



REGIONE
PUGLIA

COMUNE DI TROIA (FG)

Progettazione della Centrale Solare "Frutti Antichi Troia" da 21.890,40 kWp



Proponente:



Pacifico Ametista s.r.l.

Piazza Walther-von-der-Vogelweide,8 - 39100 (BZ)

Titolo: Relazione Geologica - C.02



N° Elaborato: 07

Cod: VR_05

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Patrizia Ruggiero
Arch. Anna Sirica
Urb. Sara De Rogatis
Paes. Rosanna Annunziata

Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Marco Balzano

Collaboratori:

Ing. Simone Bonacini
Ing. Giselle Roberto

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

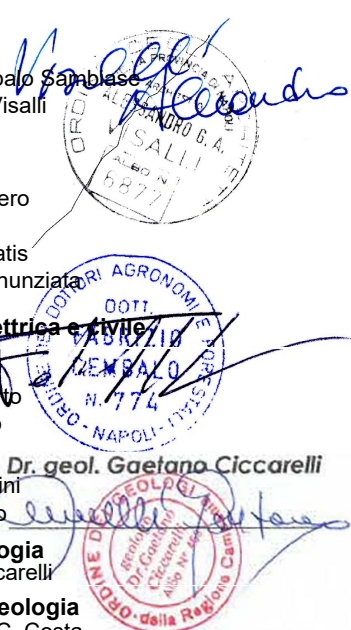
Consulenza archeologia

Archeol. Concetta C. Costa



tipo di progetto:

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO



Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
00		Luglio 2021	A4	Gaetano Ciccarelli	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiasi
01	Nuova consegna	Febbraio 2023	A4	Gaetano Ciccarelli	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiasi
02						
03						

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
4	ASSETTO GENERALE	6
3-1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE	6
4.1.1	<i>Inquadramento geologico</i>	6
3-1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	7
4.1.2	<i>Assetto stratigrafico</i>	9
4.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	9
4.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO	10
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	12
5.1	ANALISI DELLA STORIA SISMICA	14
6	SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	16
6.1	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	17
7	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	20
8	CONCLUSIONI	24

1 PREMESSA

Nella nota che segue si riportano i risultati dello studio geologico e di compatibilità geomorfologica per il Progetto Definitivo della Centrale Solare “Frutti Antichi Troia” da 21.890 kWp ubicata a Troia (FG) in località San Gerolamo.

L’impianto è un progetto in linea con gli obiettivi della Strategia Elettrica Nazionale e del Piano Nazionale integrato per l’Energia e il Clima.

L’obiettivo del presente progetto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 19.890 kWp costituito da 31.272 moduli fotovoltaici in silicio cristallino. In campo saranno installati n. 60 inverter di stringa di potenza nominale 320 kW.

L’impianto sarà esercito in parallelo alla rete elettrica nazionale di TERNA, il collegamento sarà da effettuarsi in antenna in alta tensione (AT) a 150 kV con una potenza massima in immissione pari a 19.200 kW. L’intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell’energia.

Lo studio raccoglie e sintetizza le informazioni attualmente disponibili derivanti sia da fonti bibliografiche che indagini eseguite nell’area in esame.

In sintesi, nei paragrafi seguenti, verranno approfondite le seguenti tematiche:

1. Inquadramento Geografico;
2. Inquadramento generale e di dettaglio della geologia e geomorfologia dell’area di progetto;
3. Inquadramento sismico dell’area, definizione dell’azione sismica di riferimento e della magnitudo di riferimento, analisi del rischio liquefazione;
4. Studio di compatibilità geomorfologica comprendente il controllo dei vincoli dell’Autorità di Bacino aggiornato al PAI vigente.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per quanto attiene il quadro normativo/legislativo si è fatto riferimento alle normative principali di settore avendo a base le norme ambientali, energetiche e quelle inerenti la valutazione di compatibilità geomorfologia ed idrogeologica, ovvero dell'intero novero del regime vincolistico gravante sull'area d'interesse.

- Legge n. 415 del 10 novembre 1997;
- Legge n. 9 del 9 gennaio 1991
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991
- Decreto Legislativo 387/2003
- Linee guida nazionali della 387: DM 10 settembre 2010
- Decreto legislativo 28/2011
- Il Decreto del Mi SE 15 Marzo 2012 (cosiddetto "Burden Sharing")
- DM 23 giugno 2016 - Incentivazione dell'energia prodotta da FER diverse dal fotovoltaico
- DM 16 febbraio 2016 - Nuovo Conto Termico 2016
- DM 04 luglio 2019
- Legge di delegazione europea 2019

Quadro Programmatico

- Piano Territoriale Paesistico Regionale
- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale
- Piano Energetico Regionale

Vincoli Sovraordinati – Vincoli Idrogeologici – PsAI -

È stata raccolta ed analizzata la documentazione relativa al quadro conoscitivo e vincolistico del vigente dal Piano di Assetto Idrogeologico della competente Autorità di Bacino del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale – Sede Puglia - al fine di verificare la compatibilità dell'intervento in base alle Norme di Attuazione del medesimo PsAI.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La centrale fotovoltaica, di potenza nominale pari a 24.570 kWp, sarà ubicata nel comune di Troia in provincia di Foggia (FG). Il soggetto proponente è la società Pacifico Ametista S.r.l. (C.F./P.IVA:

03097410215). È prevista l'installazione a terra di moduli fotovoltaici in silicio cristallino della potenza specifica di 585 Wp. La superficie riporta un'estensione totale pari a 46,00 ha attualmente a destinazione agricola

L'area di progetto è localizzata nel Comune di Troia situato nella porzione immediatamente a sud del Comune. L'intero territorio comunale è caratterizzato da un'area essenzialmente pianeggiante o con versanti a bassa pendenza. L'elevazione altimetrica varia da poco oltre i 330 m.s.l.m. nella parte più a nord dell'area dell'impianto ad arrivare a poco oltre i 260 m.s.l.m. a sud. Per quanto riguarda la localizzazione cartografica, il territorio dell'area di progetto è compreso all'interno del Foglio 163 "Lucera" della Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, , C.T.R. Puglia 420042 (Troia) e 421013 (Monte Serraredine).



Figura 1- Inquadramento dell'area in esame evidenziata in rosso (Google Earth)

Nel dettaglio, l'area in esame costituita dall'impianto situato quindi nel comune di Troia, nella Puglia in Provincia di Foggia, è costituita da una porzione di territorio a forte vocazione agricola.

Geograficamente l'area è individuata dalle seguenti coordinate:

- latitudine 41°21'44.95''N
- longitudine 15°20'12.14''E

L'impianto insiste in località San Gerolamo su un terreno agricolo principalmente pianeggiante con bassa pendenza e ben esposto ai fini dell'applicazione specifica e con l'orizzonte libero.



Figura 2 - Veduta del territorio e dell'area per l'impianto fotovoltaico– Google Earth -

4 ASSETTO GENERALE

Nei paragrafi seguenti si riporta l'inquadramento tettonico e strutturale, l'inquadramento geologico regionale, l'inquadramento geomorfologico dell'area di studio. Per quanto riguarda la bibliografia si è fatto riferimento alle note illustrative del Foglio 163 Lucera della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e ad altri studi geologici riferiti all'area in esame.

