



COMUNE DI SPINAZZOLA

PROVINCIA DI BARLETTA-ANDRIA-TRANI

Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 100 MW da immettere in rete, con potenza di picco lato DC di 120,8 MW, da ubicarsi nel Comune di Spinazzola in Località "San Vincenzo - Lo Murro" delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologica

| | | | | | |
|---------------|--|---------------------|--------------|-----------|-------|
| COD. ID. | | | | | |
| Livello prog. | | Tipo documentazione | N. elaborato | Data | Scala |
| PD | | Definitiva | 4.2.2 | 02 / 2024 | - |

| | |
|-----------|--|
| Nome file | |
|-----------|--|

REVISIONI

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|---------------|-----------------|----------|------------|-----------|
| 00 | FEBBRAIO 2024 | PRIMA EMISSIONE | PORSIA | MAGNOTTA | MAGNOTTA |
| | | | | | |
| | | | | | |

COMMITTENTE:



Powering a Sustainable Future

FRV ITALIA S.R.L.

Via Rubicone, 11
00198 Roma (RM) Italia
fotowatio@hyperpech.it

PROGETTAZIONE:



MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.

Direttore tecnico: Ing. Massimo Magnotta
via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI
pec: gpsd@pec.it
P.IVA: 06948690729

CONSULENTI:

Dott. Geol. Rocco Porsia

Via Tacito, 31, 75100 Matera (MT) Italia
Tel./fax. 0835 258004 - 347 7151670
e-mail: r.porsia@laboratorioterre.it

Dott. Matteo Sorrenti

Via G. Bovio, 110, 76014 Spinazzola (BT), Italia
Tel. 328 0322256
e-mail: matteo.sorrenti@epap.conafpec.it - sorrenti.matteo@gmail.com

Dott. Antonio Mesisca

Via A. Moro, B/5, 82021 Apice (BN), Italia
Tel. 327 1616306
e-mail: mesisca.antonio@virgilio.it

Ing. Sabrina Scaramuzzi

Viale Luigi De Laurentis, 6 int.20, 70124 Bari (BA) Italia
Tel./fax. 080 2082652 - 328 5589821
e-mail: progettoacustica@gmail.com - sabrina.scaramuzzi@ingpec.eu

SOMMARIO

| | |
|---|--------|
| 1. PREMESSA | pag. 2 |
| 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-TETTONICO DELL'AREA | “ 7 |
| 2.1 – Argille subappennine | “ 10 |
| 2.1.1 – Argille gialle (Argille subappennine alterate) | “ 11 |
| 2.2. – Sabbie di Monte Marano | “ 11 |
| 2.3 – Conglomerato di Irsina | “ 12 |
| 2.4 – Conglomerati, sabbie ed argille di origine lacustre e fluvio-lacustre | “ 13 |
| 2.5 – Alluvioni terrazzate recenti | “ 14 |
| 2.6. – Detriti di versante | “ 14 |
| 3. LINEAMENTI MORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI | “ 16 |
| 4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE | “ 23 |
| 4.1 – Condizioni topografiche | “ 32 |
| 4.2 – Pericolosità sismica di base del sito e definizione delle azioni sismiche di progetto | “ 32 |
| 5. CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DELL'AREA IN STUDIO E STRUTTURE DI FONDAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO | “ 60 |
| 5.1 – Caratteristiche idrogeologiche | “ 61 |
| 5.2 – Caratteristiche geotecniche dei terreni e strutture di fondazione delle opere in progetto | “ 62 |
| 6. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA E CONCLUSIONI | “ 66 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | “ 72 |
| ALLEGATI: | |
| Allegato 1: Corografia – Scala 1:25.000 | |
| Allegato 2: Carta del Rischio – Scala 1:25.000 | |
| Allegato 3: Carta Geologico-Morfologica – Scala 1:5.000 | |

1. PREMESSA

Nell'ambito del <<**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 100 MW da immettere in rete, con potenza di picco lato DC di 120,8 MW, da ubicarsi nel Comune di Spinazzola in Località "San Vincenzo - Lo Murro" delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili**>> la Società FRV s.r.l. con sede in via Rubicone n. 11 – Roma (RM) in qualità di proponente ha dato incarico allo scrivente di effettuare uno studio geologico-geotecnico, idrogeologico, in quanto oltre il 50% delle superfici su cui si svilupperà il parco fotovoltaico è sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del **R.D. 30/12/1923**, e sismico di alcune aree individuate nella cartografia allegata alla presente relazione, ricadenti per la quasi totalità in agro del Comune di Spinazzola, a sud del centro abitato.

In particolare le aree dove saranno installati i pannelli fotovoltaici sono ubicate tutte nel territorio comunale di Spinazzola, il corridoio lungo cui si snoderà il cavidotto di connessione tra il parco fotovoltaico e la sottostazione elettrica attraverserà i territori comunali di Spinazzola, Banzi e Genzano di Lucania, mentre l'area su cui sorgerà la sottostazione è ubicata nel territorio comunale di Genzano di Lucania.

Lo studio in oggetto, volto a definire il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrologici, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, con lo scopo precipuo di valutare il conseguente livello di pericolosità geologica ed il comportamento prima e dopo la realizzazione delle opere, così come richiesto dalla normativa tecnica vigente ed in particolare della **LEGGE 02 febbraio 1974 n. 64** e successive modifiche ed integrazioni, del **D.M. LL.PP. 11 marzo 1988** e delle loro relative norme di attuazione, del **D.Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008**, del **D.Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018** e **Circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019**, tenendo in debito conto le prescrizioni *dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Italia Meridionale* istituita con **D. Lgs. 152/2006**, **Legge 221/2015**, **D.M. 294/2016** e **DPCM 4 aprile 2018** - *Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico Regione Basilicata e Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico Regione Puglia*, considerato che l’intervento in progetto cade a cavallo tra le due regioni sopra menzionate.

Come si può evincere dalla cartografia dei vincoli allegata al progetto una percentuale superiore al 50% delle superfici su cui si svilupperà il parco fotovoltaico è sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del **R.D. 30/12/1923**, per cui tutti gli interventi previsti in tali aree dovranno tenere conto di questo vincolo.

La consultazione delle norme di attuazione del **PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO** e della cartografia

ad esso allegato ha confermato che la zona in cui ricadono le aree in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici (vedi Carta del Rischio allegata), il corridoio lungo cui si snoderà il cavidotto e l'area in cui sarà realizzata la sottostazione utente non sono soggette a rischio idraulico ed idrogeologico, per cui tali aree non sono soggette a prescrizioni particolari o restrizioni ai sensi dello stesso **Piano**.

