PROGETTO "ENERGIA DELL'OLIO DI SEGEZIA"

da 227,421 MWp a Troia (FG)

REGIONE PUGLIA

GR02

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

Proponente

Peridot Solar Green S.r.l.
Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI)

Investitore agricolo superintensivo

OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.
Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione
Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiase, Arch. Alessandro Visalli
Collaboratori: Urb. Daniela Marrone, Arch. Anna Manzo, Agr. Giuseppe Maria Massa

Progettazione elettrica e civile
Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini

Progettazione oliveto superintensivo
Progettista: Agron. Giuseppe Rutigliano

Consulenza geologia
Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia
ARES archeologia & restauro
via O. Marchione n. 24, 81031 Aversa (CE)

06 • 2023

CEMBALO SAMBIASE SANSEVE. FABRIZIO
2023.07.21 11:58:56
CN=CEMBALO SAMBIASE SANSEVE. FABRIZIO
C=IT
O=CONAF
2.5.4.11=N. iscr. 774
RSA/2048 bits

DOTTORE AGRONOMO FABRIZIO CEMBALO SAMBIASE SANSEV

rev	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione
00	Prima consegna	A4	Gaetano Ciccarelli	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiase
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					

SOMMARIO

1. Premessa 2
2. Scopo del documento 2
3. Normativa e documenti di riferimento 2
4. Localizzazione geografica 2
5. Inquadramento geostrutturale del territorio 3
5.1. Assetto geologico generale 3
5.1.1. Unità stratigrafiche 4
5.2. Assetto geologico locale 6
5.2.1. Alluvioni terrazzate Qt3 (Olocene): 6
5.2.2. Ciottolame con elementi di media e grandi dimensioni, a volte cementati Qc1 (Pleistocene): 6
5.2.3. Sabbie giallastre sciolte, talora con accenno di stratificazione PQs (Pliocene-Calabriano): 6
6. Lineamenti geomorfologici 6
7. Indagini di riferimento 8
7.1. Prova penetrometrica dinamica 8
7.2. Indagine sismica di tipo MASW 9
7.3. Caratteristiche geotecniche dei terreni 10
8. Caratterizzazione sismica del sito 11
8.1. Analisi della storia sismica 13
8.2. Suscettività alla liquefazione 16
8.2.1. Potenziale di liquefazione 17
9. Criticità geologiche e geomorfologiche 19
10. Conclusioni 0

1. Premessa

Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica di un impianto fotovoltaico a Troia (Puglia).

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:

- Inquadramento Geografico;
- Inquadramento generale dell'area di studio comprendente gli aspetti geologici e geomorfologici;
- Analisi delle indagini geotecniche di riferimento;
- Inquadramento sismico dell'area, definizione dell'azione sismica di riferimento e della magnitudo di riferimento, analisi del rischio liquefazione;
- Studio di compatibilità geomorfologica comprendente il controllo dei vincoli dell'Autorità di Bacino aggiornato al PAI vigente.

2. Scopo del documento

Le presenti note contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico e sono state redatte secondo gli standard metodologici più diffusi in ambito scientifico.

3. Normativa e documenti di riferimento

Dal punto di vista normativo sono stati presi in riferimento

- UNI EN 1997-1 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2 - Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e s.m.i., "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".
- Circ. Min. II.TT. 21/01/2019 n. 7, "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17/01/2018".

4. Localizzazione geografica

L'area oggetto di studio è localizzata in corrispondenza della frazione Borgo Segezia situata a est del centro abitato del Comune di Troia. L'intero territorio comunale è caratterizzato da un area agricola, essenzialmente pianeggiante o con versanti a bassa pendenza. L'elevazione altimetrica varia da poco oltre i 210 m.s.l.m. nella parte più a sud dell'area dell'impianto ad arrivare a poco oltre i 150 m.s.l.m. nella sua porzione più a nord. Per quanto riguarda la localizzazione cartografica, il territorio dell'area di progetto è compreso all'interno del Foglio 163 "Lucera" e 164 "Foggia" della Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, , C.T.R. Puglia 421021 e 421024.

Geograficamente l'area è individuata dalle seguenti coordinate:

- latitudine 41.377306°
- longitudine 15.462878°

Figura 1 Ubicazione dell'area di progetto (da Google Earth).

5. Inquadramento geostrutturale del territorio

5.1. Assetto geologico generale

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'Avampaese 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.

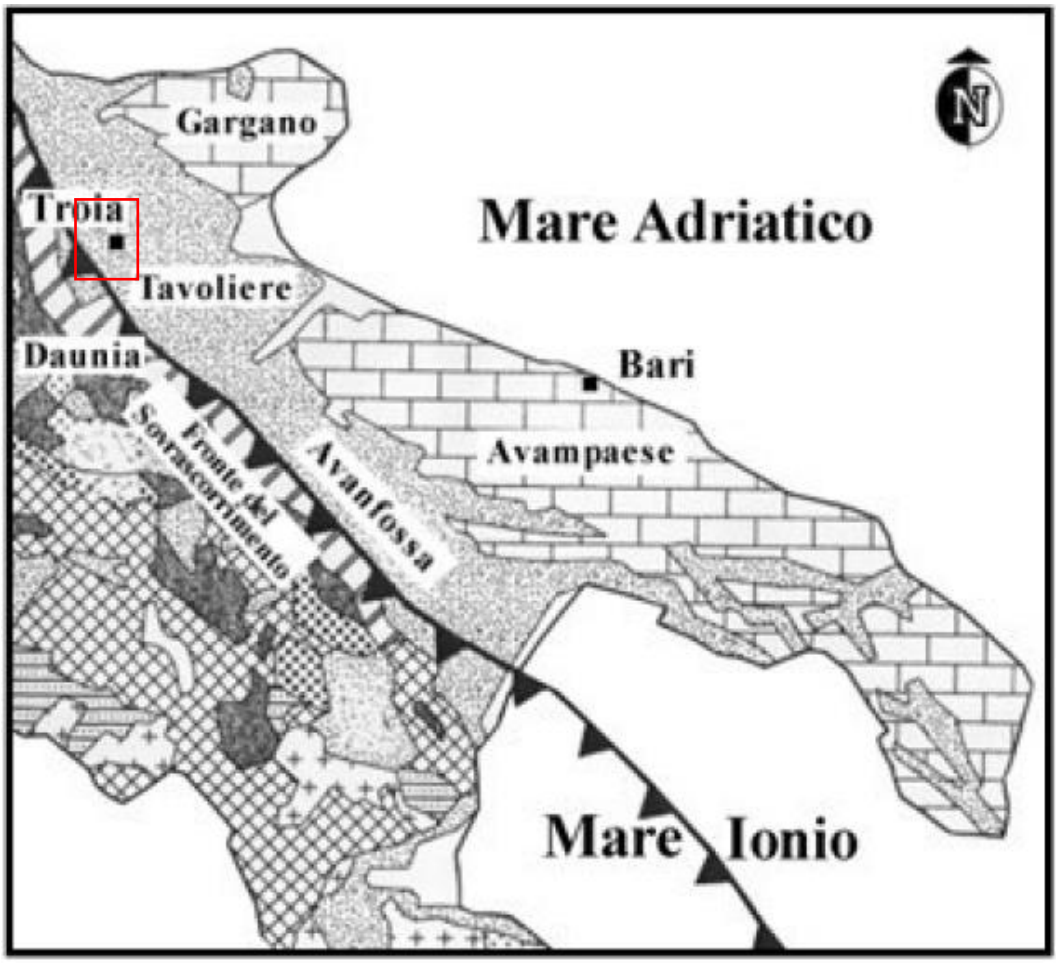


Figura 2 Distinzione dei domini geologici (Bruno G. et alii, 2006).