3-1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE

4.1.1 Inquadramento geologico

L'area indagata ricade geologicamente a ridosso del margine orientale della Fossa Bradanica al limite con il margine esterno dell'Appennino Dauno.

Nell'area della Fossa Bradanica sono presenti terreni sedimentatisi dal Pliocene al Pleistocene. I depositi pliocenici sono posti al contatto con i depositi fliscioidi appenninici in posizione trasgressiva e caratterizzati da una successione prevalentemente conglomeratica e sabbiosa.

Questi depositi, affioranti in tutta l'area di indagine, sono ben identificati da una successione regressiva rappresentati dal basso verso l'alto da argille e sabbie e conglomerati.

La Fossa Bradanica nell'area foggiana coincide con il Tavoliere. È paleogeograficamente individuata come una depressione allungata da NO a SE, compresa fra le Murge e gli Appennini, colmata da depositi clastici prevalentemente argillosi, al di sopra di una potente serie carbonatica di età mesozoica costituita da calcari, calcari dolomitici e dolomie.

L'ampio ed esteso bacino di sedimentazione si è formato nel Pliocene, durante le ultime fasi dell'orogenesi appenninica, in seguito alla subsidenza del margine interno dell'Avampese Apulo. È stato colmato durante tutto il Pliocene, nella porzione depocentrale, da sedimenti prevalentemente argillosi per uno spessore superiore ai 2000 metri. La sedimentazione ha avuto termine alla fine del Pleistocene con l'emersione dell'intera area di fossa.



Figura 3 - Distinzione dei domini geologici (Bruno G. et alii, 2006)

Lungo i bordi del bacino si sono depositati, sul lato appenninico, depositi costieri conglomeratico - arenacei mentre sul lato orientale depositi costieri carbonatici. Nel primo caso i terreni sono rappresentati dalle argille grigio azzurre della Formazione delle Argille subappennine, mentre negli altri due casi si tratta di sabbie e conglomerati, sul bordo occidentale, e prevalentemente calcareniti, su quello orientale.

3-1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Per quanto riguarda la geologica riferita all'area in esame si è fatto riferimento al Foglio 163 Lucera della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

DEPOSITI QUATERNARI –

- Olocene

-Q: Alluvioni recenti e attuali.

-**Qer**: Crostoni calcarei, **Qp**: terre nere di fondi palustri

-**Qt**: Depositi fluviali terrazzati a quote superiori ai 7 m sull'alveo del fiume; superfici spianate, spesso ricoperte da terreni eluviali (Qe)

Pleistocene

-**Qei**: Ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni a volte cementati, di rocce derivanti dai terreni dell'Appennino, talora con intercalazioni sabbiose. Il complesso poggia generalmente sulla superficie erosa della serie Pliopleistocenica.

PLIOCENE-CALABRIANO

-**Pqa**: Argille scistose, argille marnose grigio-azzurrognole, sabbie argillose con frequenti associazioni di *Bulimina*, *Bolivina*, *Cassidulina*.

MIOCENE

-**bcD**: Formazione della Daunia, breccie e brecciole calcareo-organogene, a luoghi con lenti di selce, alternanti a marne ed argille varicolori; argille e marne siltose; calcari compatti o farinosi biancastri; arenarie di vario tipo; puddinghe poligeniche, briozoi e molluschi miocenici associati a foraminiferi del Paleogene e del Miocene.

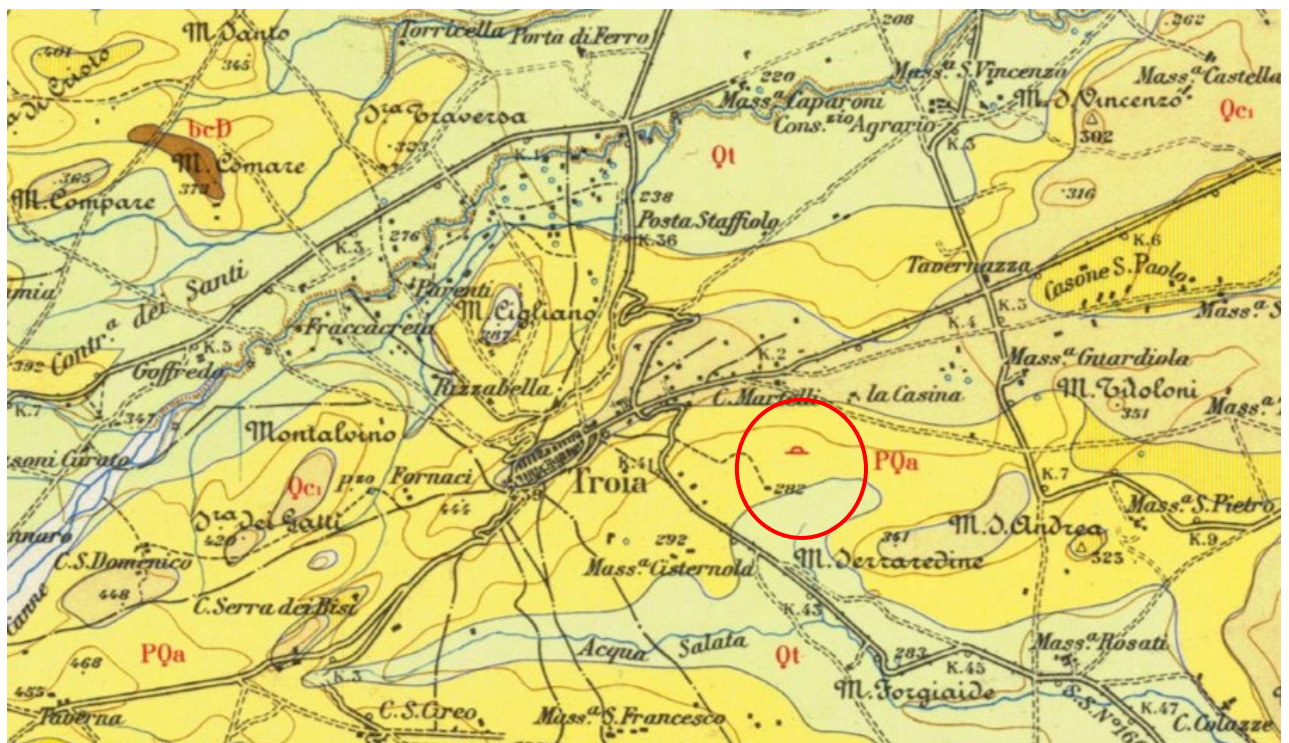


Figura 4 - Stralcio del Foglio 163 Lucera della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 in rosso l'area di studio

4.1.2 *Assetto stratigrafico*

Le unità geologiche che interessano esclusivamente l'area oggetto di studio, cartografate nella Carta Geologica d'Italia (Foglio 163, scala 1:100.000) vengono descritte secondo la bibliografia relativa alle note illustrative del foglio sopracitato.