I lavori previsti, che certamente determineranno la variazione dell'assetto idrografico-idrogeologico attuale dei versanti in oggetto, dovranno essere condotti con le necessarie accortezze (corretto rimodellamento dei versanti, regimazione delle acque meteoriche, eventuale realizzazione di opere di presidio o interventi finalizzati al miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei terreni, ecc.) al fine di continuare a garantire, anche dopo i lavori in progetto e di tutte le opere a servizio del parco agrivoltaico da realizzare, la stabilità dell'intera area.

La gestione controllata delle acque meteoriche, che attualmente scorrono liberamente sui versanti in oggetto, dovrà garantire, sia durante che dopo gli interventi in progetto, il contenimento dei processi erosivi areali o concentrati che siano e, plausibilmente, determinerà anche un incremento della stabilità dei siti, già di per sé stabili, che saranno interessati dai lavori.

In seguito alla pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 ed alla Deliberazione della Giunta Regionale di Puglia n. 153 del 2 marzo 2004 ed alla Deliberazione della Giunta Regionale di Basilicata n. 2000 del 4 novembre 2003, che hanno

aggiornato la classificazione sismica dei territori regionali, si è resa necessaria la caratterizzazione sismica delle aree in esame al fine di verificare le caratteristiche di tali aree alla luce della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (**D.Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018 e Circolare esplicativa n. 7 del 21 gennaio 2019**).

Le informazioni sui caratteri litologico-stratigrafici del sottosuolo e le principali caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche delle aree interessate dal progetto sono state estrapolate dalla vasta bibliografia relativa ai terreni affioranti nell'area, mentre i caratteri morfologici sono stati raccolti nel corso di alcune ricognizioni di superficie effettuate nella zona interessata e nelle zone limitrofe e confrontando i dati acquisiti con quelli desunti dalla bibliografia e dalla cartografia ufficiale esistente.

Le indagini sismiche con metodologia M.A.S.W. e quelle con il metodo della sismica a rifrazione in onda P eseguite precedentemente nell'area in cui sarà realizzato il parco agrivoltaico e nell'area della sottostazione utente al fine di verificare le caratteristiche sismiche del sedime dove saranno realizzati i suddetti lavori hanno consentito, altresì, di ricostruire, seppure in maniera indiretta, gli spessori e le caratteristiche litostratigrafiche dei terreni presenti nel sottosuolo di tali aree.

Le indagini sismiche effettuate e lo studio geologico generale dell'area in cui saranno realizzati i lavori in oggetto sono state utilizzate per effettuare la ricostruzione del modello geotecnico del volume di terreno influenzato,

direttamente o indirettamente, dalla costruzione delle opere in progetto e che a loro volta influenzeranno il comportamento delle opere stesse.

La definizione dei parametri geotecnici dei terreni affioranti nelle aree in esame, sulla base dei quali potrà essere effettuato un dimensionamento delle opere da realizzare, sono stati desunti dalla vasta bibliografia ufficiale esistente, mentre i moduli elastici dinamici sono stati calcolati dalle indagini sismiche realizzate.

Di seguito, dopo la descrizione del contesto geologico-morfologico generale dell'area interessata dalla realizzazione dei lavori in oggetto, si riportano i dati acquisiti nel corso dello studio effettuato ed il parere sulla fattibilità delle opere in progetto.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - TETTONICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Spinazzola (BAT) all'interno del quale saranno realizzate le opere in oggetto ricade per intero nel Foglio n. 188 GRAVINA IN PUGLIA della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000, di cui in allegato si riporta uno stralcio in scala 1: 5.000.

La porzione di territorio che sarà interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, posta ad una distanza variabile tra 1.50 e 6.00 km circa a sud del centro abitato di Spinazzola, si estende su un'area molto ampia caratterizzata da rilievi collinari molto dolci, pianeggianti nelle porzioni sommitali e digradanti con pendenze più accentuate nelle zone sommitali, dove affiorano depositi conglomeratico-sabbiosi, che tendono a diminuire man mano che si scende verso le quote più basse dove in affioramento si rinvengono depositi limoso-argillosi.

L'area oggetto degli interventi si sviluppa grossomodo in direzione nord-sud ed è costituita prevalentemente dai depositi Plio-Pleistocenici del ciclo regressivo della Fossa Bradanica, ghiaioso-sabbiosi nella parte alta e argillosi nella parte bassa, e subordinatamente dai depositi alluvionali

continentali di origine lacustre e fluvio-lacustre affioranti nella valle del Basentello.

I terreni affioranti nell'area in esame e nelle zone immediatamente circostanti sono rappresentati da termini depositatisi in ambiente sia marino che continentale.

I termini di origine marina sono rappresentati da argille più o meno siltoso-sabbiose di colore grigio-azzurro, da sabbie calcareo-quarzose di colore giallastro e da depositi conglomeratico-sabbiosi sommitali di natura poligenica e polidimensionale, che costituiscono quasi per intero i terreni affioranti nelle aree di sedime del parco fotovoltaico da realizzare, mentre quelli di origine continentale sono rappresentati da depositi alluvionali terrazzati e sedimenti di origine lacustre e fluvio-lacustre che rappresentano i depositi su cui saranno ubicati i pannelli della porzione più meridionale del parco fotovoltaico, circa 2/3 del cavidotto di connessione tra parco e sottostazione elettrica e la sottostazione elettrica stessa.

I rapporti stratigrafici tra i suddetti terreni sono di natura sedimentaria e vedono i conglomerati poggiare sulle sabbie di origine marina e queste sovrapposte in concordanza stratigrafica alle argille, mentre i depositi continentali poggiano generalmente sulle argille.

L'area in esame ricade, in un più ampio contesto geologico, sul margine orientale della struttura geologico-sedimentaria denominata "Fossa Bradanica", la quale è limitata a sua volta da due strutture geologico-sedimentarie di

primaria importanza quali i rilievi fliscioidi dell'Appennino lucano a SO e la "Piattaforma Apula" a NE.

La "Fossa Bradanica" si allunga in direzione NO-SE ed è caratterizzata da sedimenti marini sciolti o poco cementati, a granulometria variabile in dipendenza della profondità del bacino di deposizione e degli apporti.

I depositi terrigeni affioranti, compresi quelli che si possono osservare nella zona in studio, fanno parte del ciclo regressivo della Fossa Bradanica e si presentano frequentemente rielaborati in ambiente continentale.

