È POSSIBILE AFFERMARE LA PIENA COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA DELL'INTERVENTO.**

In fase di predisposizione del cantiere e cioè prima di passare alla fase esecutiva, la Direzione Lavori è tenuta a verificare la rispondenza di quanto previsto nel presente rapporto geologico-geotecnico.

Tanto si doveva ad espletamento dell'incarico ricevuto.

Il sottoscritto resta a disposizione per qualsiasi chiarimento ed approfondimento alla presente relazione.

Ischitella, Ottobre 2022

Il geologo

Dott. Pasquale TRIGGIANI



The image shows a handwritten signature in black ink over a blue circular stamp. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLGHI", "Dott. Geol. PASQUALE TRIGGIANI", and "N. 552".