I SEDIMENTI DEL QUATERNARIO

Qt - Depositi fluviali terrazzati a quote superiori ai 7 m sull'alveo del fiume

I Rilievi spianati che formano il Tavoliere della Capitanata, tra i quali possiamo prendere come esempio tipico quello su cui sorge Lucera, sono separati da valli amplissime, palesemente sproporzionate ai corsi d'acqua che le solcano. Il fondo di queste valli è coperto da una coltre alluvionale prevalentemente sabbiosa, con livelletti di ciottolame siliceo minuto, che raggiunge al massimo una decina di metri di spessore. Essa è stata incisa da corsi d'acqua attuali, che scorrono adesso circa 7 metri più in basso.

PQa – Argille scistose, argille marnose grigio-azzurrognole, sabbie argillose

Un complesso di sabbie argillose, argille e argille marnose grigio-azzurrognole, nonché di argille scistose, caratterizza la parte bassa dei rilievi del Tavoliere e va ad appoggiare, ad occidente, sulle varie formazioni del flysh dei Monti della Daunia. Data la natura franosa di questi terreni, i loro particolari stratimetrici non sono molto chiari, ma in generale essi rilevano una costante immersione verso oriente con inclinazioni massime di 5°.

La geologia dell'area di studio è quindi rappresentata principalmente da argille, argille siltose e argille marnose di piattaforma e di età pleistocenica. Questi terreni nella parte più bassa dell'impianto sono sovrastati da un livello di depositi fluviali terrazzati costituiti da elementi ghiaiosi, talora cementati, con intercalazioni sabbiose, limose e argillose.

Sia le argille che i depositi fluviali terrazzati sono sempre ricoperti da uno strato di terreno vegetale di spessore mediamente inferiore a 1.00 metro.

4.2 Inquadramento Geomorfologico

L'area di studio si sviluppa a sud del centro abitato di Troia e ricopre un'area a ridosso di una zona collinare del margine occidentale del Tavoliere foggiano. Questa unità morfologica delimita una vasta pianura che si estende da un confine all'altro della provincia foggiana ed è delimitata verso sud dalle alture della Murgia barese e verso nord – ovest dal margine esterno dell'Appennino Dauno. La fascia collinare è caratterizzata, pertanto, da morfologie che degradano da ovest verso est, passando da quote

di 440 m ad una quota medie di circa 280 m verso est. Dominano ampie superfici suborizzontali delimitate da versanti con basse pendenze con inclinazione inferiore ai 10°. Queste superfici possono essere rappresentate o da piane alluvionali, presenti nelle depressioni morfologiche, o da terrazzi di regressione marina, in corrispondenza degli alti morfologici. Vi affiorano terreni recenti con conglomerati, sabbie e argille plio-pleistoceniche, ben evidenti lungo i principali fossi presenti nei dintorni nell'area di studio.

4.3 Inquadramento idrogeologico e idrografico

L'area di studio ricade a cavallo di due distinti bacini idrografici: quello del Torrente Celone, che delimita l'area verso nord, e quello del Torrente Potesano, affluente sinistro del Torrente Sannoro, affluente a sua volta del Torrente Cervaro. Il primo corso d'acqua presenta un andamento sud ovest nord est il secondo nord – est – sud – ovest e sfociano entrambi, dopo aver attraversato il Tavoliere, nel Mare Adriatico nei pressi di Manfredonia.

Il reticolo idrografico evidenziato riflette la permeabilità dei terreni affioranti. È presente un reticolo idrografico molto ramificato in gran parte dell'area studiata determinato dalla presenza di terreni con una bassa permeabilità primaria, soprattutto in corrispondenza degli affioramenti delle Argille grigio azzurre.

Il Torrente Celone nasce dall'Appennino Dauno dove assume un andamento quasi rettilineo attraversando valli ampie con versanti poco inclinati. Al passaggio all'area collinare del Tavoliere il suo andamento è prevalentemente meandriforme con meandri di varie dimensioni che interrompono il paesaggio monotono della pianura foggiana.

Il Torrente Cervaro è un corso d'acqua tipicamente a carattere torrentizio. Nasce anch'esso nell'Appennino Dauno, nella provincia avellinese. Taglia l'Appennino con un andamento quasi rettilineo con direzione sud ovest – nord est. Uno dei suoi principali affluenti, il torrente Sannoro, si sviluppa nella porzione meridionale dell'area di studio. Si presenta con un andamento a tratti meandriforme delimitato da versanti a bassa pendenza molto degradati.

Dall'analisi della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, Foglio 420 e Foglio 421 l'area in esame è composta principalmente da depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa e da unità a prevalente componente argillosa ed è possibile osservare la presenza di un corso d'acqua secondario che attraversa l'area di progetto.