La Piattaforma Apula, invece, è costituita essenzialmente da calcari cretacei in strati e banchi più o meno fratturati, che si immergono sotto i depositi della Fossa Bradanica con una serie di faglie dirette orientate in direzione NO-SE.

Tra i due complessi sedimentari principali è riconoscibile una fascia di passaggio i cui terreni affioranti risentono di entrambe le strutture e che comunemente viene indicata come fascia eteropica, dove per fascia eteropica si intende una zona in cui i materiali vengono sostituiti da altri di diversa provenienza e di natura e caratteristiche diverse.

L'intera zona non ha subito grossi eventi tettonici che hanno modificato la vecchia giacitura o le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

L'unico evento tettonico che ha interessato le unità affioranti è stato il sollevamento regionale che ha prodotto alcune faglie dirette, di cui alcune sono peraltro presunte in quanto sepolte dai sedimenti plio-pleistocenici.

Di seguito si descrivono con maggiore dettaglio le unità geologiche affioranti nelle aree su cui saranno realizzate le opere in progetto.

2.1. Argille subappennine

Solo un ridotto settore del parco fotovoltaico in progetto, ubicato all'incirca nella zona sud e sud-orientale dello stesso (vedi carta geologica allegata) è interessato da affioramenti di argille limose, quasi sempre mascherate dalla coltre agraria.

Presso il margine murgiano le Argille calabriane autoctone poggiano sulle calcareniti, mentre nella parte assiale della Fossa Bradanica le stesse Argille risultano poggiate in profondità su depositi sabbioso-argillosi del Pliocene medio-superiore o direttamente sui calcari cretacei del basamento.

Le Argille subappennine calabriane, di colore grigio-azzurro, sono di solito piuttosto marnose, pur con variabili componenti siltoso-sabbiose.

La frazione sabbiosa aumenta nella parte più recente della formazione, dove può dar luogo a frequenti alternanze sabbioso-argillose o addirittura a cospicui letti di sabbie.

In genere, le Argille non presentano una netta stratificazione, la quale è individuabile solo in presenza di sottili intercalazioni millimetriche o centimetriche di lamine sabbiose o cromaticamente distinte.

L'origine del deposito è di mare profondo ed interessa una fossa di sedimentazione in costante colmamento.

2.1.1. Argille gialle (Argille subappennine alterate)

Per ragioni solo stratigrafiche, e non già geologiche, sono state distinte le argille gialle dalle argille grigio-azzurre da cui traggono origine.

Le argille gialle sormontano quelle grigio-azzurre con spessori estremamente variabili da punto a punto.

La variabilità è insita nel meccanismo stesso di formazione, cioè l'alterazione chimica dei minerali ferrosi contenuti nell'argilla grigio-azzurra.

L'alterazione è generata dalle acque di circolazione che, nelle argille praticamente impermeabili, seguono percorsi quasi esclusivamente fessurativi.

Nei punti dove è maggiore la percentuale limoso-sabbiosa o dove le fessure da ritiro hanno maggiore densità per unità di volume, la quantità di acqua a circolazione ipogea è maggiore, con il risultato di avere uno spessore importante di argille gialle.

La variabilità di questi fattori, nell'ambito della stessa zona, sommata ai fattori che operano in superficie, riassumibili nel tempo di corruzione delle acque, hanno riflessi diretti sull'esistenza e sugli spessori delle argille gialle di alterazione.

2.2. Sabbie di Monte Marano

Le Sabbie di Monte Marano affiorano nel tratto superiore dei versanti dei più elevati rilievi tabulari che caratterizzano la Fossa Bradanica poggiando in concordanza sulle Argille subappennine.

Si tratta di depositi sabbiosi a grana media e fine, di colore variabile da un grigio-giallastro ad un giallo-ocraceo.

Solo in alcuni casi la stratificazione è posta in evidenza da sottili letti cementati con spessori dell'ordine del centimetro.

Presso il margine murgiano, gli stessi depositi passano lateralmente alle Calcareniti di Monte Castiglione.

Nella parte alta della formazione, nel passaggio al “Conglomerato di Irsina”, si notano frequenti livelli ghiaiosi.

Le Sabbie di Monte Marano, che affiorano sui fianchi e sulle porzioni più elevate dei rilievi della zona in studio, riferibili al Calabriano in base ai rapporti stratigrafici con le Argille subappennine, sono state deposte durante la fase regressiva del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica essenzialmente connessa con fenomeni di sollevamento regionale.

Buona parte del parco fotovoltaico si sviluppa sui depositi sabbioso-limosi sopra descritti.

2.3. Conglomerato di Irsina

Questo conglomerato rappresenta la chiusura del ciclo sedimentario pliocenico-calabriano, con definitivo interrimento del mare.

Termina in alto con una superficie piana, tuttora evidente nella morfologia anche della zona in studio.

E' costituito da ciottoli di medie dimensioni, arrotondati o poco appiattiti, con frequenti lenti sabbiose e più rare lenti argillose.

La stratificazione è irregolare e fortemente inclinata, con predominanza delle immersioni verso SE e SSE.

Il colore è in prevalenza ocraceo; i ciottoli hanno composizione assai varia, e vi sono stati riconosciuti calcari marnosi, calcari selciferi, arenarie, diaspri, graniti e gneiss.

Lo spessore è assai variabile: 30-40 m a Irsina, molto minore in prossimità di Gravina, dove talora si riduce a meno di 1 m.

Nella zona in studio lo spessore si aggira intorno ai 10-15 m circa.

L'età è attribuibile al Calabriano superiore.

2.4 Conglomerati, sabbie ed argille di origine lacustre e fluvio-lacustre

I sedimenti di origine fluvio-lacustre sono in genere prevalentemente sabbioso-argillosi con numerose lenti conglomeratiche intercalate, in quanto si sono formati a spese delle formazioni pliocenico-calabriane che occupano la quasi totalità delle superfici dei bacini imbriferi di questi antichi laghi.

Questa formazione non fa più parte del ciclo sedimentario pliocenico-calabriano, ma giace in discordanza sulle Argille subappennine, nelle quali doveva essersi inciso un solco vallivo.

I ciottoli dei conglomerati comprendono gli stessi elementi del Conglomerato di Irsina, dal quale sono in parte ereditati, vi compaiono però, anche elementi e granuli sabbiosi di chiara origine vulcanica provenienti dal Vulture.

Questi elementi di provenienza vulcanica sono più abbondanti nella parte nord-occidentale della formazione, verso il Monte Serico e divengono rari verso sud, alla latitudine di Irsina.

