



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 Idrologica - C.02



N° Elaborato: 07 ter

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Cod: VR_05 ter

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



tipo di progetto:

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia

Archeol. Concetta C. Costa



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	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
3-1 STRATIGRAFIA DEL SITO.....	6
3-2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	7
5. INDAGINI DI RIFERIMENTO	8
4-1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA.....	8
4-2 INDAGINE SISMICA TIPO MASW	9
6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	9
7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	11
5-1 ANALISI DELLA STORIA SISMICA	12
5-2 SUSCETTIVITÀ ALLA LIQUEFAZIONE	15
5-2-1 <i>Potenziale di liquefazione</i>	16
9. PERICOLOSITÀ SISMICA	18
PREMESSE.....	18
STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO	19
DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	20
10.PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO	24
1.1 COEFFICIENTI SISMICI.....	24
1.2 STABILITÀ DEI PENDII E FONDAZIONI.....	24
11.ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA	27
12.PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO	29
13.CONCLUSIONI.....	32
Figura 1- Inquadramento dell'area in esame evidenziata in rosso (Google Earth)	5
Figura 2 - Veduta del territorio e dell'area dell'impianto e delle previste connessioni di consegna.....	6
Figura 3 - Stralcio del Foglio 163 Lucera della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 in rosso l'area di studio	7

Figura 4 - Localizzazione ed orientamento delle principali linee tettoniche.....	11
Figura 5 - Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (http://esse1-gis.mi.ingv.it/).....	12
Figura 6 - 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/).....	13
Figura 7 - Unità geomorfologiche e suscettività alla liquefazione (Iwasaki e al. 1982), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.....	15
Figura 8 - 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.....	15
Figura 9 - 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.....	16
Figura 10 - Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da “La liquefazione dei terreni” Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.....	16
Figura 11 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U < 3.5$	17
Figura 12 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U > 3.5$	17
Figura 13- Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.....	22
Tabella 1– Riassunto degli strati ed i parametri dinamici del sottosuolo ricavati dalla prova di tipo MASW	9
Tabella 2– Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.1 (Depositi alluvionali)	9
Tabella 3– Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.2 (Argille)	10
Tabella 4 Modello geotecnico medio	10
Tabella 5- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R	20
Tabella 6- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R	20
Tabella 7- <i>Stralcio della tabella contenuta nell’Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.</i>	21

1. PREMESSA

Nella relazione che segue si illustrano i dati e le risultanze dello studio geotecnico eseguito a corredo del progetto definitivo della Centrale Solare "Frutti Antichi Troia" da 24.570 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 21.890 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. Di seguito verranno riassunte le risultanze dello studio geologico svolto, verrà esposto il modello geotecnico assunto e le verifiche geotecniche degli elementi di fondazione delle opere civili da costruire per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Per una lettura dettagliata delle forme, dimensioni e particolari costruttivi delle opere da realizzarsi si rimanda alle tavole grafiche allegate al progetto.

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
- 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

Norme Tecniche per le Costruzioni

Il presente documento e i calcoli esposti sono stati redatti in conformità e nel rispetto della normativa vigente di seguito elencata.

Norme Tecniche C.N.R. 10011: Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

Norme C.N.R. 10024: Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.'

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003.'

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni.

Norma UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici'

Norma UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

Norma UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali.'

Circolare 617 del 02/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La centrale fotovoltaica, di potenza nominale pari a 21.890 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 700 Wp. La superficie riporta un'estensione totale pari a **40,4 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 Serrare-dine).



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 dell'impianto e delle previste connessioni di consegna

4. 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. 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 STRATIGRAFIA DEL SITO

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.

La successione comprende, dall'alto verso il basso:

-**Q**: Alluvioni recenti e attuali.

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

CG Associat srls - C. so Umberto I, 80138, Napoli, (Napoli) - Tel.0815609190,
Fax:1782236929, e-mail:cgassociatisrls@gmail.com, web:www.cgassociatisrls.it - C.F.,

5. 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 a circa 700 metri dall'ubicazione dell'impianto oggetto del presente studio.

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.

4-1 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 stabilita. 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 stato 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.

4-2 INDAGINE SISMICA 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 (V_{s30}), 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)	Densità' (g/cm ³)	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

Tabella 1– Riassunto degli strati ed i parametri dinamici del sottosuolo ricavati dalla prova di tipo MASW

Il valore della V_{s30} ricavato è $V_{s30 \text{ equiv}}$: **346 m/s**.