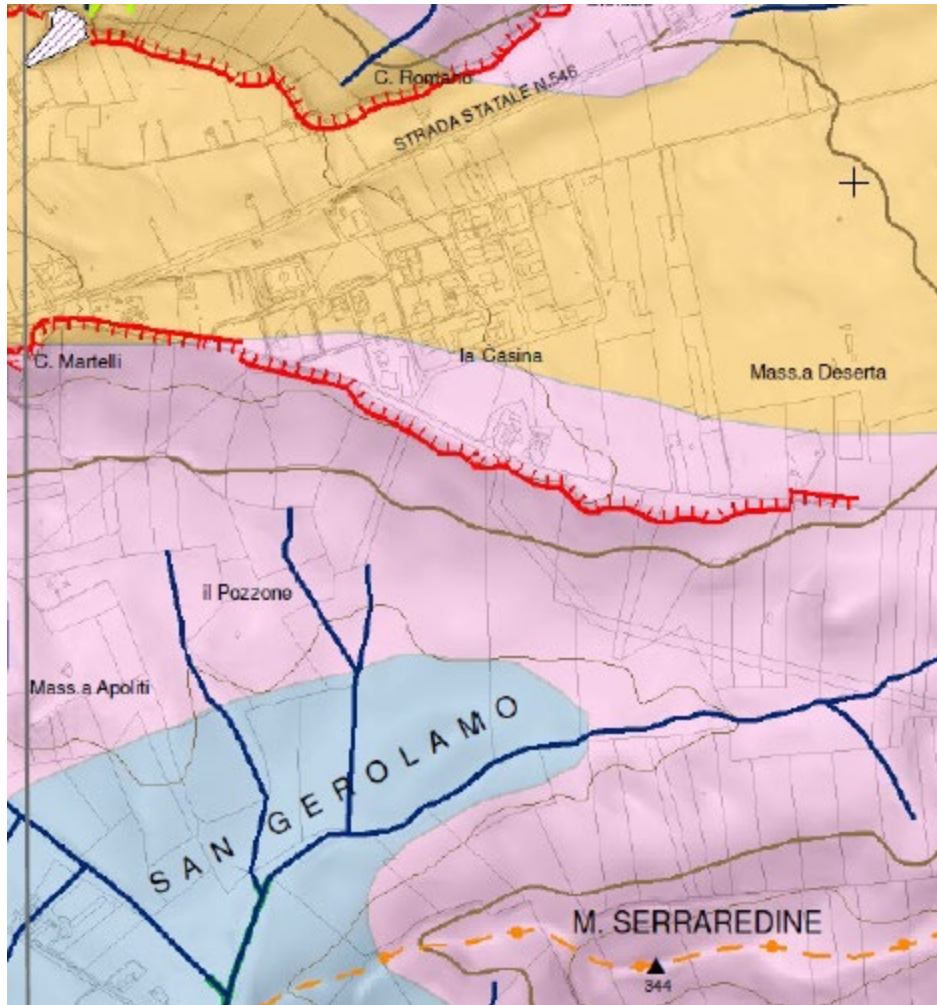


Figura 5 Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, Foglio 421

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

L'area in esame ricade nel Tavoliere delle Puglie a sud dei rilievi del Gargano e a nord est del fronte della catena appenninica. L'area, anche se a adeguata distanza è racchiusa tra due linee tettoniche, a carattere trascorrente e particolarmente attive, con direzione OE, per cui risente di una sismicità i cui effetti hanno avuto ripercussioni sulla stabilità del territorio sin dai tempi storici.

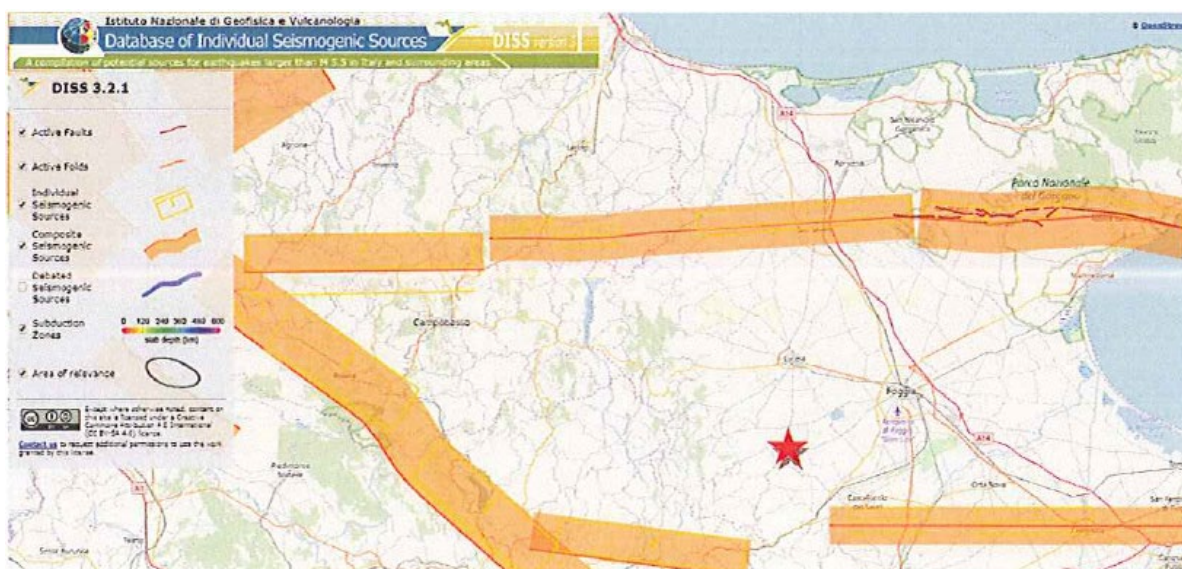


Figura 6 - Localizzazione ed orientamento delle principali linee tettoniche

La macrozonazione sismica consiste nell'individuazione generale della pericolosità sismica in una vasta area. Basandosi sulla ciclicità degli eventi sismici, il grado di sismicità di una determinata zona viene valutato sulla base delle informazioni disponibili nei cataloghi sismici, integrate con indagini geologico-strutturali, neotettoniche e geomorfologiche per l'individuazione delle aree tettonicamente attive. Con il D.M. 07/03/1981 e dall'OPCM 3274/2003 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 02 marzo 2004, il territorio di Troia è classificato in zona sismica 2 (Media Sismicità), zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La zona 2 indica un valore dell'accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso tra $0.15 > ag > 0,25g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

Successivamente, secondo le direttive riportate nell'allegato A del D.M. del 14/01/2008 ed in seguito alla definizione del progetto S1 (Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sono state ridefinite le azioni sismiche di riferimento dell'intero territorio nazionale. Di seguito si riporta (figura 6 fonte INGV), in particolare, le mappe al Comune di Troia dalle quali si può risalire ai range delle azioni sismiche di

referimento. Si specifica, inoltre, che al seguente link <http://esse1.mi.ingv.it/> è possibile visualizzare, ricercando per coordinate o per comune, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (nodi non superiori ai 10 Km) nell'intervallo di riferimento (30 e 2475 anni).