A differenza del Conglomerato di Irsina la matrice è grigia, la stratificazione orizzontale, lentiforme e poco distinta; i ciottoli sono frequentemente appiattiti e a disposizione imbricata, indicando una provenienza da nord-ovest.

Nei conglomerati sono frequenti le lenti sabbiose e lo spessore raggiunge al massimo 10 metri.

L'età può essere riferita al Pleistocene medio.

2.5. Alluvioni terrazzate recenti

Le alluvioni terrazzate recenti si rilevano lungo il corso del Fiume Bradano e dei suoi affluenti, in questo caso del Torrente Basentello.

Di solito sono alte sull'alveo attuale dai due ai quattro metri.

Sono costituite da ciottolame misto a sabbia ed argilla, provenienti dall'erosione delle formazioni esistenti nel bacino imbrifero, in special modo dai sedimenti plio-pleistocenici.

2.6. Detriti di versante

Vaste coltri detritiche si possono osservare lungo le chine dei rilievi collinari conglomeratico-sabbiosi o dei depositi fluvio-lacustri.

Nella zona in esame tali depositi sono osservabili lungo la valle del Basentello in sinistra idraulica, immediatamente a sud della zona in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici.

Il cavidotto di connessione intercetterà tali depositi proprio all'attraversamento del Torrente Basentello.

3. LINEAMENTI MORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Le caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame, in particolare le forme del rilievo, sono condizionate in maniera determinante dalla natura clastica delle rocce che lo costituiscono.

L'acclività dei versanti è più o meno accentuata a seconda che essi siano costituiti da conglomerati, sabbie o argille, in relazione anche al grado di cementazione ed al loro assetto stratigrafico.

Considerata la facilità con cui questi materiali sono soggetti all'azione degli agenti atmosferici, risulta abbastanza chiaro che la maggior parte delle forme del rilievo della Fossa Bradanica sia in continua evoluzione.

L'erosione areale, che fornisce un notevole contributo alla modellazione dei versanti in esame, è legata al ruscellamento superficiale e dipende anche dal tipo di evento piovoso, per cui è massima in occasione di eventi piovosi brevi, ma intensi (temporali estivi, grandinate, ecc.) mentre è più ridotta negli altri casi (piogge meno violente e neve) e si arresta poco dopo il cessare della pioggia, soprattutto laddove la natura porosa dei terreni consente alle acque meteoriche di infiltrarsi rapidamente nel sottosuolo riducendone notevolmente le capacità erosive.

I sopralluoghi effettuati e le osservazioni compiute sui versanti che contornano la vasta area in studio e sui tagli artificiali presenti nella zona, hanno consentito di individuare segnali ed evidenze morfologiche che testimoniano la presenza, sui suddetti versanti, di fenomeni di erosione differenziale, mentre il dilavamento dovuto alle acque di precipitazione meteorica e l'erosione lineare rimontante sono state, in alcuni casi, fortemente ridotte grazie alle opere di sistemazione e rimboschimento dei versanti, di incanalamento e di regimazione delle acque meteoriche.

Le frane ed i dissesti possono essere considerati, anche in virtù di particolari situazioni locali, uno degli elementi fondamentali della morfologia dell'area "bradanica", anche se nella "ristretta" area in esame questi fenomeni sono del tutto assenti, come si può evincere dall'allegata "Carta del Rischio" dell'ADB.

Il contrasto tra le zone in dissesto e quelle più "stabili" è messo in evidenza dalla presenza o meno di vegetazione, che manca, appunto, nelle aree in dissesto.

L'instabilità dei versanti è particolarmente accentuata nelle aree di affioramento delle formazioni più argillose e argillo-sabbiose, che sono molto più estese e sviluppate verso sud-est nella zona centrale del medio bacino del fiume Bradano.

Essa si manifesta più di frequente con forme erosive superficiali quali ad esempio scoscendimenti, lame e calanchi.

Sono rilevabili anche frane di proporzioni geografiche dovute a cedimento e scivolamento di interi pendii, che sono attualmente in gran parte oramai stabilizzate, ma sono comunque molto distanti dalla zona in esame.

Nelle sabbie e nei conglomerati, più o meno coerenti, le forme di dissesto più diffuso sono imputabili a frane di crollo, che tendono a modellare i versanti in ripidi e netti pendii più o meno subverticali, con accumulo di grosse falde di detrito al loro piede.

Anche se nella zona in esame gli affioramenti di conglomerati e sabbie sono molto estesi, tali fenomeni sono quasi del tutto assenti grazie alle basse pendenze dei versanti collinari interessati dalle opere in progetto.

Tra le zone collinari si interpongono le vallecole e le valli terrazzate dei corsi d'acqua, fra le quali risaltano quelle larghe ed estese del Fiume Bradano e del torrente Basentello, che si sviluppano a sud dell'area interessata dal progetto di installazione del parco fotovoltaico.

Dal punto di vista idrografico-idrogeologico l'area in studio appartiene quasi per intero al medio bacino del Fiume Bradano e solo la parte più settentrionale e più prossima al centro abitato di Spinazzola appartiene al bacino del fiume Ofanto.

La rete idrografica dell'area attorno al sito in studio è abbastanza sviluppata e ramificata, ma povera di deflussi perenni, essendo il regime dei torrenti legato esclusivamente all'apporto delle acque meteoriche.

In tale area, infatti, l'acqua è scarsa non tanto per l'insufficienza di precipitazioni meteoriche, quanto per la scarsità o la mancanza di sorgenti e di

un reticolo idrografico sempre attivo, in relazione soprattutto alle caratteristiche idrogeologiche delle rocce affioranti.

Sotto questo aspetto le rocce affioranti possono essere distinte in:

1) Rocce permeabili per porosità

Si possono ritenere tali, in via di larga massima, il detrito di versante, i depositi terrazzati sabbiosi e ciottolosi sia antichi che recenti, il Conglomerato di Irsina, le Sabbie di Monte Marano; in realtà gran parte di queste rocce sono appena permeabili per porosità.

Ciò è dovuto alla presenza, ad esempio nelle sabbie, di un diffuso contenuto argilloso, talvolta anche in notevoli concentrazioni.

Anche i conglomerati, se pure in minor misura, talora si presentano a tessuto e matrice argilloso-sabbiosa che abbassa di molto il loro grado di permeabilità.

2) Rocce aventi permeabilità variabile da strato a strato

Si possono ascrivere a questa categoria i depositi terrazzati fluvio-lacustri, parte delle alluvioni recenti d'alveo del Fiume Bradano e dei suoi affluenti.