La categoria di sottosuolo per l'area di intervento è stata definita 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 (*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.*)

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Alla luce dello studio geologico esposto e della stratigrafia costituente il sottosuolo del sito in esame è possibile stabilire il modello geotecnico del terreno di fondazione attraverso le indagini eseguite. Dalle prove penetrometriche eseguite è stato possibile, attraverso diverse correlazioni, ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area di studio riportati nelle tabelle 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

Tabella 2– Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.1 (Depositati 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

Tabella 3– Caratteristiche geotecniche dei terreni della Prova n.2 (Argille)

Strato	Spessore m.	γ_n , Peso di volume, kN/mc	ϕ°	C, MPa	Cu, MPa	E, MPa	G, MPa
Depositi alterati e suoli	0.8	12	25	-	-	3.5	36
Sabbie, sabbie limose e limi	2.4	18	25	-	0.08	2.0	46
Argille limose	4.0	20	-	-	0.10	3.5	149

Tabella 4 Modello geotecnico medio

Nella precedente tabella si è fatto utilizzo della seguente simbologia:

Strato: Nome dello strato appartenente alla colonna stratigrafica;

Spess.: Spessore dello strato;

Peso: Peso dell'unità di volume dello strato;

ϕ' : Angolo di attrito del terreno;

C: Coesione drenata del terreno;

Cu: Coesione non drenata del terreno;

E: Modulo elastico del terreno;

G: Modulo di taglio del terreno;

Così come indicazioni geostratigrafiche e in base al grado di alterazione dei terreni in situ, la pressione sul terreno deve essere inferiore a 100 kPa. Le medesime indicazioni portano a prescrivere, inoltre, che per la definitiva caratterizzazione geotecnica dell'intera area di progetto, si realizzi, prima dei lavori di esecuzione degli stessi, una specifica campagna di indagini geognostiche e geotecniche in ossequio alle norme di cui alle NTC2018 ed alle norme regionali. Si precisa, infatti, che non essendo state svolte indagini di laboratorio, i valori della tabella 5.4 sono stati desunti da dati reperibili in bibliografia.

Ai fini delle verifiche geotecniche, inoltre, è stata considerata la presenza della falda acquifera ad una profondità di 2,50 m dal piano campagna.

Il piano di posa delle fondazioni dovrà trovarsi ad una profondità superior a 1.0 m. dal p.c., in modo da non attestarsi sullo strato di terreno vegetale superficiale dalle caratteristiche geotecniche inadeguate.

7. 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.

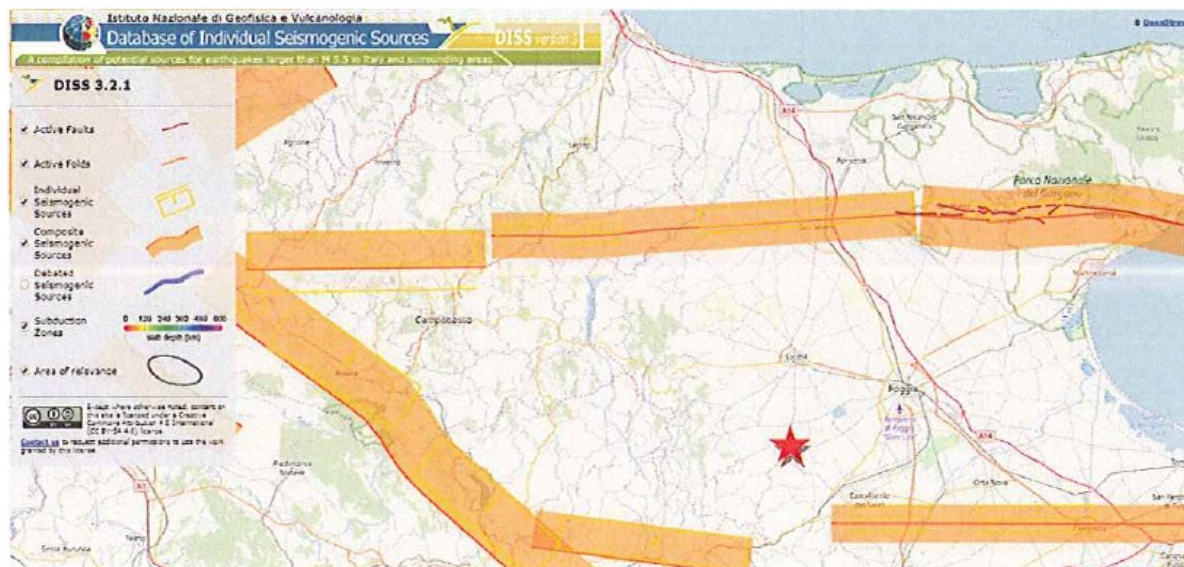


Figura 4 - Localizzazione ed orientamento delle principali linee tettoniche

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 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).