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.

5.1.1. Unità stratigrafiche

L'assetto stratigrafico-strutturale dell'area di stretto interesse progettuale è stato ricostruito integrando i dati ottenuti dal rilevamento geologico effettuato con tutte le informazioni ricavate dalla fotointerpretazione appositamente condotta, dalle fonti bibliografiche disponibili e dalle indagini di sito esistenti o appositamente realizzate per il presente studio.

In particolare, si è fatto riferimento per quanto riguarda la geologica riferita all'area in esame si è fatto riferimento al Foglio 163 Lucera e 164 Foggia 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)

-Qt3: Alluvioni terrazzate recenti, poso superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.

Pleistocene

-Qc1: 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

-PQs: Sabbie giallastre, sciolte, talora con accenno di stratificazione con Uvigerina peregrina e Bulimina marginata.

-PQa: Argille scistose, argille marnose grigio-azzurrognole, sabbie argillose con frequenti associazione 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.

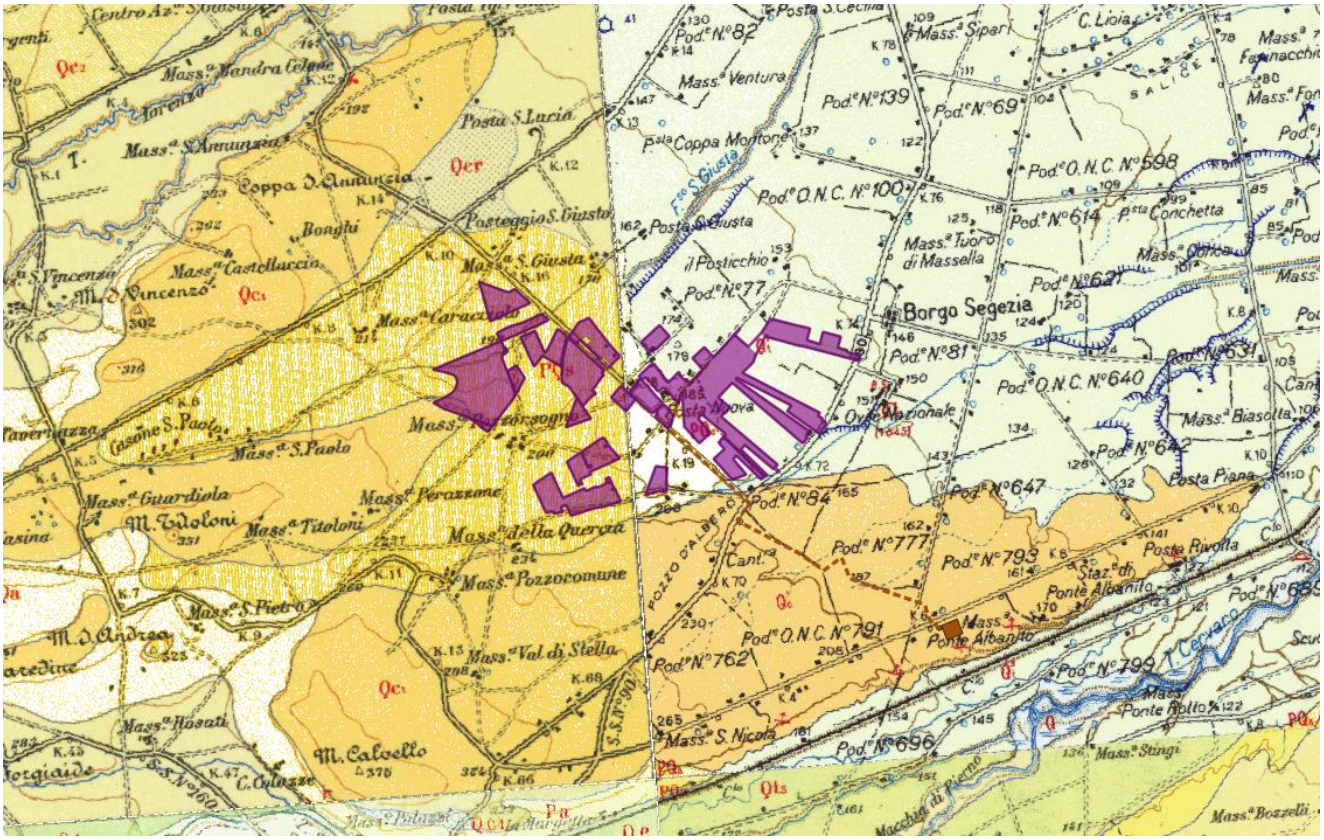


Figura 3 Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 foglio n.163 Lucera e 164 Foggia (non in scala).

5.2. Assetto geologico locale

Le unità geologiche che interessano esclusivamente l'area oggetto di studio, cartografate nella Carta Geologica d'Italia (Foglio 163 e 164, scala 1:100.000) vengono descritte secondo la bibliografia relativa alle note illustrative del foglio sopracitato.

5.2.1. Alluvioni terrazzate Qt3 (Olocene):

Formate in prevalenza da sedimenti sabbioso-argillosi, subordinatamente ciottolosi, presentano frequentemente terre nere e incrostazioni calcaree. Tali alluvioni terrazzate assumono una certa importanza lungo i corsi dei tre torrenti principali: Candelaro, Cervaro e Carapelle.

5.2.2. Ciottolame con elementi di media e grandi dimensioni, a volte cementati Qc1 (Pleistocene):

I depositi distinti con questa sigla sono composti da ciottolame misto a sabbie sciolte o in puddinga, costituito da elementi di arenaria e di calcare detritico derivanti dal flysh, di dimensioni media tra 10 e 30 cm di diametro, alternato con sabbie ad andamento lenticolare e talora a stratificazione incrociata. Superiormente si presentano con concrezioni e crostoni calcarei. Questo complesso raggiunge una potenza di 50 m e forma le superfici spianate dei terrazzi più alti del Tavoliere, fino a 400 m di quota s.l.m. (presso Troia).