Talvolta alcuni dei terreni indicati come “permeabili per porosità” presentano analogo comportamento idrogeologico, specialmente se considerati su piccola superficie e per spessori limitati.

3) Rocce prevalentemente impermeabili

A questa categoria possono essere ascritte la Argille subappennine.

Il deflusso superficiale si esplica sia in maniera concentrata e lineare, in corrispondenza di fossi e canali che convogliano le acque verso assi torrentizi e fluviali via via più importanti, che in maniera più diffusa (ruscellamento superficiale), provocando fenomeni erosivi di tipo differente.

Lungo i fossi ed i canali si verifica erosione lineare rimontante, che tende ad approfondire i fossi e ad esercitare un'azione di richiamo verso il basso delle coltri poste a quote più elevate.

Nell'area in esame il reticolo idrografico è rappresentato da canali e piccoli corsi a regime torrentizio, che in genere mostrano, per lunghi periodi dell'anno, letti privi di acque.

L'azione delle acque meteoriche, nelle immediate vicinanze delle aree su cui sono previsti gli interventi, non è molto accentuato e si esplica generalmente in maniera areale, mentre diviene più accentuato e si sviluppa principalmente in maniera lineare in prossimità dei valloni e dei canali che bordano l'area in esame.

Per evitare, pertanto, interazioni significative tra le opere in progetto e l'attuale assetto idrogeologico e per evitare che si inneschino processi erosivi e/o franosi di neoformazione si dovrà provvedere a regimare in maniera scrupolosa ed attenta le acque meteoriche tutt'attorno alle aree su cui saranno installati i pannelli fotovoltaici.

Generalmente un'attenta e corretta regimazione delle acque di scorrimento superficiali riveste un ruolo rilevante nell'attenuazione dei

processi erosivi e, quindi, nella stabilizzazione delle aree di versante, che si possono considerare tutte potenzialmente soggette a scivolamento.

La realizzazione di opere di collettamento e regimazione delle acque pluviali consente di stabilizzare le aree limitrofe ai fossi ed ai canali naturali e di eliminare il pericolo di innesco di processi erosivi e di richiamo delle pendici sovrastanti verso il basso.

In definitiva si può dire che la conformazione topografico-morfologica dei siti su cui saranno realizzati il parco agrivoltaico e la sottostazione e le caratteristiche litostratigrafiche delle formazioni affioranti fanno in modo che siano del tutto assenti fenomeni franosi e di dissesto più generalizzato.

Le osservazioni effettuate direttamente in campagna e, soprattutto, lo studio della cartografia geomorfologica e della cartografia dell'ADB confermano quanto appena detto.

Come già ricordato precedentemente l'intera area su cui si svilupperà il parco fotovoltaico, il corridoio lungo il quale si snoderà il cavidotto di connessione tra il parco e la sottostazione elettrica e quella in cui sarà realizzata la sottostazione, ricadono al di fuori di aree a Rischio e sono tutti a distanza di sicurezza da zone visibilmente in frana e da aree palesemente caratterizzate da dissesto diffuso.

Pur non presentando aspetti morfologici particolarmente compromessi, per continuare a mantenere un certo equilibrio morfologico delle aree interessate dai lavori di costruzione del parco agrivoltaico e, in un certo senso, per aumentarne anche la stabilità morfologica, gli interventi in progetto

dovranno prevedere la realizzazione di opere di raccolta ed allontanamento controllato delle acque di pioggia nella zona di installazione dei pannelli fotovoltaici con lo scopo di non incrementare la corrivazione di tali acque sulle porzioni di versante interessate dal progetto e per evitare fenomeni di erosione areale dovuta al dilavamento di acque non incanalate.

4. CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

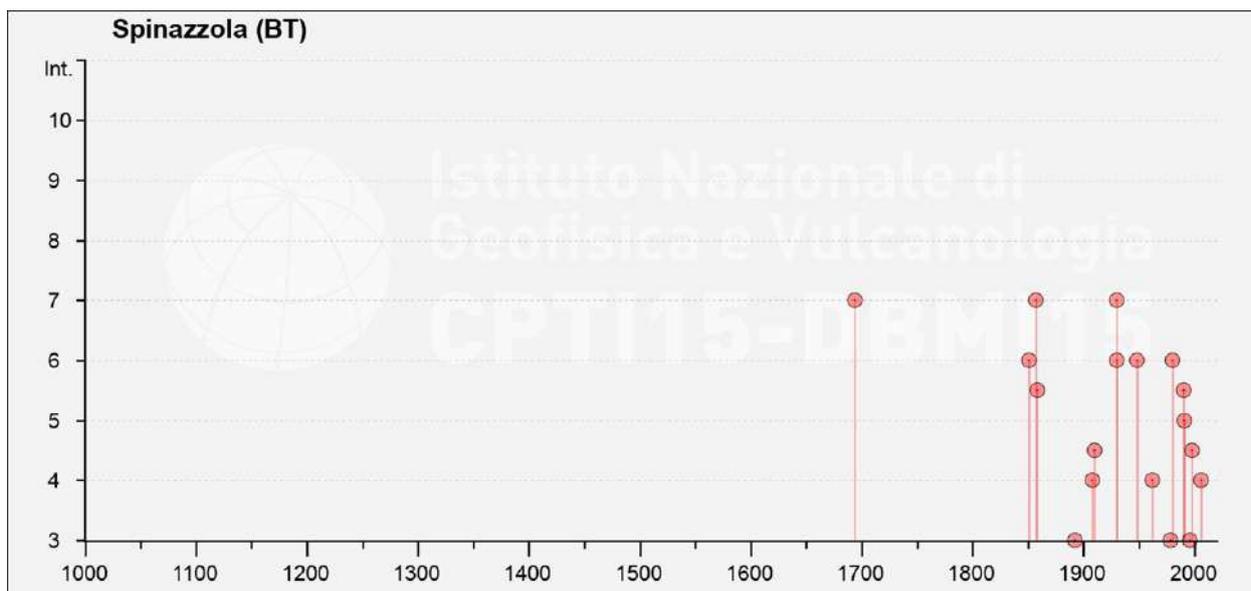
In ottemperanza della normativa tecnica vigente, in particolare della nuova normativa sismica NTC 2018 e relativi regolamenti di attuazione, è stato necessario effettuare uno studio sulla pericolosità sismica di base del sito su cui sorgeranno il parco agrivoltaico e la sottostazione per consentire la definizione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati.