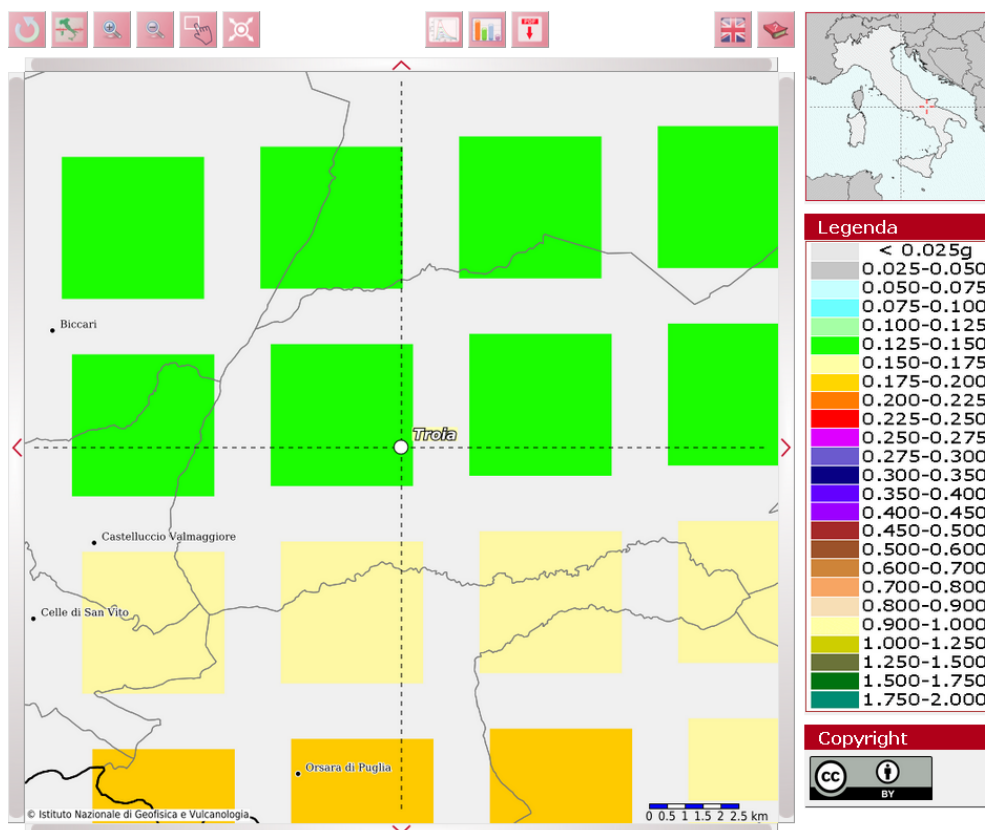


Figura 5 - Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

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 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.

5-1 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 Mo.ise, hanno prodotto effetti d'intensità macrosismica rispettivamente di 4-5 e 7 gradi MCS.

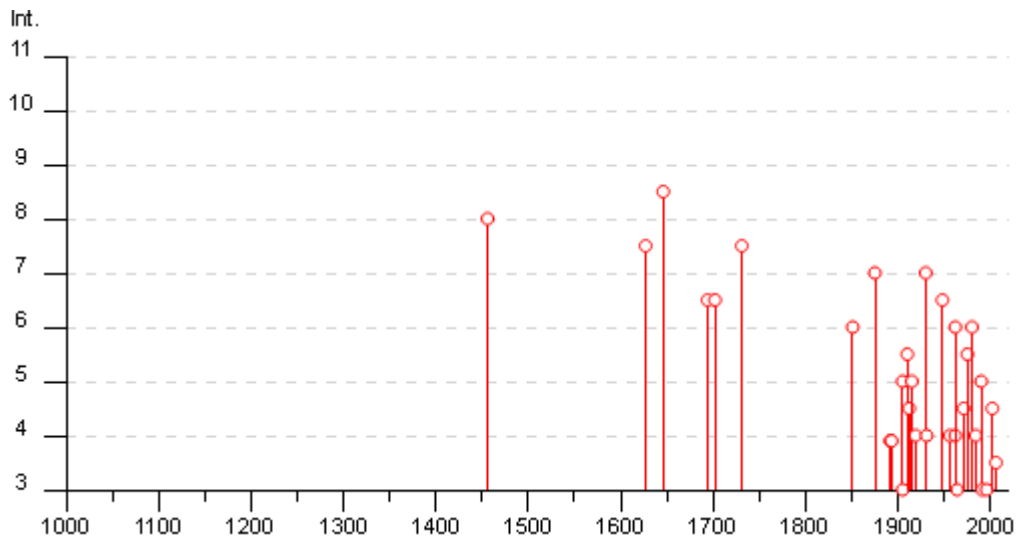


Figura 6 - Grafico illustrante la storia sismica del Comune di Troia dal 1000 al 2019. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espressi in anni. (https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query_place/)

CENTRALE SOLARE "FRUTTI ANTICHI TROIA"

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

CG Associat srls - C. so Umberto I, 80138, Napoli, (Napoli) - Tel.0815609190,
 Fax:1782236929, e-mail:cgassociatisrls@gmail.com, web:www.cgassociatisrls.it - C.F.,

5-2 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, paleovalvei, 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 7 - 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 8 - 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.