Esso poggia con lieve discordanza sui sedimenti sottostanti, ma taluni affioramenti nei pressi di Troia mostrano continuità con le sottostanti sabbie marine attribuite al Calabriano. Questi depositi vengono interpretati come accumuli deltizi formatisi in corrispondenza di fasi pluviali durante le quali le capacità di trasporto dei corsi d'acqua ed i processi di denudamento sarebbero stati straordinariamente attivi. Circa la loro età si ritiene probabile che essi corrispondano alla fine dell'oscillazione eustatica calabriana.

5.2.3. Sabbie giallastre sciolte, talora con accenno di stratificazione PQs (Pliocene-Calabriano):

Nella porzione di area rilevata e cioè ad oriente di troia, il complesso passa superiormente a sabbie gialle, nelle quali solo raramente è possibile riconoscere tracce di stratificazione. Esse contengono Uvigerina peregrina e Bulimina marginata e rappresentano il termine più alto dell'intera serie pliocenico-calabriuana

6. Lineamenti geomorfologici

L'area di studio si sviluppa a est 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.

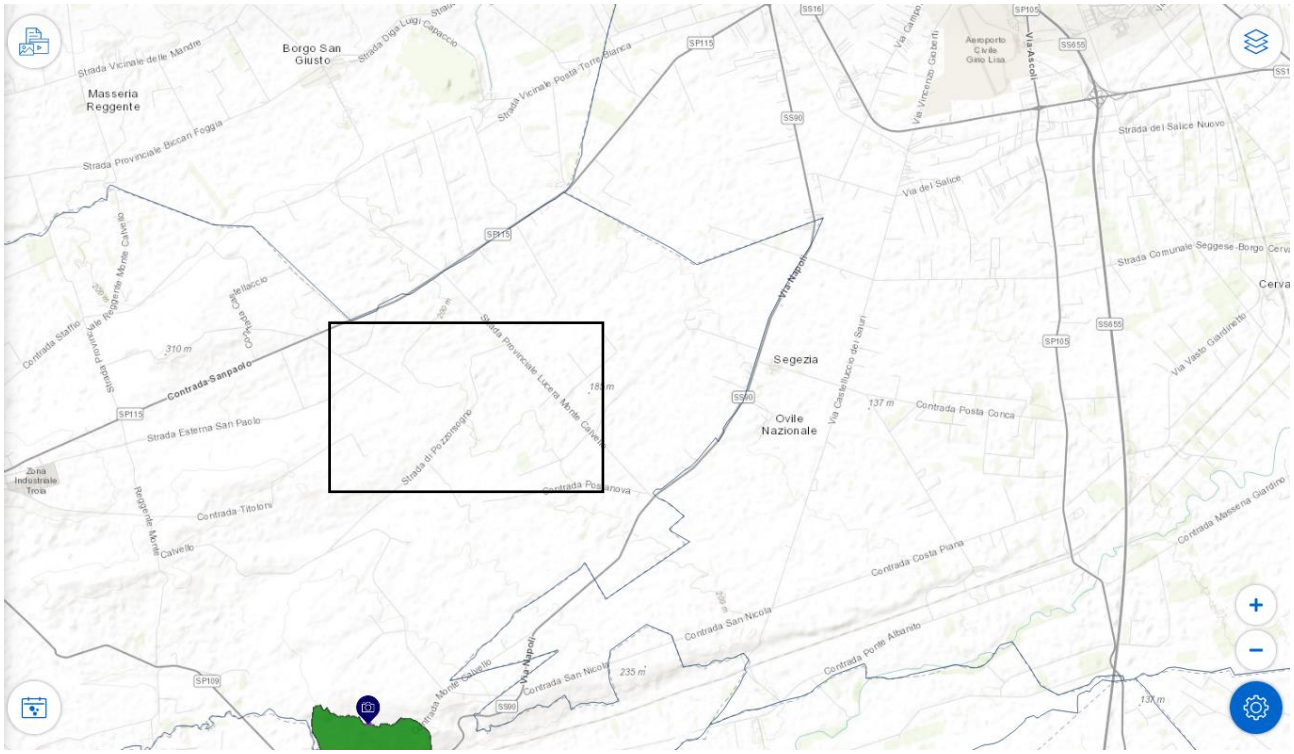


Figura 4 Stralcio della Carta delle frane del Progetto IFFI (portale http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/carto3.asp?cat=2&lang=IT#).

7. Indagini di riferimento

Per la redazione del presente studio sono state consultate e analizzate tutte le indagini geognostiche messe a disposizione nel settore di territorio interessato dagli interventi in progetto. L'intero set di dati derivanti dalle indagini di sito ha permesso di configurare un quadro di conoscenze soddisfacente, in relazione alla specifica fase di approfondimento progettuale in corso, circa l'assetto litostratigrafico e geologico-strutturale dei termini litologici interessati dalle opere in progetto.

Si è preso come riferimento le indagini realizzate nel 2020 per la realizzazione di un impianto fotovoltaico in località San Gerolamo situato ad est rispetto l'area di studio ed in un contesto geologico adeguatamente simile.

Le prove analizzate sono le seguenti:

- N.2 prova penetrometrica dinamica;
- N.1 indagine sismica tipo MASW;

Le prove, in seguito, sono state elaborate in maniera tale da ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti e la categoria di sottosuolo. Si precisa che dall'analisi della geologica e della cartografia geologica l'impianto di riferimento si trova in una posizione analoga sia a livello geologico che geomorfologico rispetto all'area di studio.

7.1. Prova penetrometrica dinamica

Tra le prove di riferimento sono state analizzate due prove penetrometriche dinamiche continue una eseguita in corrispondenza dei depositi alluvionali e una in corrispondenza delle argille.

La prova penetrometrica consiste nell'infliggere verticalmente nel terreno, mediante un dispositivo di battuta una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio, graduata e prolungabile con l'aggiunta di successive aste. Durante la prova si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilità. La resistenza del terreno è funzione diretta del numero di colpi per una data penetrazione e le informazioni su di essa sono di tipo continuo, in quanto i dati vengono registrati durante tutta la infissione. È stata ricavata la resistenza dinamica alla punta (Rpd) in assenza di attrito laterale e diversi parametri geotecnici dei terreni.

Prova n.1

I risultati della prova penetrometrica n.1, eseguita in corrispondenza dei depositi alluvionali, sono i seguenti:

- Profondità 0.00 – 0.80 metri: 8.0 Rpd medio (Kg/cmq)
- Profondità 0.80 – 2.90 metri: 21.2 Rpd medio (Kg/cmq)
- Profondità 2.90 – 4.00 metri: 51.5 Rpd medio (Kg/cmq)

Il primo strato è quindi riconducibile a terreno alterato, il secondo a sabbie e sabbie limose (depositi alluvionali) ed il terzo ad argille limose.