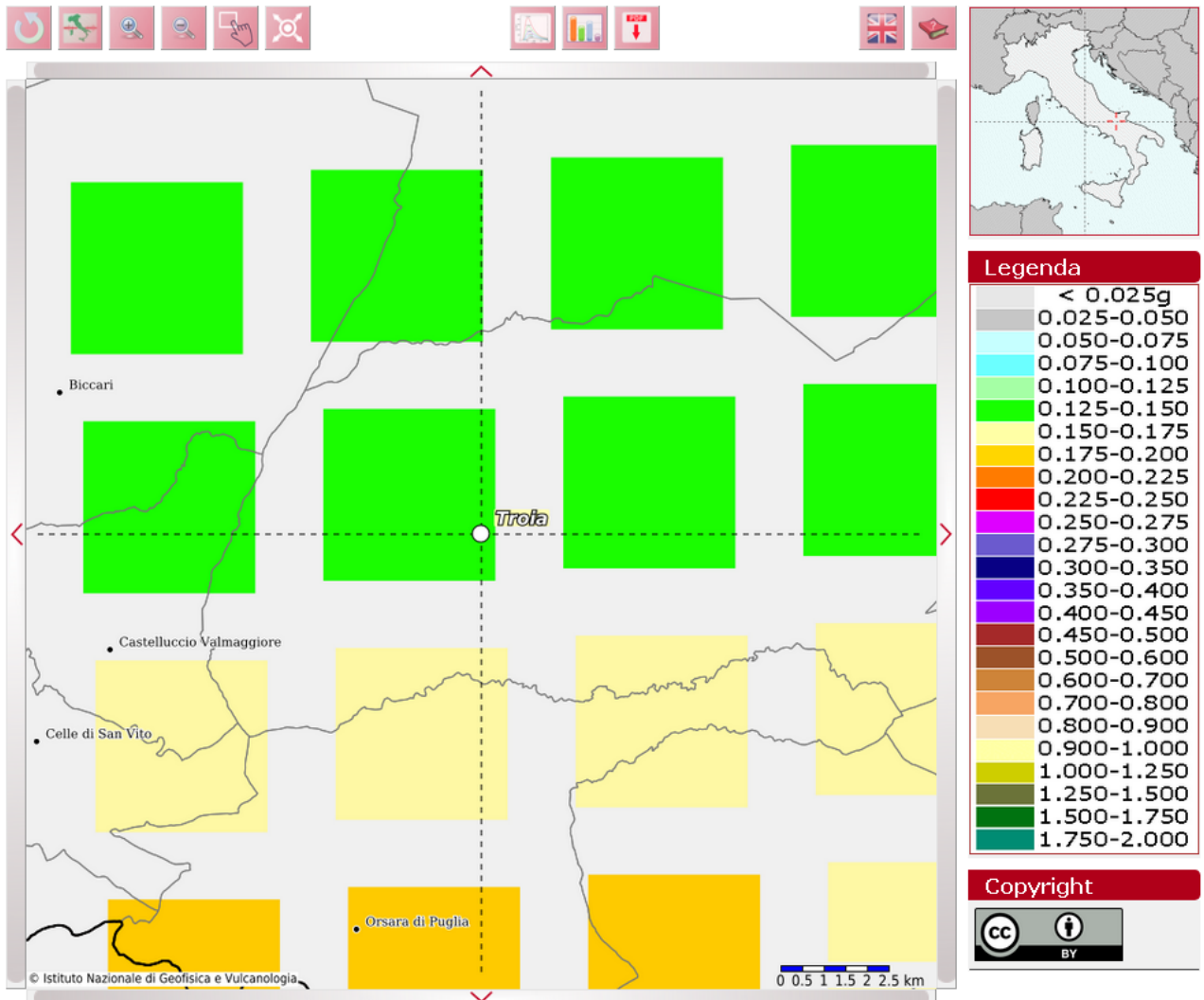


Figura 7 - Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

La Macrozonazione Sismica, tuttavia, non tenendo in considerazione i possibili effetti di amplificazione dovuti al passaggio del moto sismico attraverso la copertura sedimentaria superficiale, può risultare inadatta a rappresentare situazioni locali che, per caratteristiche peculiari, possono presentare gradi di pericolosità sismica assai diversi, pertanto, l'analisi successiva, Microzonazione Sismica, ha la finalità di prevedere la distribuzione degli effetti di un terremoto in un'area urbana e di individuare criteri di gestione del territorio (geotecnici, strutturali, urbanistici) volti a mitigare, in futuro, i danni di un terremoto. La microzonazione sismica implica quindi la stima sia della pericolosità che della vulnerabilità sismica dell'area di studio, e quindi non può prescindere da una valutazione della risposta sismica locale, vale a dire del modo in cui la struttura geologica superficiale influisce sulla

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	🔗	1456	12	05			Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
7-8	🔗	1627	07	30	10	50	Capitanata	64	10	6.66
8-9	🔗	1646	05	31			Gargano	35	10	6.72
6-7	🔗	1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	🔗	1702	03	14	05		Sannio-Irpinia	37	10	6.56
7-8	🔗	1731	03	20	03		Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
6	🔗	1851	08	14	13	20	Vulture	103	10	6.52
7	🔗	1875	12	06			Gargano	97	8	5.86
NF	🔗	1882	06	06	05	40	Isernino	50	7	5.20
F	🔗	1892	04	20			Gargano	15	6-7	5.02
F	🔗	1892	06	06			Isole Tremiti	68	6	4.88
F	🔗	1893	01	25			Vallo di Diano	134	7	5.15
NF	🔗	1899	08	16	00	05	Subappennino dauno	32	6	4.57
NF	🔗	1905	03	14	19	16	Avellinese	94	6-7	4.90
5	🔗	1905	08	18	04	07	Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
3	🔗	1905	11	26			Irpinia	122	7-8	5.18
5-6	🔗	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
4-5	🔗	1912	07	02	07	34	Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55
5	🔗	1915	01	13	06	52 43	Marsica	1041	11	7.08
4	🔗	1919	10	21	00	24	Gargano	24	5-6	5.03
7	🔗	1930	07	23	00	08	Irpinia	547	10	6.67
4	🔗	1931	05	10	10	48 55	Irpinia	43	5-6	4.64
6-7	🔗	1948	08	18	21	12 20	Gargano	58	7-8	5.55
2	🔗	1951	01	16	01	11	Gargano	73	7	5.22
NF	🔗	1955	02	09	10	06	Gargano	31	6-7	5.05
4	🔗	1956	09	22	03	19 39	Gargano	57	6	4.64
NF	🔗	1958	06	24	06	07	Aquilano	222	7	5.04
4	🔗	1962	01	19	05	01 25	Gargano	31	5	4.42
6	🔗	1962	08	21	18	19	Irpinia	562	9	6.15
3	🔗	1964	02	18	06	58 28	Irpinia	18	5-6	4.44
4-5	🔗	1971	05	06	03	45 05	Irpinia	68	6	4.83
5-6	🔗	1975	06	19	10	11	Gargano	61	6	5.02
2	🔗	1977	07	24	09	55 29	Irpinia	85	5-6	4.37
6	🔗	1980	11	23	18	34 52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	🔗	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	911	8	5.86
5	🔗	1990	05	05	07	21 2	Potentino	1375		5.77
3	🔗	1991	05	26	12	25 5	Potentino	597	7	5.08
3	🔗	1996	04	03	13	04 3	Irpinia	557	6	4.90
4-5	🔗	2002	11	01	15	09 0	Molise	638	7	5.72
3-4	🔗	2006	10	04	17	34 0	Adriatico centrale	98	4-5	4.30

6 SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare sciolto o poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine nullo o piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni costituenti il sottosuolo del sito in esame sono state condotte una serie di analisi qualitative basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale. I metodi qualitativi si basano sulla conoscenza di parametri di studio come il contesto geologico-stratigrafico-geomorfologico, topografia dell'area e livello di falda. Esistono diversi criteri di classificazione in termini qualitativi, di seguito si riportano quelli più diffusi.

Classe	Unità geomorfologica	Potenziale di liquefazione
A	Letti di fiumi recenti, paleoalvei, paludi, zone bonificate, zone interdunari.	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune di sabbia, pianure di esondazione, spiagge, altre pianure.	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne.	Non probabile

Figura 9 - Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iawasaki e al. 1982), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore

Fattore	Peso	Suscettibilità alla liquefazione				
		Molto alta	Alta	Media	Bassa	Molto bassa
Profondità del livello della falda	Molto importante	< 1,5 m	< 1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	> 10,0
Dimensione dei grani	Molto importante	0,075 - 1 mm	1 - 3 mm	> 3 mm	< 0,075 mm	-
Profondità del deposito	Molto importante	1,5 - 3 m	3 - 6 m	6 - 10 m	< 1,5 m	> 10 m
Strato ricoprente	Molto importante	-	-	Ricoprimento buono	Ricoprimento discreto	Ricoprimento assente
Età del deposito	Importante	< 500 anni	Tardo Olocene ⁽¹⁾	Olocene	Pleistocene ⁽²⁾	Pre-Pleistocene
Spessore dello strato liquefacibile	Importante	> 2 m	1,2 - 2,5 m	0,6 - 1,2 m	< 0,6 m	-

Note: ⁽¹⁾ ≤ 10.000 anni; ⁽²⁾ 10.000 - 1,6 milioni di anni

Figura 10 - Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettibilità alla liquefazione di un sito (Juang & Elton 1991), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.