Tutti i dati di intensità macrosismica relativi ai terremoti italiani che rientrano nell'arco temporale compreso tra l'anno 1000 e l'anno 2020 riportati negli archivi sismici DBMI15 v4.0 messi a punto dall'INGV consentono di elaborare la storia sismica dei comuni di Spinazzola e Genzano di Lucania, nei cui territori comunali sorgeranno rispettivamente il parco fotovoltaico e la sottostazione elettrica fornendo dati relativi ai terremoti significativi che hanno interessato i siti in esame, data ed ora dell'evento, magnitudo, intensità nella zona dell'epicentro, intensità nel sito in esame, ecc., con lo scopo di consentire una stima quanto più accurata possibile della pericolosità sismica dei siti in studio.

Nelle tabelle e nei grafici sotto riportati sono elencati gli eventi più significativi relativi ai comuni di Spinazzola e Genzano di Lucania, nel cui agro ricadono i siti in esame.

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|------------------------|------|-------|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDF | Io | Mw |
| 7 | 1694 | 09 | 08 | 11 | 40 | | Irpinia-Basilicata | 251 | 10 | 6.73 |
| 6 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 | 6.52 |
| 7 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 | 7.12 |
| 5-6 | 1858 | 05 | 24 | 09 | 20 | | Tavoliere delle Puglie | 13 | 4-5 | 4.35 |
| 3 | 1892 | 06 | 06 | | | | Isole Tremiti | 68 | 6 | 4.88 |
| 2 | 1893 | 08 | 10 | 20 | 52 | | Gargano | 69 | 8 | 5.39 |
| NF | 1905 | 09 | 08 | 01 | 43 | | Calabria centrale | 895 | 10-11 | 6.95 |
| 4 | 1908 | 12 | 28 | 04 | 20 | 2 | Stretto di Messina | 772 | 11 | 7.10 |
| 4-5 | 1910 | 06 | 07 | 02 | 04 | | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 | 5.76 |
| 2 | 1915 | 01 | 13 | 06 | 52 | 4 | Marsica | 1041 | 11 | 7.08 |
| 7 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 | 6.67 |
| 6 | 1930 | 11 | 06 | 21 | 56 | | Alta Murgia | 16 | 5 | 4.41 |
| 6 | 1948 | 08 | 18 | 21 | 12 | 2 | Gargano | 58 | 7-8 | 5.55 |
| 4 | 1962 | 08 | 21 | 18 | 19 | | Irpinia | 562 | 9 | 6.15 |
| 3 | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 6 | 1980 | 11 | 23 | 18 | 34 | 5 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| NF | 1984 | 05 | 11 | 10 | 41 | 4 | Monti della Meta | 342 | 7 | 5.47 |
| NF | 1990 | 02 | 18 | 20 | 10 | 4 | Adriatico centrale | 46 | | 4.24 |
| 5-6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| NF | 1990 | 08 | 28 | 19 | 02 | 5 | Potentino | 84 | | 4.21 |
| 5 | 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 | 1998 | 04 | 07 | 21 | 36 | 5 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 | 4.31 |
| NF | 1998 | 04 | 26 | 05 | 38 | 0 | Potentino | 67 | 4-5 | 3.76 |
| NF | 2002 | 04 | 18 | 20 | 56 | 4 | Appennino lucano | 164 | 5 | 4.34 |
| NF | 2004 | 09 | 03 | 00 | 04 | 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |
| 4 | 2006 | 05 | 29 | 02 | 20 | 0 | Gargano | 384 | | 4.64 |

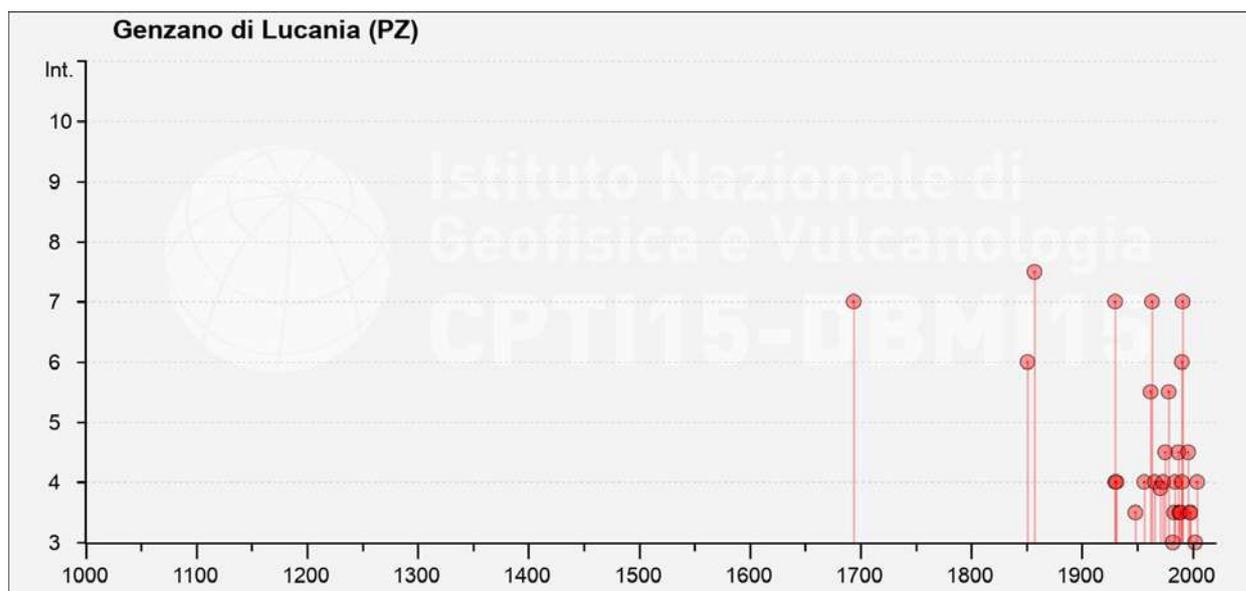
Sismicità storica della città di Spinazzola