Prova n.2

I risultati della prova penetrometrica n.2, eseguita in corrispondenza delle argille, sono i seguenti:

- Profondità 0.00 – 1.00 metri: 20.5 Rpd medio (Kg/cmq)

- Profondità 1.00 – 3.00 metri: 36.9 Rpd medio (Kg/cmq)

Il primo strato è riconducibile a terreno alterato mentre il secondo ad argille limose.

7.2. Indagine sismica di tipo MASW

Tra le prove di riferimento è stata analizzata un indagine sismica di tipo MASW tomografia sismica allo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia dell'area e al fine di determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche (Vs30), di fondamentale importanza per la definizione della categoria di sottosuolo come previsto dal D.M. 17/01/2018.

A partire dalla velocità delle onde di volume è stato possibile dedurre i parametri dinamici del sottosuolo riassunti nella figura seguente.

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densita' (g/cm3)	Poisson	Modulo di Taglio (MPa)
1	2,40	280	163	1,75	0,24	46
2	6,50	520	280	1,90	0,30	149
3	16,1	839	389	2,01	0,36	304
4	5,00	1837	688	2,20	0,42	1042

Figura 5 Riassunto degli strati ed i parametri dinamici del sottosuolo ricavati dalla prova di tipo MASW

Il valore della Vs30 ricavato è **Vs30: 346 m/s**.

Inoltre, in riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro Vs30.

- A: *ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m;
- B: *rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- C: *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;
- D: *depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento del-le proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;
- E: *terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nell'ambito del presente studio, le categorie di sottosuolo per l'area di intervento sono state definite in funzione della prova MASW sopracitata. Nel nostro caso specifico, i valori calcolati di V_{s30} sono per quanto riguarda la prova MASW è 346.29 m/s. Pertanto, i terreni presenti nell'area di studio sono considerati in classe C.

7.3. Caratteristiche geotecniche dei terreni

Dalla prova penetrometrica eseguita è stato possibile, attraverso diverse correlazioni ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area di studio riportati nelle figure seguenti.

Prova n.1

Profondità (metri)	Peso di Volume (T/mc)	Angolo di attrito (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cmq)
da 0,00 a 0,80	1,19	27,50	-----
da 0,80 a 2,90	1,33	28,50	-----
da 2,90 a 4,00	2,07	-----	1,06

Figura 6 Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.1 (Depositi alluvionali)

Prova n.2

Profondità (metri)	Peso di Volume (T/mc)	Angolo di attrito (gradi)	Coesione non drenata (Kg/cmq)
da 0,00 a 0,80	1,31	28,3	-----
da 0,80 a 2,90	1,92	-----	0,85

Figura 7 Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.2 (Argille)

8. Caratterizzazione sismica del sito

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 l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004, il territorio di Troia è classificato in zona sismica 2 (Media Sismicità), cui compete un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ag compreso tra 0.15g e 0.25g (dove g è l'accelerazione di gravità).Per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004, agg. 2018), il territorio dell'area di studio non ricade in alcuna zona sismogenetica.

Per quanto riguarda l'attuale Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 (Meletti & Valensise 2004, agg. 2018), la sismicità della zona di Troia si distribuisce lungo le zone sismogenetiche da 924. Più nello specifico, la zona 927 comprende le aree localizzate lungo l'asse della catena Appenninica (Sannio-Irpinia-Basilicata). Sulla base degli studi sismologici più aggiornati, in tale zona sono attesi terremoti piuttosto profondi (P = 12-20 km) e di elevata magnitudo (Mmax = 6.83), riconducibili a meccanismi di fagliazione prevalentemente trascorrenti.

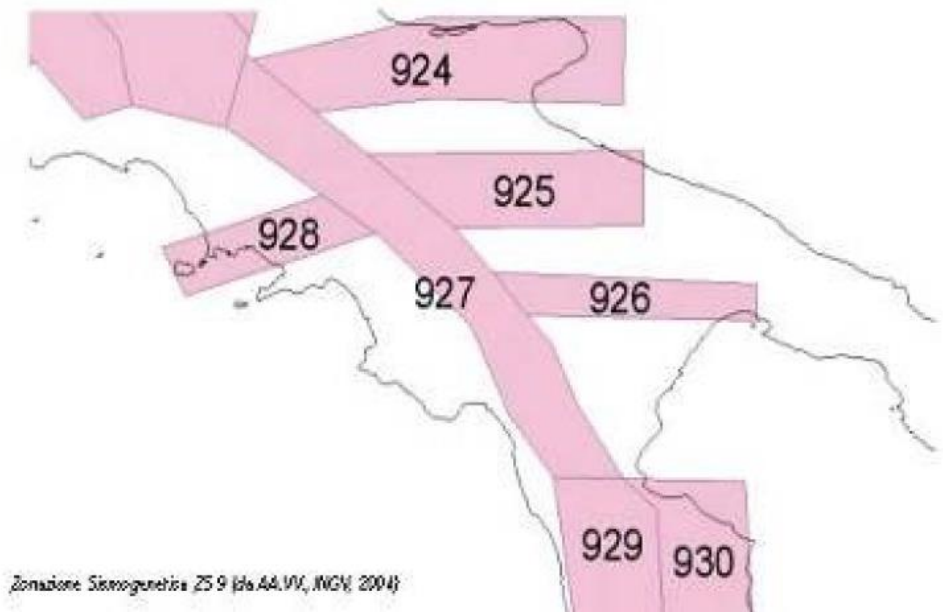


Figura 8 Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia meridionale (da AA.VV. INGV, 2004). Ogni poligono delimita una o più sorgenti sismiche ad attività differenziata dalle altre

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 18 fonte INGV), in particolare, le mappe del Comune di Troia dalle quali si può risalire ai range delle azioni sismiche di riferimento. 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) si noti quindi che i valori di PGA (acronimo di Peak

Ground Acceleration) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno 475 anni) sono compresi tra 0.125 e 0.150 g.