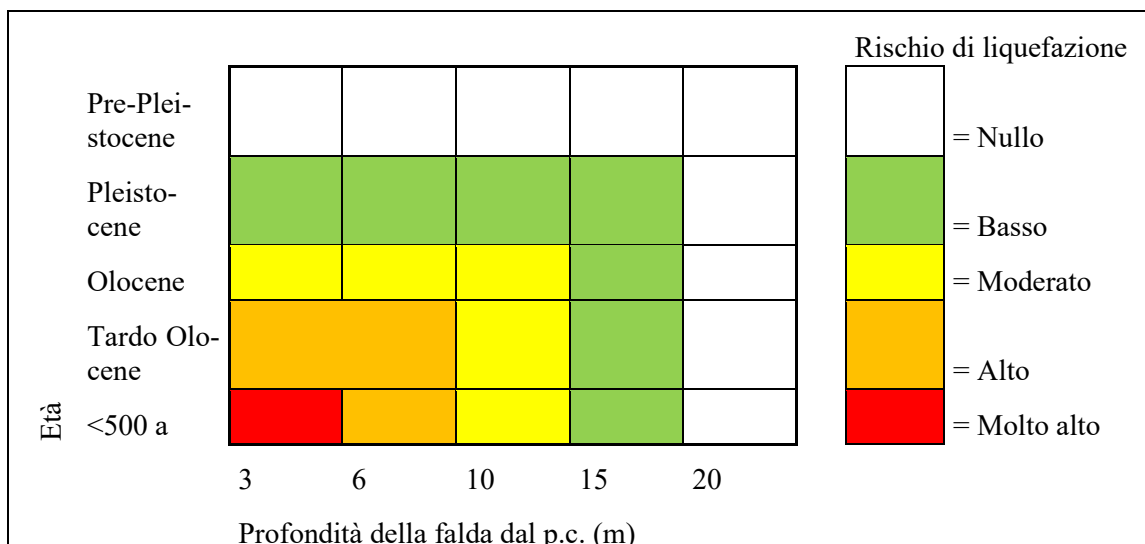


Figura 9 - Rischio liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda, tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga, 2007, ridisegnata – Dario Flaccovio Editore.

5-2-1 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 10 - Suscettività alla liquefazione (Obermeier 1996), tratta da "La liquefazione dei terreni" Giulio Riga 2007 – Dario Flaccovio Editore.

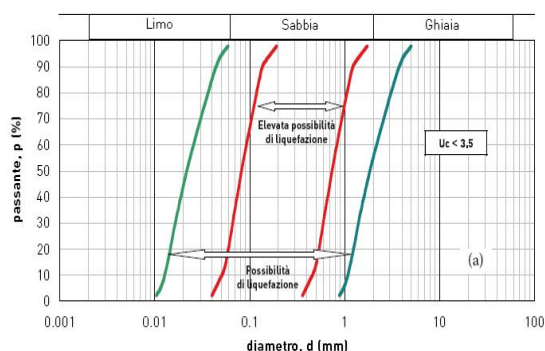
Le analisi qualitative in questione sono state condotte, pertanto, in riferimento alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche dell'area di intervento. In tal modo, sono state condotte una serie di valutazioni speditive e di carattere puramente qualitativo circa la possibilità di liquefazione dei 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 limoso-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 vera e propria circolazione idrica 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

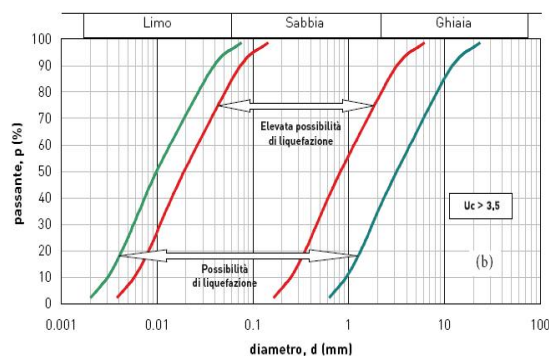
l'Olocene-Attuale, alcuni settori specifici della piana ove ricade il sito in esame, possono essere considerati come potenzialmente liquefacibili nel caso di terremoti di una certa intensità. I depositi più antichi presentano una bassa o nulla suscettività alla liquefazione, mentre i depositi recenti 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 $qc_{1N} > 180$ 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 11 A Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U_c < 3,5$

Figura 12 B Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U_c > 3,5$

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.