Principali eventi sismici della città di Spinazzola

| Effetti | In occasione del terremoto del. | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------------|----|----|----|----|----|--------------------------|------|-----|------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 7 | 1694 | 09 | 08 | 11 | 40 | | Irpinia-Basilicata | 251 | 10 | 6.73 |
| 6 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 | 6.52 |
| 7-8 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 | 7.12 |
| NF | 1893 | 08 | 10 | 20 | 52 | | Gargano | 69 | 8 | 5.39 |
| 7 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 | 6.67 |
| 4 | 1930 | 11 | 06 | 21 | 56 | | Alta Murgia | 16 | 5 | 4.41 |
| 4 | 1931 | 05 | 10 | 10 | 48 | 5 | Irpinia | 43 | 5-6 | 4.64 |
| 3-4 | 1948 | 08 | 18 | 21 | 12 | 2 | Gargano | 58 | 7-8 | 5.55 |
| 4 | 1956 | 01 | 09 | 00 | 44 | | Materano | 45 | 6 | 4.72 |
| 2 | 1957 | 05 | 03 | 03 | 29 | 3 | Potentino | 36 | 5 | 4.09 |
| NF | 1957 | 10 | 19 | 06 | 14 | | Potentino | 16 | 4 | 3.70 |
| 5-6 | 1962 | 08 | 21 | 18 | 19 | | Irpinia | 562 | 9 | 6.15 |
| 7 | 1963 | 02 | 13 | 12 | 45 | | Potentino | 31 | 7 | 5.19 |
| 4 | 1966 | 07 | 06 | 04 | 24 | | Alta Murgia | 46 | 4 | 4.26 |
| NF | 1966 | 10 | 04 | 04 | 51 | 5 | Potentino | 15 | 5 | 4.16 |
| F | 1971 | 05 | 06 | 03 | 45 | 0 | Irpinia | 68 | 6 | 4.83 |
| 4 | 1973 | 08 | 08 | 14 | 36 | 2 | Appennino campano-lucano | 29 | 5-6 | 4.75 |
| 4-5 | 1975 | 06 | 19 | 10 | 11 | | Gargano | 61 | 6 | 5.02 |
| 5-6 | 1978 | 09 | 24 | 08 | 07 | 4 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 3 | 1982 | 03 | 21 | 09 | 44 | 0 | Golfo di Policastro | 125 | 7-8 | 5.23 |
| 3-4 | 1983 | 02 | 02 | 08 | 14 | 1 | Potentino | 42 | 5 | 4.35 |
| 4 | 1984 | 05 | 07 | 17 | 50 | | Monti della Meta | 911 | 8 | 5.86 |
| 4-5 | 1987 | 01 | 28 | 05 | 33 | 2 | Potentino | 62 | 5 | 4.54 |
| 3-4 | 1988 | 01 | 08 | 13 | 05 | 4 | Pollino | 169 | 7 | 4.70 |
| 3-4 | 1989 | 05 | 29 | 11 | 19 | 1 | Appennino lucano | 77 | 5 | 4.34 |
| 6 | 1990 | 05 | 05 | 07 | 21 | 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| 4 | 1990 | 08 | 28 | 19 | 02 | 5 | Potentino | 84 | | 4.21 |
| 7 | 1991 | 05 | 26 | 12 | 25 | 5 | Potentino | 597 | 7 | 5.08 |
| 4-5 | 1996 | 04 | 03 | 13 | 04 | 3 | Irpinia | 557 | 6 | 4.90 |
| 3-4 | 1998 | 04 | 07 | 21 | 36 | 5 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 | 4.31 |
| 3-4 | 1998 | 04 | 26 | 05 | 38 | 0 | Potentino | 67 | 4-5 | 3.76 |
| 3 | 2002 | 04 | 18 | 20 | 56 | 4 | Appennino lucano | 164 | 5 | 4.34 |
| 4 | 2004 | 09 | 03 | 00 | 04 | 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |

Sismicità storica della città di Genzano di Lucania



Principali eventi sismici della città di Genzano di Lucania

I dati sopra riportati relativi alla sismicità storica dei due comuni interessati dalla realizzazione del parco fotovoltaico sono stati utilizzati per la definizione delle azioni sismiche sui siti in esame.

Nel corso dello studio è stata effettuata la caratterizzazione sismica dell'area ed è stata definita la categoria di suolo di fondazione ai sensi della nuova normativa tecnica per le costruzioni in area sismica.

L'evoluzione del quadro normativo ha determinato il passaggio da uno scenario in cui l'azione sismica veniva determinata individuando la zona sismica in cui ricadeva il sito di costruzione e il relativo grado di sismicità, allo scenario attuale in cui l'azione sismica è definita puntualmente su tutto il territorio nazionale, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine e longitudine), delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del suolo, della classe d'uso della costruzione e dello Stato Limite considerato.

Per determinare la risposta sismica locale sono disponibili **due approcci**:

- un **approccio semplificato** che si basa sulla classificazione del sottosuolo e l'individuazione, mediante apposite tabelle fornite dalla normativa, del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , del coefficiente di amplificazione topografica S_T nonché del coefficiente C_c che modifica il periodo T_c e di conseguenza gli altri periodi notevoli dello spettro (NTC 2018, §3.2.2-3)

- un **approccio rigoroso** che per mezzo di un'analisi della risposta sismica locale fornisce in modo più accurato i valori dei parametri necessari per definire gli spettri di risposta in accelerazione per il sito della costruzione.

Nel caso in esame è stato utilizzato l'approccio semplificato.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad (3.2.1)$$

con:

h_i spessore dell'*i*-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

N numero di strati;

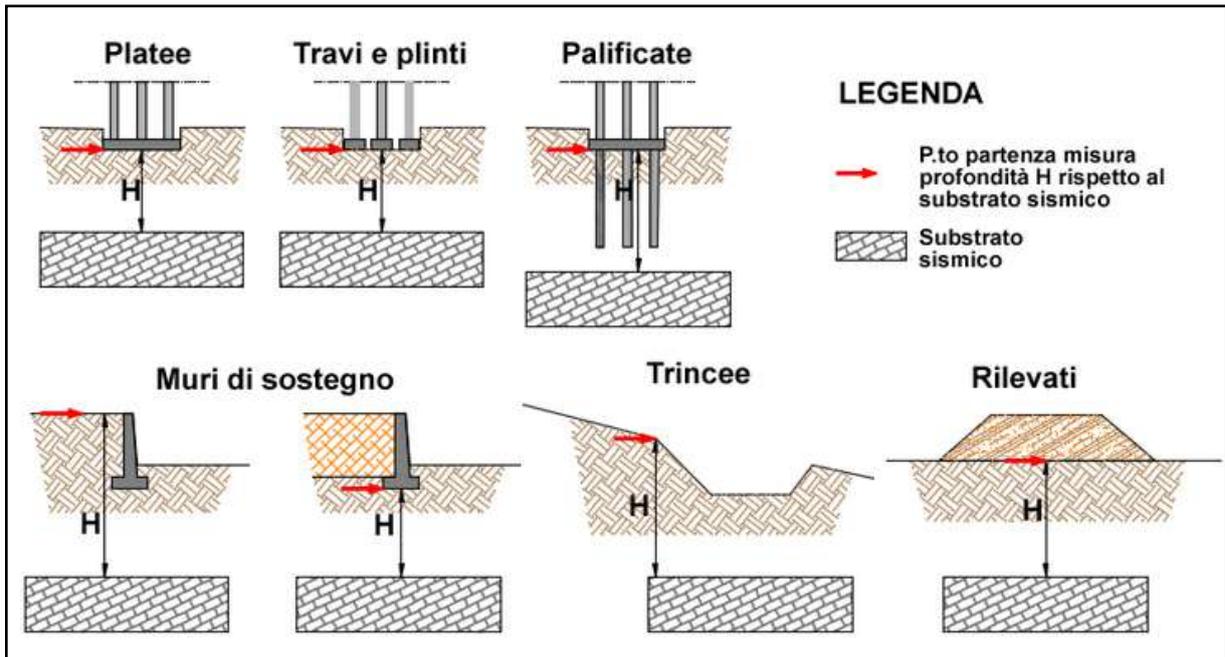
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