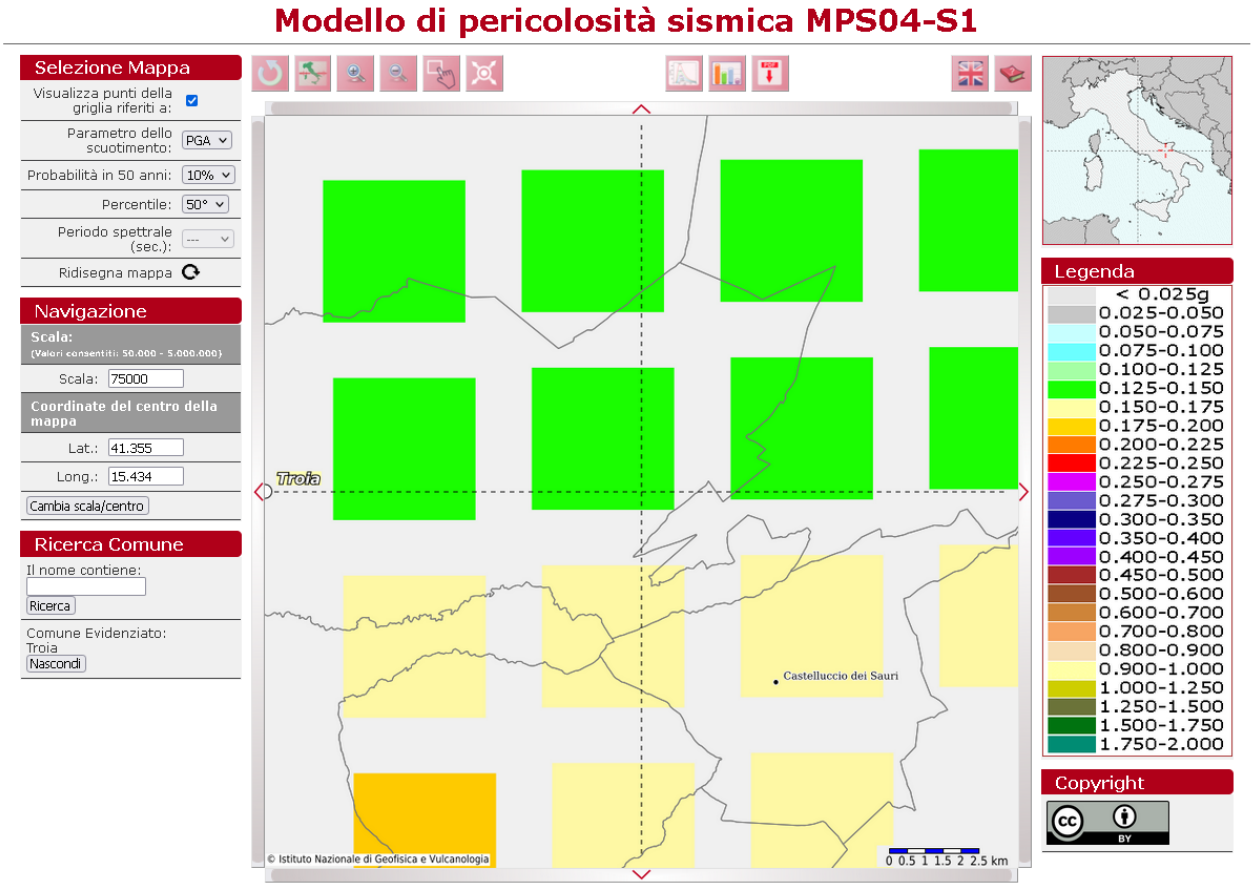
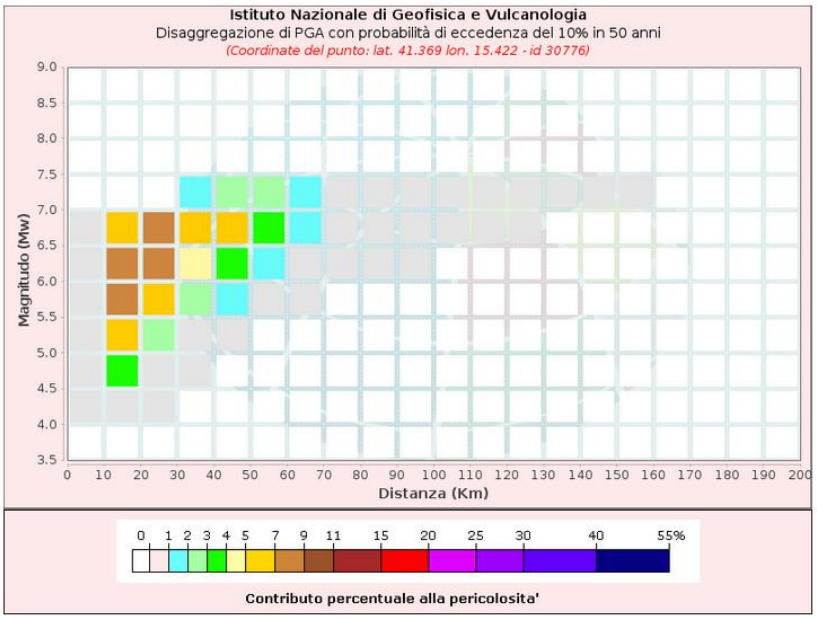


Figura 9 Accelerazioni massime attese Comune di Troia (valori compresi tra 0,125 e 0,150)

Si riportano in seguito i grafici di disaggregazione e magnitudo media riferiti all'area di studio ricavati sito dell'INGV http://esse1.mi.ingv.it/.