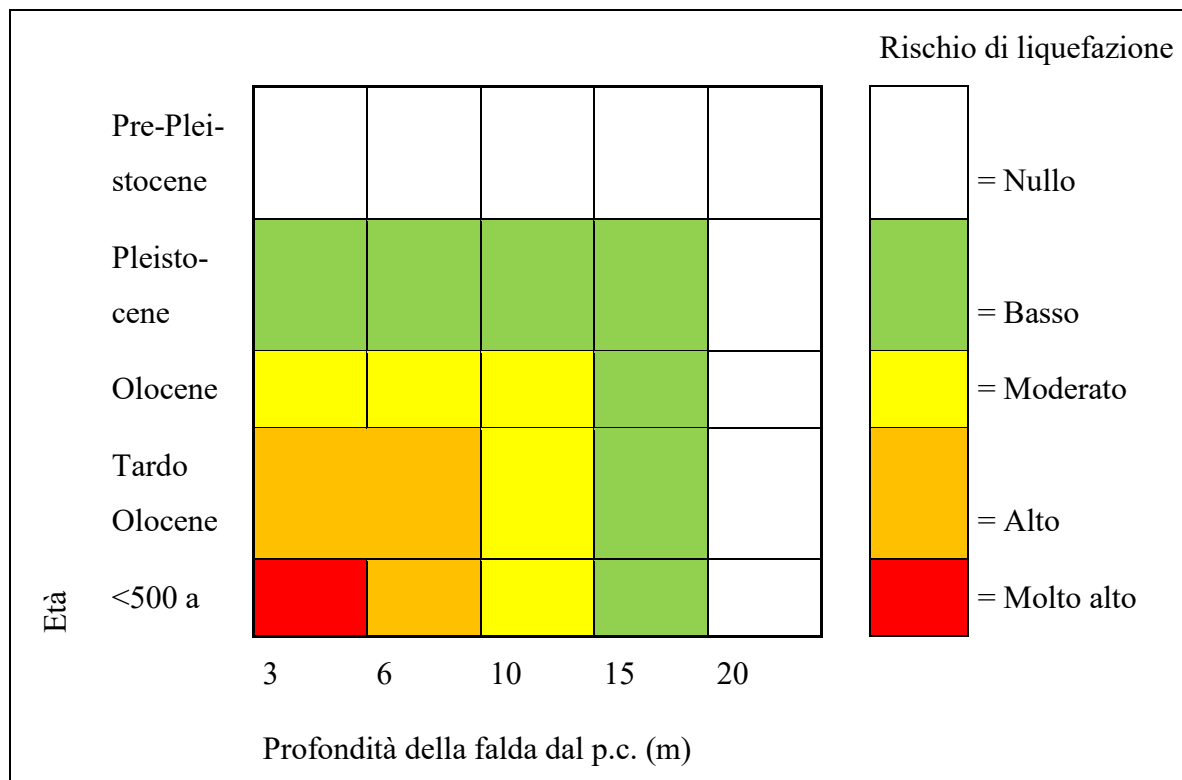


Figura 11 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.

6.1 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto in esame deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (NTC 2018 7.11.3.4).

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Età del deposito	Profondità della falda dal p.c. (m)		
	0-3 m	3-10 m	> 10 m
Tardo Olocene	Alta	Bassa	Nulla
Primo Olocene	Moderata	Bassa	Nulla
Tardo Pleistocene	Bassa	Nulla	Nulla

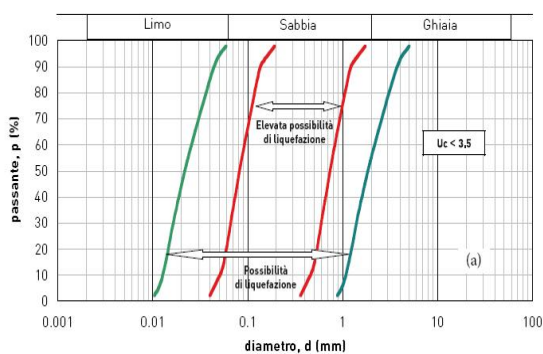
Figura 12 - Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.

Le analisi qualitative in questione sono state condotte, pertanto, in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento. In tal modo, sono state condotte una serie di valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei terreni interessati il sottosuolo del sito. Sulla base dei dati stratigrafici dedotti dalle prove eseguite, dei criteri riportati, che considerano la genesi, la natura e l'età assoluta dei depositi, risulta che in assenza di una vera e propria falda idrica e per la natura prevalentemente argillosa dei terreni presenti nell'area di riferimento, essi sono poco suscettibili alla liquefazione. Tale considerazione deriva, in particolare, sia dalle condizioni geologiche e stratigrafiche dell'area in esame che dall'assenza di una circolazione idrica posta entro i primi 15 m dal piano campagna.

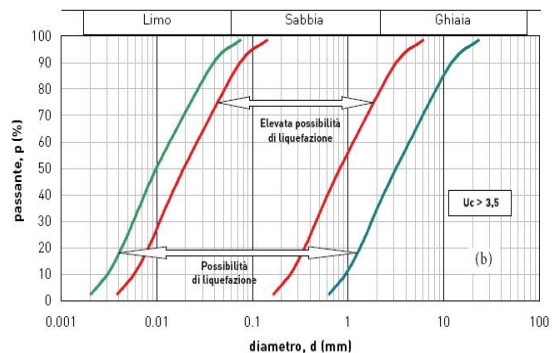
In relazione alla diffusa presenza di depositi alluvionali, transizionali e marini caratterizzati di frequente da una granulometria sabbiosa e sabbioso-limoso, di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene-Attuale, alcuni settori specifici della piana ove ricade il sito in esame, possono essere considerati come potenzialmente liquefacibili nel caso di terremoti di una certa intensità. I depositi più antichi presentano una bassa o nulla suscettività alla liquefazione, mentre i depositi recenti ed attuali presentano una suscettività variabile da moderata ad alta. Tali considerazioni valgono ovviamente per i terreni granulari con limitato contenuto della frazione ghiaiosa, mentre non valgono per gli orizzonti prevalentemente pelitici che localmente si rinvencono in queste unità.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura n. 18 e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in figura n. 19 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



- A



B -

Figura 13 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U < 3.5$

Figura 14 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U > 3.5$

Dal momento che nel sito la falda è superiore a 15 m. di profondità ed i terreni fino a tale profondità sono prevalentemente coesivi e/o ghiaiosi, la verifica a liquefazione può essere omessa.

7 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del territorio di propria competenza, pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, per la tutela e la difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture, del suolo e del sottosuolo e lo sviluppo compatibile delle attività future.