9. PERICOLOSITÀ SISMICA

PREMESSE

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso IV** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 2$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 2 = 100 \text{ anni.}$$

STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 5- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 100$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 6- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 60$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 101$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 949$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 1950$

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 7- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

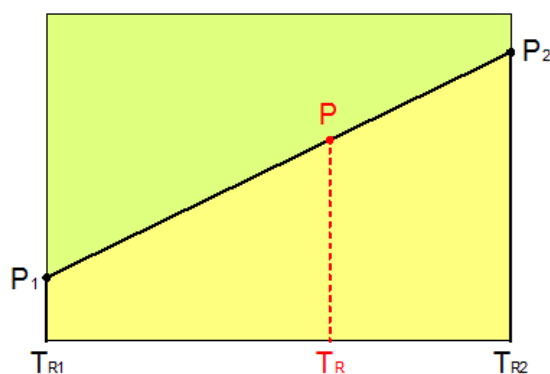


Figura 13- Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

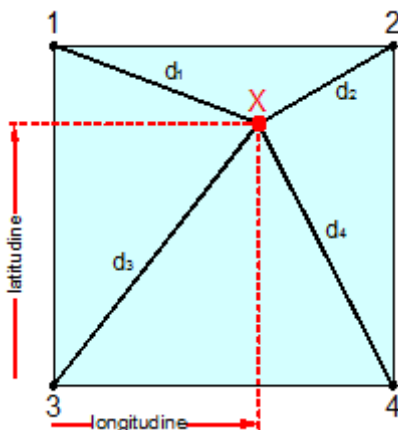


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

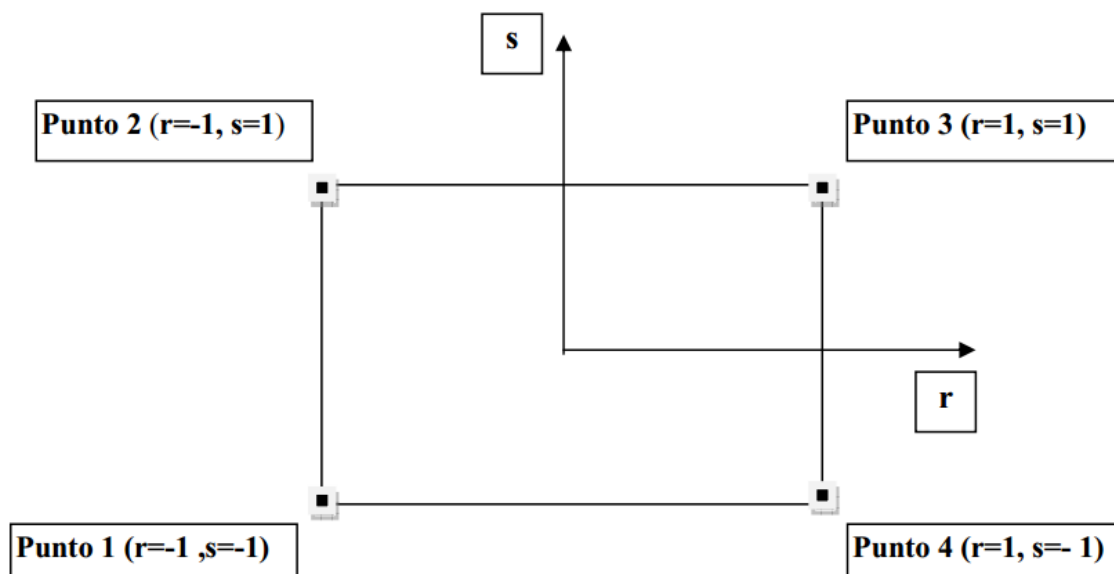


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x , y di un punto generico e le coordinate r , s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

CG Associat srls - C. so Umberto I, 80138, Napoli, (Napoli) - Tel.0815609190,
Fax:1782236929, e-mail:cgassociatisrls@gmail.com, web:www.cgassociatisrls.it - C.F.,

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

10. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

1.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

1.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E), e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