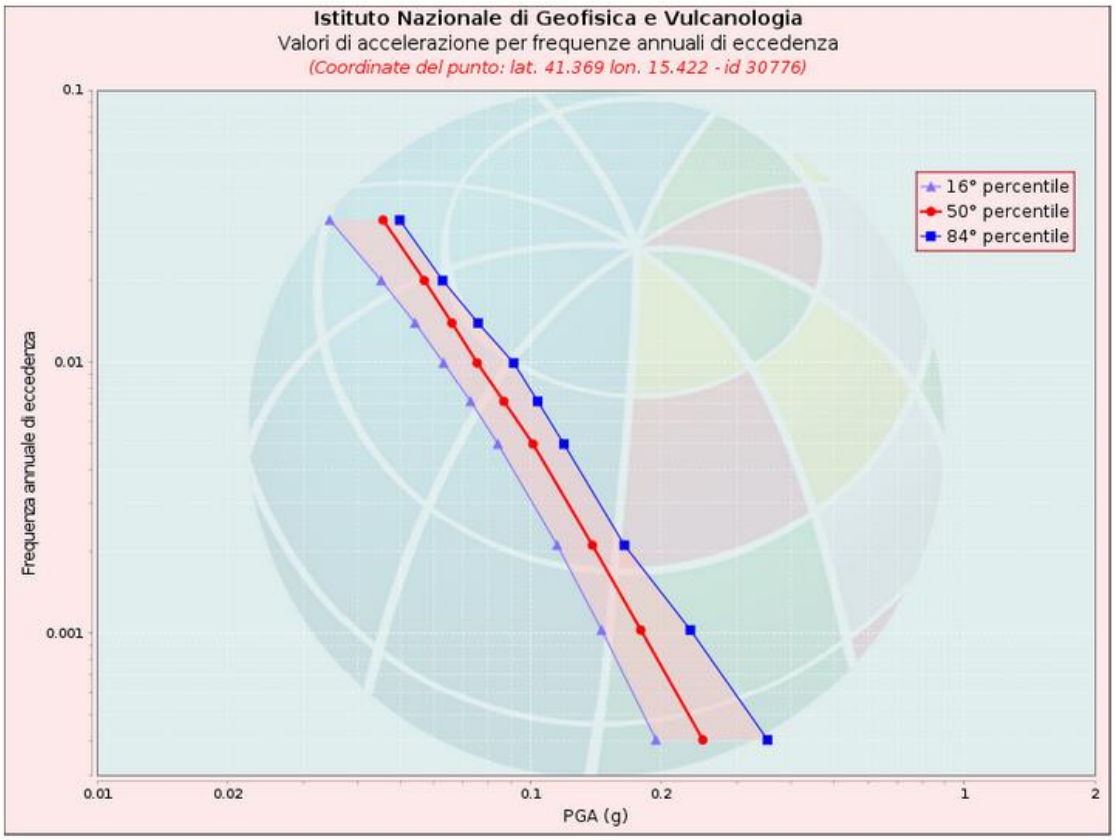


Figura 10 Grafici di disaggregazione e magnitudo media, fonte http://esse1.mi.ingv.it/.

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 propagazione delle onde sismiche. Effetti locali d'amplificazione dell'ampiezza e d'incremento della durata del moto sismico (effetti di sito) caratterizzano generalmente le coperture di terreni superficiali poggianti su un substrato roccioso.

8.1. Analisi della storia sismica

L'analisi sulla sismicità storica del territorio ha considerato anche i dati macrosismici del Database Macrosismico Italiano, ultima versione DBMI15 (http://emidius.mi.ingv.it), da cui sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio di Troia.

Nel caso sono evidenziati 40 eventi di riferimento dal 1000 al 2017, con indicati i parametri per l'area del catalogo, epicentro del sisma e per l'area del terremoto (I [MCS]).

Nella lista risalta che la massima intensità macrosismica registrata, espressa in MCS, è pari a 11 gradi per due eventi sismici, rispettivamente del 5 dicembre del 1456 nell'area epicentrale dell'Appennino centrale-meridionale (7,19 Mw) e del 13 gennaio 1915 nell'area epicentrale della Marsica (7,08 Mw).

L'evento sismico con un area epicentrale più vicino all'area in esame è quello del 20 aprile 1894 con epicentro nel Gargano di intensità macrosismica compresa tra i 6-7 gradi MCS. Gli eventi sismici più recenti, del 4 ottobre 2006 nell'Adriatico centrale e del 1° novembre 2002 del Molise, hanno prodotto effetti d'intensità macrosismica rispettivamente di 4-5 e 7 gradi MCS.

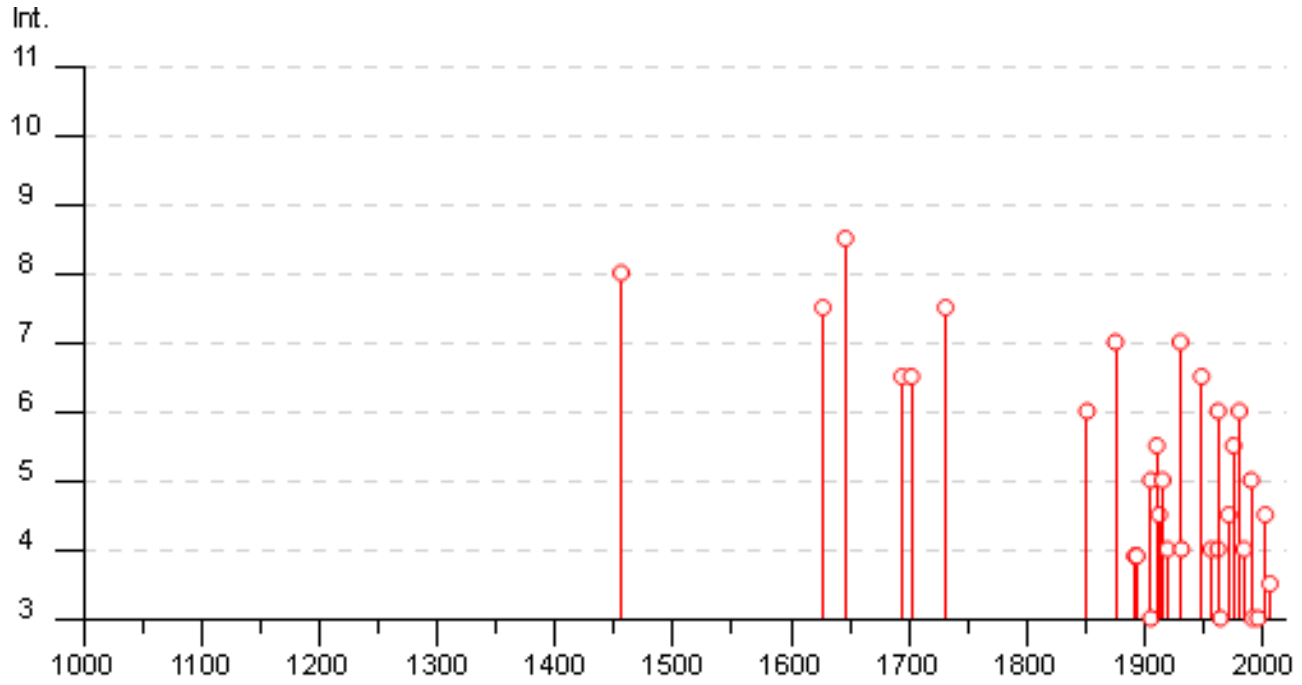


Figura 11 Grafico illustrante la storia sismica del comune di Troia dal 1000 al 2019. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni. (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

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

8.2. 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 12- 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 13 - Fattori, pesi e criterio per valutare la suscettività alla liquefazione di un sito (Juang & Elton 1991), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007 – Dario Flaccovio Editore.

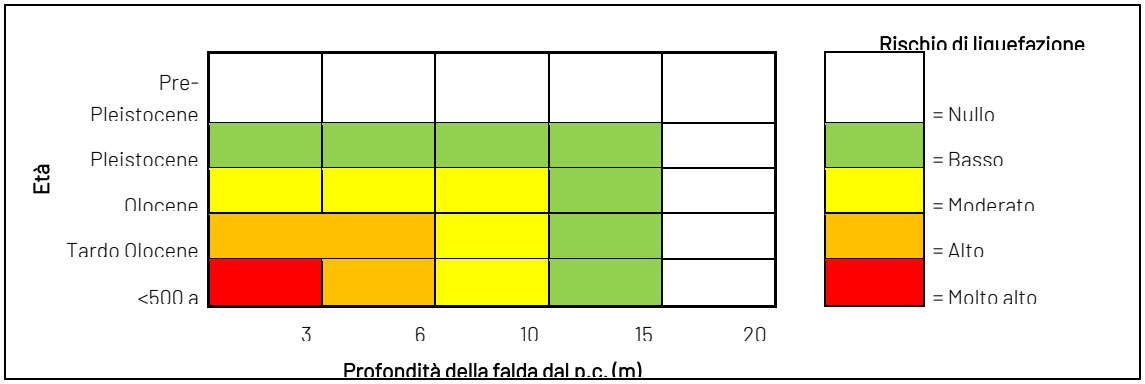


Figura 14 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.