In particolare, il PAI riguarda sia l'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana e di valanga, sia l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, nonché la definizione delle esigenze di manutenzione, completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti in funzione del grado di sicurezza compatibile e del loro livello di efficienza ed efficacia. Il PAI è fortemente correlato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e della tutela delle acque, nonché della programmazione degli interventi prioritari.

Le prescrizioni contenute nel PAI approvato, ai sensi dell'art. 17, comma 5 della L. 18 maggio 1989, n. 183 e ss.mm.ii., hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e per gli Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati. Il territorio laziale è attualmente ricompreso nei seguenti distretti idrografici:

- Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale, relativamente alla limitata porzione del territorio dell'ex Autorità Bacino Idrografico del fiume Fiora (bacino interregionale);
- Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, che interessa la maggior parte del territorio regionale compreso nei bacini idrografici dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tevere (bacino nazionale), dell'ex Autorità di Bacino del fiume Tronto (bacino interregionale) nonché dell'ex Autorità dei Bacini Regionali;
- Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, relativamente al bacino idrografico dei fiumi Liri-Garigliano (bacino nazionale).

Nelle aree classificate a pericolosità e a rischio idraulico e di frana, le normative attuative definiscono i livelli di tutela e di salvaguardia relativi agli usi e alle attività di trasformazione di suolo ammissibili.

In considerazione sia del continuo mutare del quadro territoriale, in virtù del dinamismo della fenomenologia afferente al dissesto idrogeologico e dei connessi interventi di mitigazione e di messa in sicurezza, sia conseguentemente ad ulteriori approfondimenti conoscitivi di settore, l'Autorità di

Bacino competente provvede alla successiva tempestiva corrispondenza tra il P.A.I. e le suddette dinamicità del territorio, mediante l'aggiornamento dei Piani stessi.

Per quanto riguarda l'area in esame, situata ovest del Comune di Troia, è stato analizzato al PAI distribuito tramite WebGIS dall'AdB Puglia con parametri aggiornati il 19/11/2019 dove sono state analizzate la pericolosità geomorfologica, pericolosità idraulica ed il rischio.



Figura 15 - PAI stralcio carta della Pericolosità Geomorfologica con legenda. http://webgis.adb.puglia.it/gis/map_default.phtml

L'area in esame ricade in una zona classificata a pericolosità geomorfologica media e moderata e quindi classificata come PG1. per le quali si farà riferimento alle Norme PAI del Piano di Bacino (Stralcio assetto idrogeologico - PAI) - Norme tecniche di attuazione con riferimento all'articolo 15. Sulla base del comma 1 di questo articolo "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". Per gli interventi nelle aree PG1 "l'AdB richiede, in funzione della

valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata”.

Per quanto riguarda la prossimità alle aste fluviali si noti che come indicato negli artt. 6 e 10 delle Norme tecniche di attuazione del PAI Puglia, di cui si riporta a seguire uno stralcio. La distanza minima indicata per la quale si applicano gli artt. 6 e 7 è di 75 m dal corso d'acqua (comma 8 dell'art. 6)

Art. 6 comma 7: “Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l’AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata

Art. 10 comma 2. All’interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all’art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell’Autorità di Bacino”.

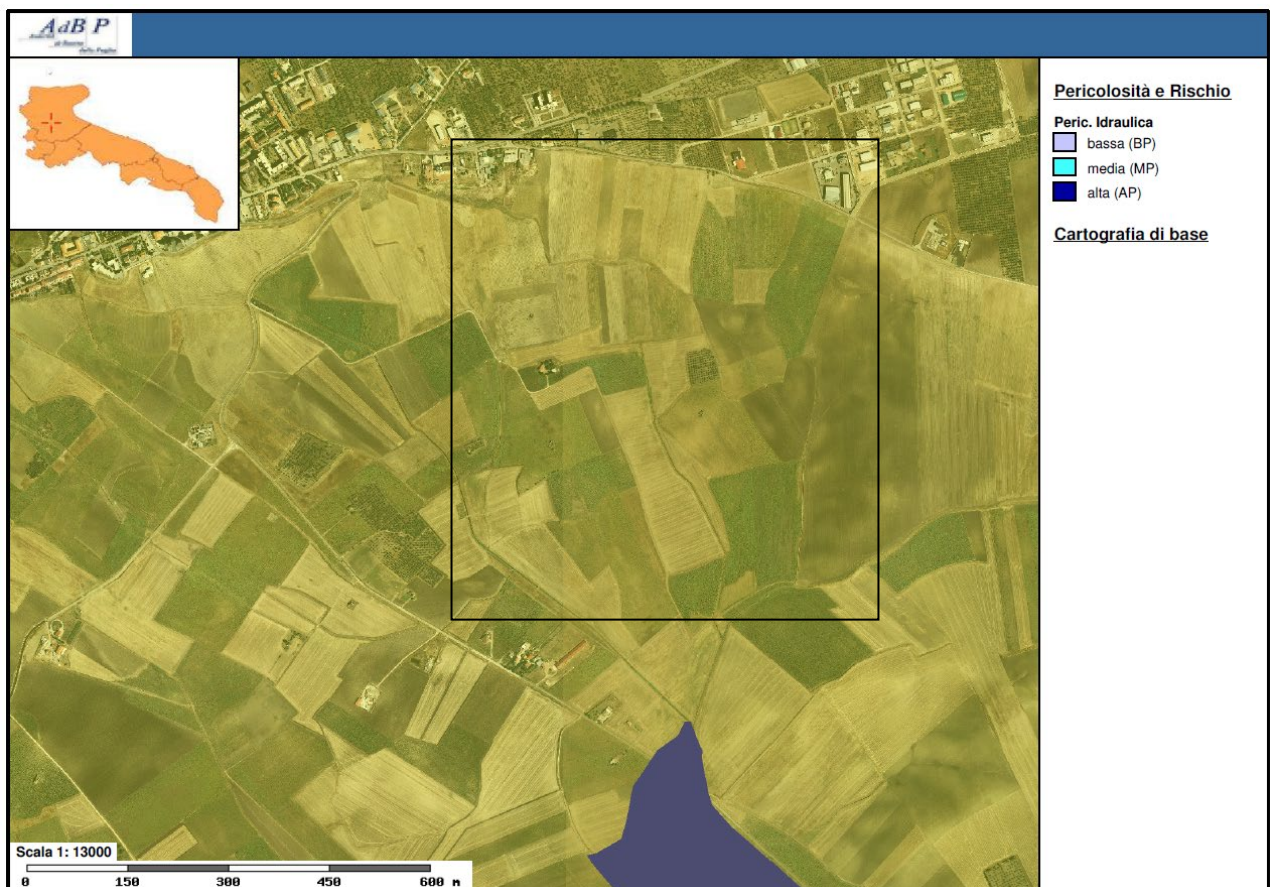


Figura 16 - PAI stralcio carta della Pericolosità Idraulica con legenda. http://webgis.adb-puglia.it/gis/map_default.phtml

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica l'area in esame non ricade in nessuna zona classificata a rischio.