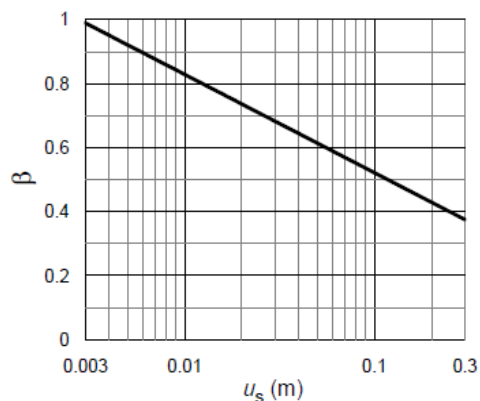


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

11. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

Descrizione:CENTRALE SOLARE "FRUTTI ANTICHI TROIA"

Cantiere: TROIA (FG) SAN GEROLAMO

Località: SP 115 SANGEROLAMO

Zona: TROIA

Data: 09/02/2023

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso (Cu): 2

Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41,3631477 [°]

Longitudine (WGS84): 15,3345947 [°]

Latitudine (ED50): 41,3641281 [°]

Longitudine (ED50): 15,3354492 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	30774	41,370850	15,289150	3935,35
2	30775	41,369780	15,355730	1805,42
3	30997	41,319790	15,354270	5174,32
4	30996	41,320860	15,287720	6246,81

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,047	2,409	0,293
	50	0,059	2,499	0,330
SLO	60	0,063	2,524	0,339
	72	0,068	2,550	0,347
SLD	101	0,077	2,606	0,366
	140	0,088	2,585	0,409
	201	0,104	2,541	0,427
	475	0,142	2,629	0,448
SLV	949	0,182	2,605	0,507
	975	0,183	2,604	0,509
SLC	1950	0,233	2,632	0,478
	2475	0,253	2,641	0,467

CENTRALE SOLARE "FRUTTI ANTICHI TROIA"

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,046	2,409	0,293
	50	0,058	2,526	0,328
SLO	60	0,062	2,545	0,338
	72	0,067	2,564	0,348
SLD	101	0,076	2,628	0,367
	140	0,087	2,578	0,411
	201	0,103	2,555	0,427
	475	0,140	2,633	0,449
SLV	949	0,179	2,605	0,508
	975	0,181	2,604	0,511
SLC	1950	0,231	2,625	0,477
	2475	0,251	2,632	0,467

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,047	2,397	0,291
	50	0,059	2,524	0,324
SLO	60	0,064	2,542	0,332
	72	0,069	2,560	0,339
SLD	101	0,080	2,581	0,357
	140	0,092	2,602	0,369
	201	0,109	2,520	0,422
	475	0,156	2,568	0,434
SLV	949	0,205	2,556	0,446
	975	0,208	2,555	0,446
SLC	1950	0,274	2,515	0,450
	2475	0,301	2,501	0,451

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,048	2,399	0,291
	50	0,060	2,493	0,326
SLO	60	0,065	2,519	0,332
	72	0,070	2,545	0,338
SLD	101	0,081	2,572	0,356
	140	0,094	2,592	0,368
	201	0,109	2,540	0,419
	475	0,157	2,555	0,437
SLV	949	0,207	2,558	0,447
	975	0,210	2,559	0,447
SLC	1950	0,276	2,528	0,452
	2475	0,303	2,517	0,453

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	60	0,063	2,536	0,336
SLD	101	0,078	2,608	0,363
SLV	949	0,188	2,590	0,489
SLC	1950	0,245	2,595	0,469

12. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Categoria sottosuolo: C

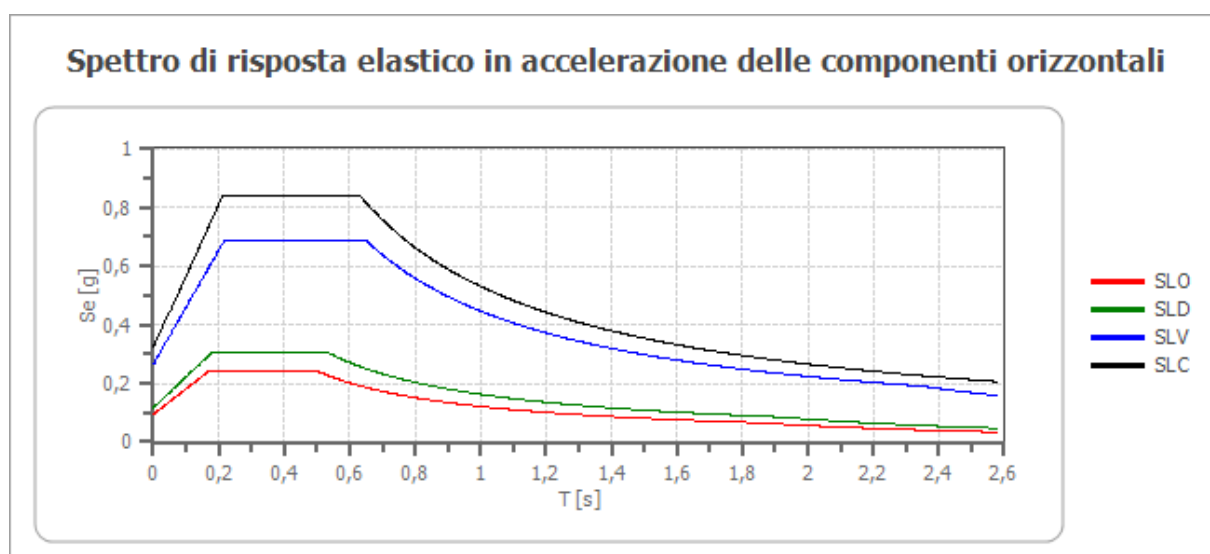
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,023	0,064	0,090
kv	0,009	0,012	0,032	0,045
amax [m/s ²]	0,928	1,145	2,600	3,165
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,063	2,536	0,336	1,500	1,500	1,000	1,500	1,000	0,168	0,504	1,852	0,095	0,240
SLD	2,0	0,078	2,608	0,363	1,500	1,470	1,000	1,500	1,000	0,178	0,534	1,911	0,117	0,304
SLV	2,0	0,188	2,590	0,489	1,410	1,330	1,000	1,410	1,000	0,217	0,650	2,352	0,265	0,687
SLC	2,0	0,245	2,595	0,469	1,320	1,350	1,000	1,320	1,000	0,211	0,634	2,578	0,323	0,837

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

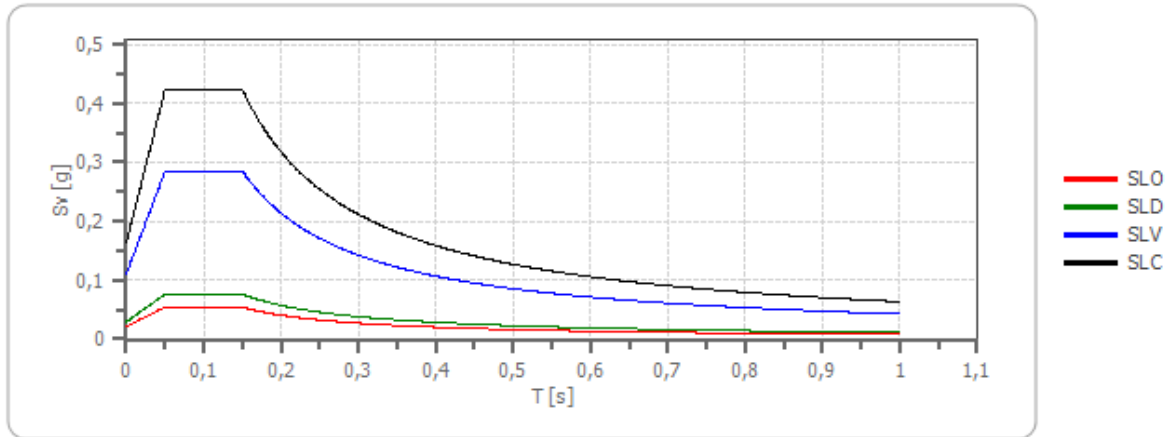
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



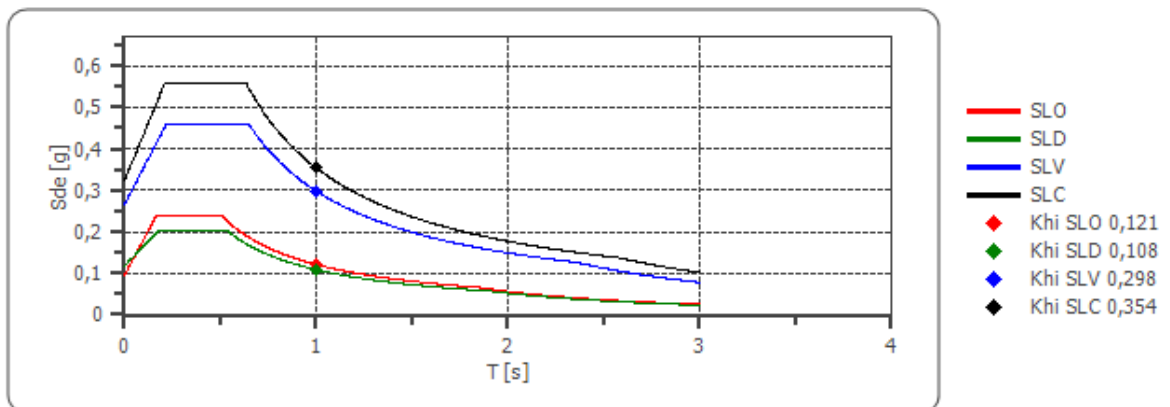
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,063	2,536	0,336	1	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,054
SLD	2,0	0,078	2,608	0,363	1	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,029	0,076
SLV	2,0	0,188	2,590	0,489	1	1,330	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,110	0,285
SLC	2,0	0,245	2,595	0,469	1	1,350	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,163	0,424