8.2.1. 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

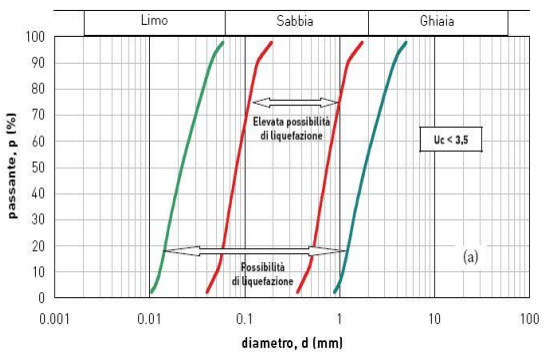
Figura 15- Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.

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.

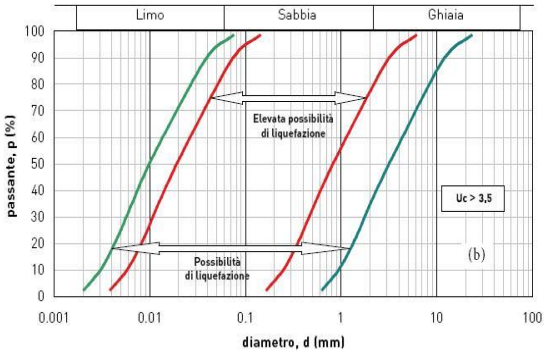
In relazione alla diffusa presenza di depositi alluvionali, transizionali e marini caratterizzati di frequente da una granulometria sabbiosa e sabbioso-limosa, di età compresa tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene-Attuale, alcuni settori specifici della piana ove ricade il sito in esame, possono 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 rinvengono 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 qc1N > 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 qc1N 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. 16 e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 e in figura n. 17 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.



- A



B -

Figura 16 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con U < 3.5

Figura 17 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con U > 3.5

La verifica alla liquefazione è stata omessa dato che nel sito i terreni fino a tale profondità sono prevalentemente coesivi e/o ghiaiosi e secondo diversi studi limitrofi suddetti terreni non costituiscono un pericolo di liquefazione.

9. Criticità geologiche e geomorfologiche

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 ad est 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.

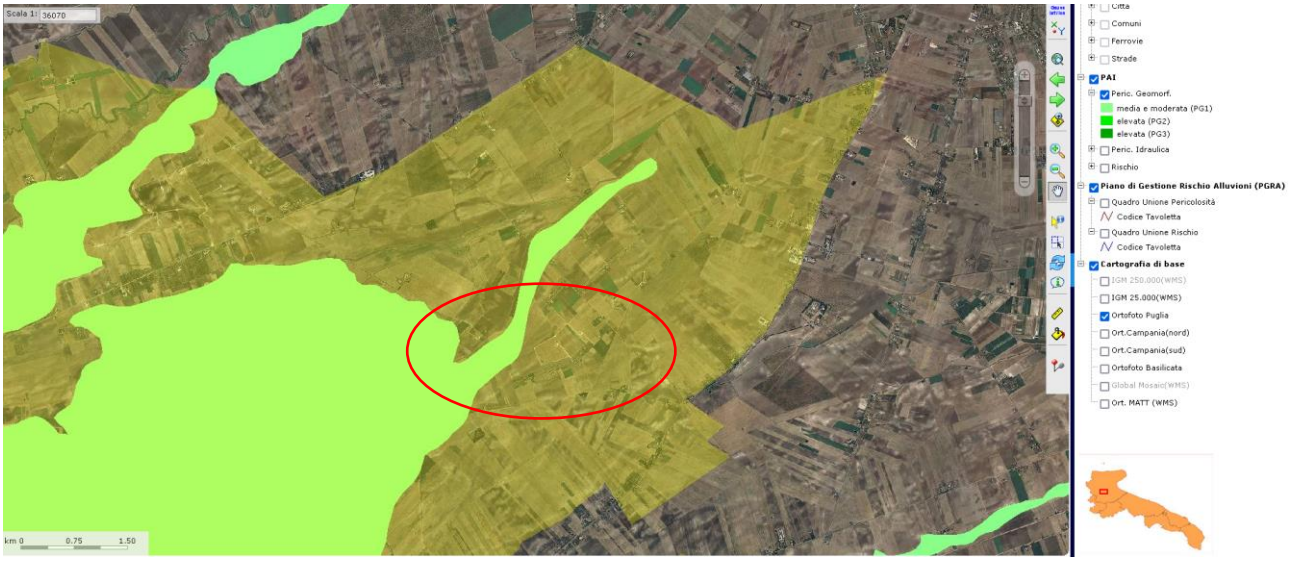


Figura 18 PAI stralcio carta Pericolosità Geomorfologica, in rosso l'area di studio

Una piccola porzione dell'area in esame ricade in un area classificata a media e moderata Pericolosità Gemorfologica PG1.

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".