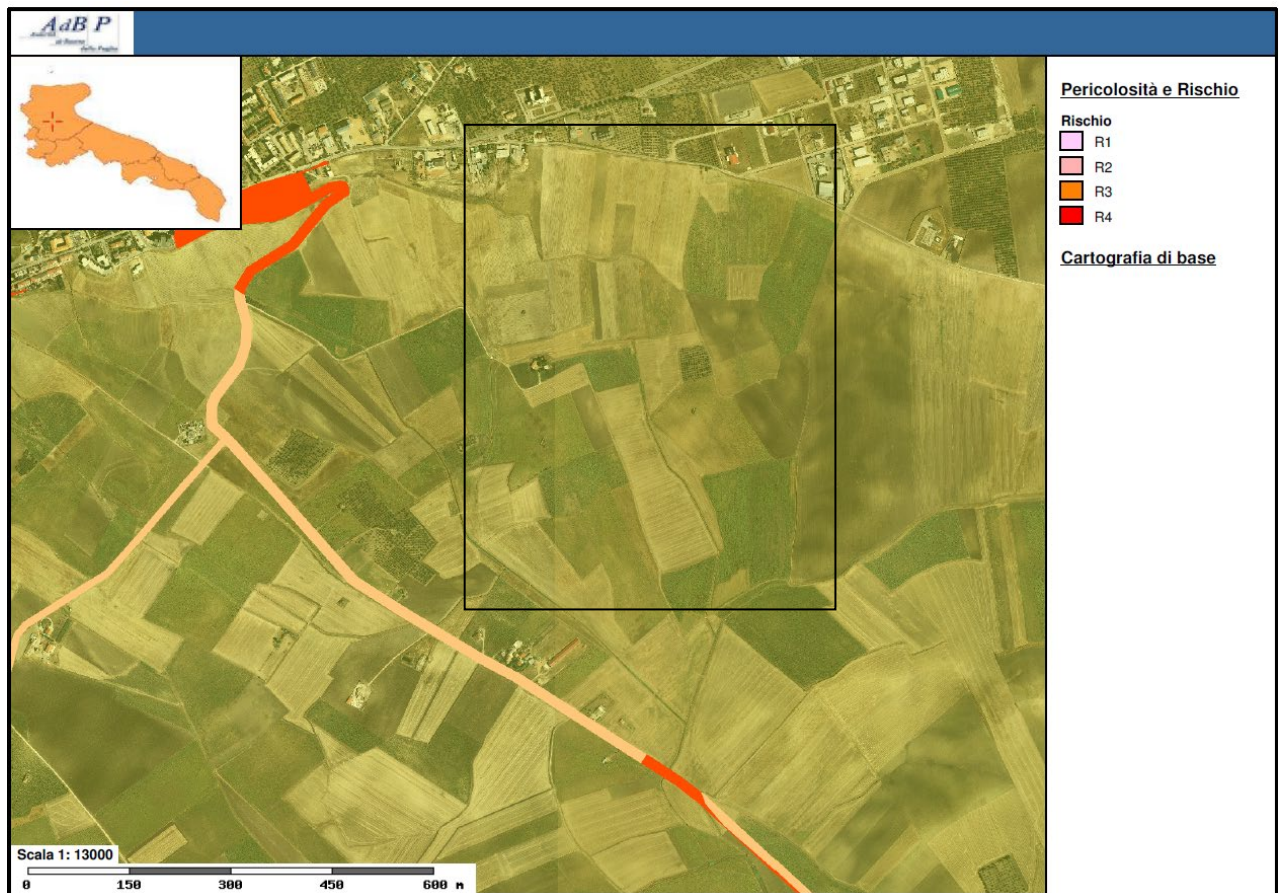


Figura 17 - PAI stralcio carta del Rischio con legenda. http://webgis.adb.puglia.it/gis/map_default.phtml

Per quanto riguarda la Carta del Rischio l'area in esame non ricade in alcuna zona classificata a rischio.

8 CONCLUSIONI

Nella presente Relazione Geologica, relativa al Progetto Definitivo per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico nel Comune di Troia (FG), sono state approfondite le tematiche riguardanti gli aspetti geologici geomorfologici e sismici dell'area in esame. È stata posta inoltre una particolare attenzione anche al controllo del PAI relativo all'area di studio.

Dal punto di vista geologico e stratigrafico nell'area in esame si ha la presenza sono presenti terreni sedimentatisi dal Pliocene al Pleistocene. I depositi pliocenici sono posti al contatto con i depositi fliscioidi appenninici in posizione trasgressiva e caratterizzati da una successione prevalentemente conglomeratica e sabbiosa. Sono inoltre presenti depositi fluviali terrazzati quaternari.

Dal punto di vista geomorfologico il terreno dall'area di progetto si sviluppa a sud del centro del Comune di Troia in un'area prevalentemente agricola ed in un versante a bassa inclinazione.

Dal punto di vista sismico il sito risulta classificato in zona sismica 2 (Media Sismicità), zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2 indica un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g compreso tra $0.15 > a_g > 0,25$ g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Dall'analisi della cartografia del PAI vigente il sito in esame per quanto riguarda si è osservato che secondo la Carta del Pericolo Geomorfologico, l'area in esame ricade in una zona delimitata a pericolosità media e moderata (PG1), nel capitolo relativo al PAI sono elencate le normative di riferimento per i progetti ricadenti nella presente zona. Per quanto riguarda invece la Carta del Pericolo Idraulico e del Rischio l'area in esame non ricade in nessuna zona delimitata a rischio.

È da sottolineare, come riportato nel Capitolo 6 negli artt. 6 e 10 delle Norme tecniche di attuazione del PAI Puglia di cui nel capitolo sopracitato è riportato lo stralcio, che la distanza minima indicata per la quale si applicano gli artt. 6 e 7 è di 75 m dal corso d'acqua (comma 8 dell'art. 6).

Dall'analisi della cartografia relativa al PPTR della Regione Puglia ai sensi degli artt. 135 e 143 del Codice, con specifiche funzioni di piano territoriale ai sensi dell'art. 1 della L.r. 7 ottobre 2009, n. 20 "Norme per la pianificazione paesaggistica" si noti come l'area di progetto non ricade in nessuna porzione di territorio sottoposta a vincolo idrogeologico o paesaggistico. Si noti anche che il corso d'acqua secondario presente nell'area di progetto non è segnalato nelle componenti idrogeologiche e quindi nei Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche.

È possibile quindi affermare che la sicurezza degli interventi è garantita e quindi che gli interventi di progetto (impianto fotovoltaico) non determinano condizioni di instabilità, né tantomeno modificano le condizioni geomorfologiche dell'area stessa.

Napoli, febbraio 2023

Dr. Gaetano Ciccarelli

CG Associati s.r.l.s
architettura ingegneria geologia

Sede legale – Corso Umberto I, 154 - 80138 Napoli
Sede Operativa – via Alfredo Rocco, 29 - 80128 Napoli
Tel.+39 0815609190 – Fax +39 1782236929
Cod. Fisc. – P. IVA n. 09165311219
Amministratore Unico
Arch. Antonella Giardino