Spettro di progetto

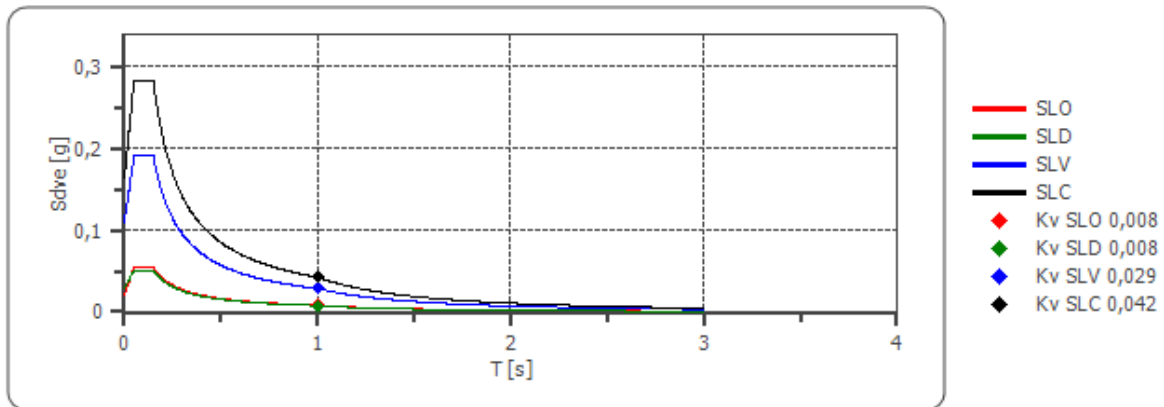
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,121	0,108	0,298	0,354
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,008	0,008	0,029	0,042

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,063	2,536	0,336	1,500	1,500	1,000	1,500	1,000	0,168	0,504	1,852	0,095	0,240
SLO verticale	2,0	0,063	2,536	0,336	1,500	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,054
SLD orizzontale	2,0	0,078	2,608	0,363	1,500	1,470	1,000	1,500	1,500	0,178	0,534	1,911	0,117	0,203
SLD verticale	2,0	0,078	2,608	0,363	1,500	1,470	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,029	0,051
SLV orizzontale	2,0	0,188	2,590	0,489	1,410	1,330	1,000	1,410	1,500	0,217	0,650	2,352	0,265	0,458
SLV verticale	2,0	0,188	2,590	0,489	1,410	1,330	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,110	0,190
SLC orizzontale	2,0	0,245	2,595	0,469	1,320	1,350	1,000	1,320	1,500	0,211	0,634	2,578	0,323	0,558
SLC verticale	2,0	0,245	2,595	0,469	1,320	1,350	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,163	0,282

13. CONCLUSIONI

Nella presente Relazione Geotecnica, 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 per poi analizzare in dettaglio le indagini geotecniche di riferimento dell'area di progetto. 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 sedimentati 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.

Per quanto riguarda le indagini geotecniche sono state prese come riferimento le indagini effettuate per la progettazione di un impianto fotovoltaico posto a 700 metri circa di distanza dall'impianto di progetto del presente studio. Sono quindi state analizzate due prove penetrometriche dinamiche e un'indagine sismica di tipo MASW. I risultati sono consultabili nei paragrafi dedicati.

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). Attraverso l'indagine MASW sono stati calcolati i valori di V_{s30} i quali risultano 346.29 m/s. Pertanto, i terreni presenti nell'area di studio sono considerati in classe C.

In funzione dei risultati ottenuti dallo studio geologico e della tipologia strutturale prevista – si rimanda agli elaborati di progetto -, si è proceduto alla definizione preliminare del modello geotecnico del sottosuolo. Modello che necessita di una preventiva verifica in fase esecutiva mediante indagini geognostiche e geotecniche puntuali.

Per quanto sopra esposto, sulla base dei dati disponibili, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, l'intervento si ritiene compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto con una campagna geognostica in sito e/o laboratorio, così come già prescritto.

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