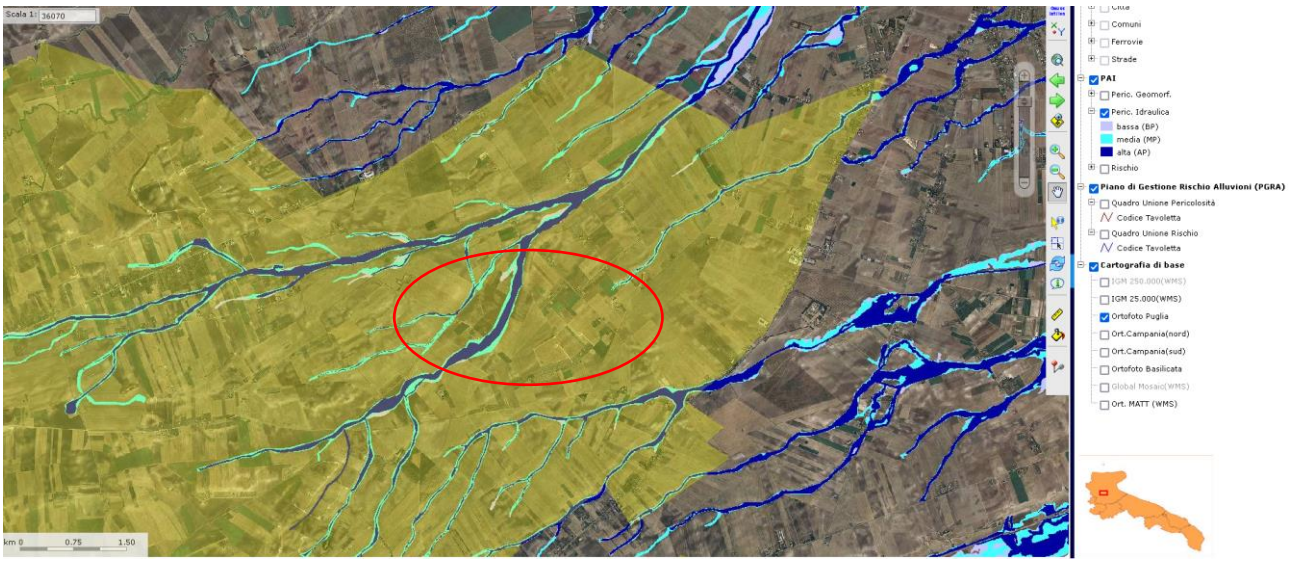


Figura 19 PAI stralcio della carta della Pericolosità Idraulica, in rosso è indicato il tratto di studio.

Per quanto riguarda la Pericolosità Idraulica l'area in esame ricade in porzioni di territorio a media e alta pericolosità.

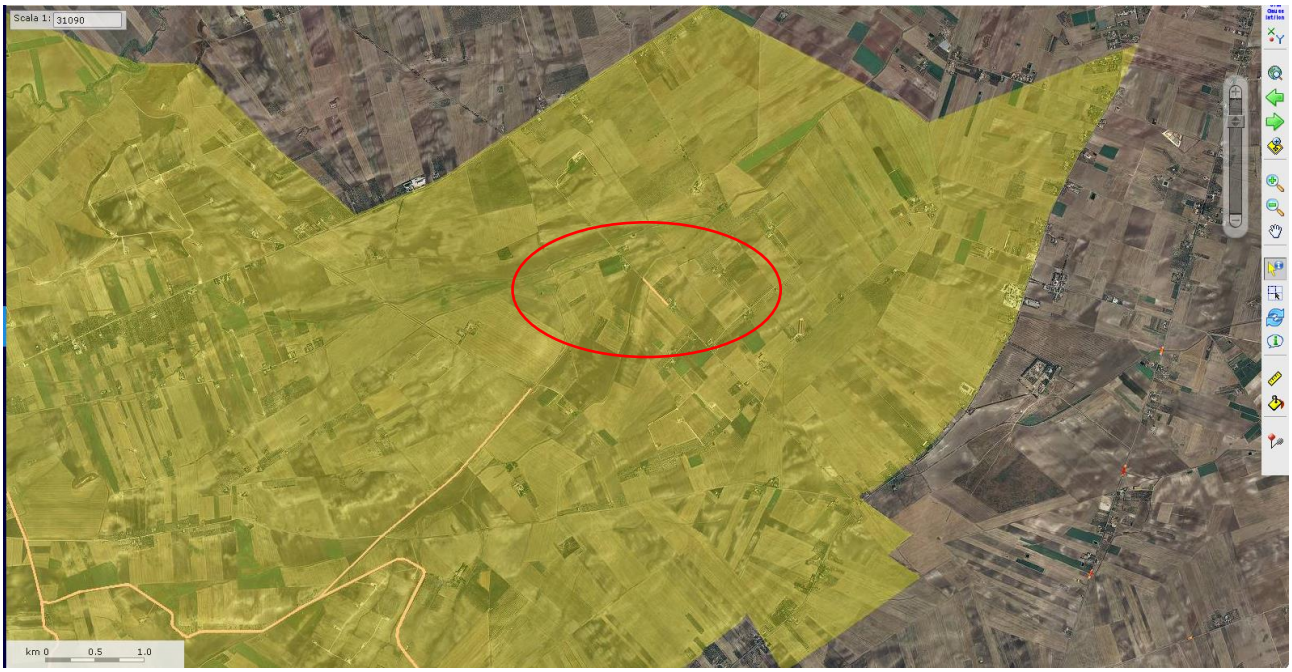


Figura 20 PAI carta del rischio, in rosso è indicata l'area di studio.

Per quanto riguarda la Carta del Rischio l'area in esame presenta una piccola porzione delimitata a rischio R1 nei pressi della strada.

Si riportano gli articoli delle Norme di Attuazione riguardanti le aree sopra delimitate:

ARTICOLO 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)

1. Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:
   a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
   b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
   c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
   d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;
   e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurne la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica

incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamentea quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2. Per tutti gli interventi 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. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

ARTICOLO 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica(M.P.)

1. Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è

sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurne la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamentea quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

2. Per tutti gli interventi 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. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

ARTICOLO 9 Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica(B.P.)

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di

governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

2. Per tutti gli interventi 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.
3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obbiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

ARTICOLO 15 Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)

1. 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'areae nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.
2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 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.
3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obbiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

10. Conclusioni

Il presente documento costituisce la Relazione Geotecnica di un impianto fotovoltaico situato in una porzione di territorio ad est del centro abitato di Troia (Puglia).

Dal punto di vista geologico e stratigrafico nell'area in esame si ha la presenza di Alluvioni terrazzate Qt3 Oloceniche, formate in prevalenza da sedimenti sabbioso-argillosi, subordinatamente ciottolosi; da ciottolame con elementi di media e grandi dimensioni, a volte cementati Pleistocenici e Sabbie giallastre sciolte, talora con accenno di stratificazione del Pliocene-Calabriano.

Dal punto di vista geomorfologico il terreno dall'area di progetto si sviluppa ad est del centro abitato di Troia in un'area prevalentemente agricola e pianeggiante.

Sono state definite le proprietà geotecniche dei terreni attraverso una correlazione con delle indagini eseguite nel territorio comunale di Troia in un contesto geologicamente simile.

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 ag compreso tra 0.15 > ag > 0,25 g (dove g è l'accelerazione di gravità).

Dall'analisi della cartografia del PAI vigente il sito in esame si è osservato che, per quanto riguarda il Pericolo Geomorfologico l'area di studio ricade in una porzione di territorio PG1; per quanto riguarda il Pericolosità Idraulica ricade in una porzione di territorio ad Alta Pericolosità (AP) e Media Pericolosità (MP). Infine, per quanto riguarda il Rischio solo una piccola porzione di territorio compresa in un tratto stradale ricade in un area delimitata R1.

Nel capitolo relativo al PAI sono elencate le normative di riferimento per i progetti ricadenti nella presente zona.

Dr. Gaetano Ciccarelli