Le categorie di sottosuolo che permettono l'uso dell'approccio semplificato sono definite in **Tab. 3.2.II** delle NTC 2018

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'uso dell'approccio semplificato - NTC 2018

| Classe | Descrizione |
|----------|--|
| 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 delle 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. |

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Il punto di partenza per la caratterizzazione sismica di un sito è la realizzazione di indagini geofisiche e a tale scopo sono state utilizzate le indagini geofisiche già effettuate in una fase precedente, sia nella zona in cui sarà realizzato il parco agrivoltaico che nella zona di costruzione della sottostazione elettrica, che hanno consentito di individuare la categoria di suolo di fondazione ai sensi della nuova normativa tecnica per le costruzioni in area sismica (NTC 2018).

Le velocità misurate nei tre punti investigati (due nella zona del parco agrivoltaico ed uno nella zona della sottostazione) hanno consentito di definire che il sottosuolo in esame in tutti i casi può essere annoverato tra le **categorie di suolo di fondazione di tipo 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.**

4.1 – Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione **Tab. 3.2.III** delle NTC 2018.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|------------------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Le suddette categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso in esame le blande pendenze dell'intera zona su cui saranno realizzate tutte le opere in progetto, verificate con le misure delle pendenze medie estrapolate dalle curve di livello delle CTR, consentono di dire che la categoria topografica dell'area in esame è **T1**.

4.2 - Pericolosità sismica di base del sito e definizione delle azioni sismiche di progetto

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità

sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} come definite nel § 3.2.1 delle NTC, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4.

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T^*_c valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di a_g , F_o e T^*_c , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle

Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (14/01/2008) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale.

In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale.

Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*_c).

Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l'area dell'impianto agrivoltaico è caratterizzato da un'accelerazione compresa tra 0.150-0.175 g nella zona nord più prossima al centro abitato di Spinazzola fino a circa la metà dell'area che sarà occupata dai pannelli fotovoltaici, mentre la metà meridionale ed il cavidotto fino alla sottostazione elettrica, compresa quest'ultima, sono caratterizzati da

un'accelerazione compresa tra 0.125-0.150 g, come evidenziato nelle sottostanti figure, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per i siti in questione con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferita a suoli rigidi - categoria A $V_{S30} > 800\text{m/s}$).

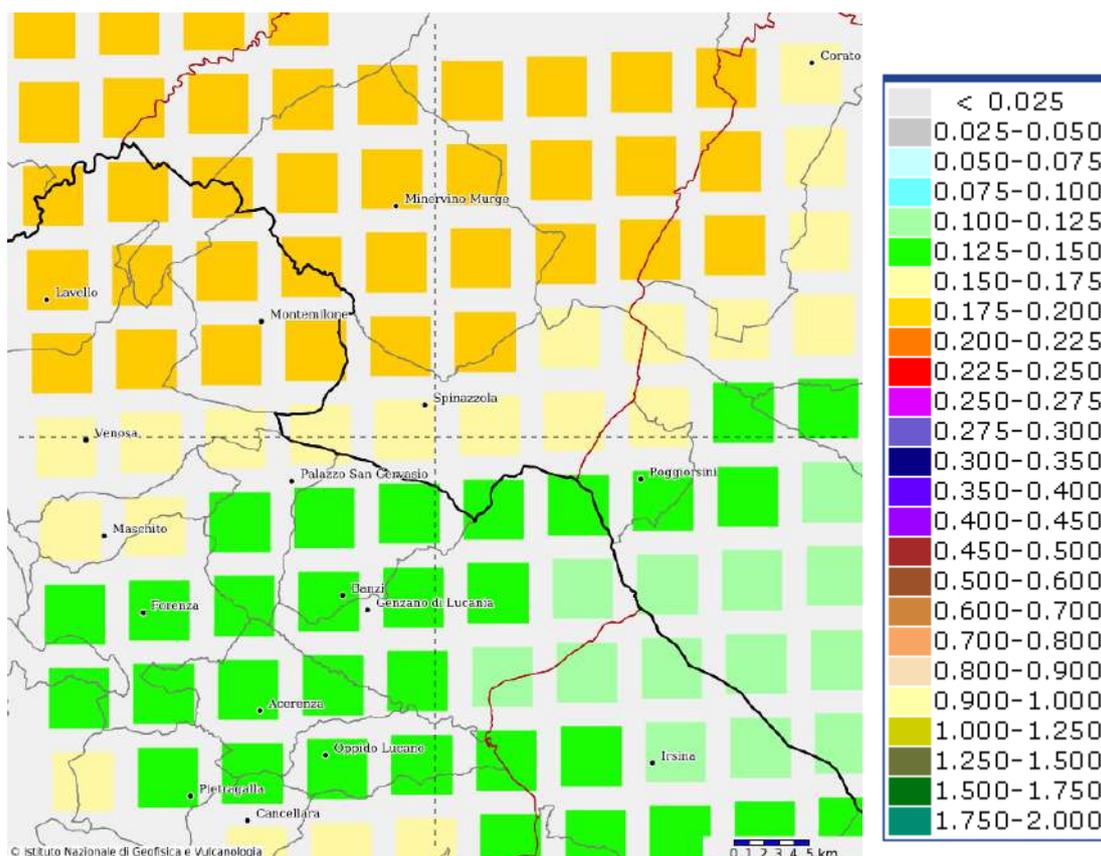


Fig. 1 – IMPIANTO AGRIVOLTAICO – ZONA NORD (LAT. 40.9501 – LONG. 16.0950) - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3519-06)

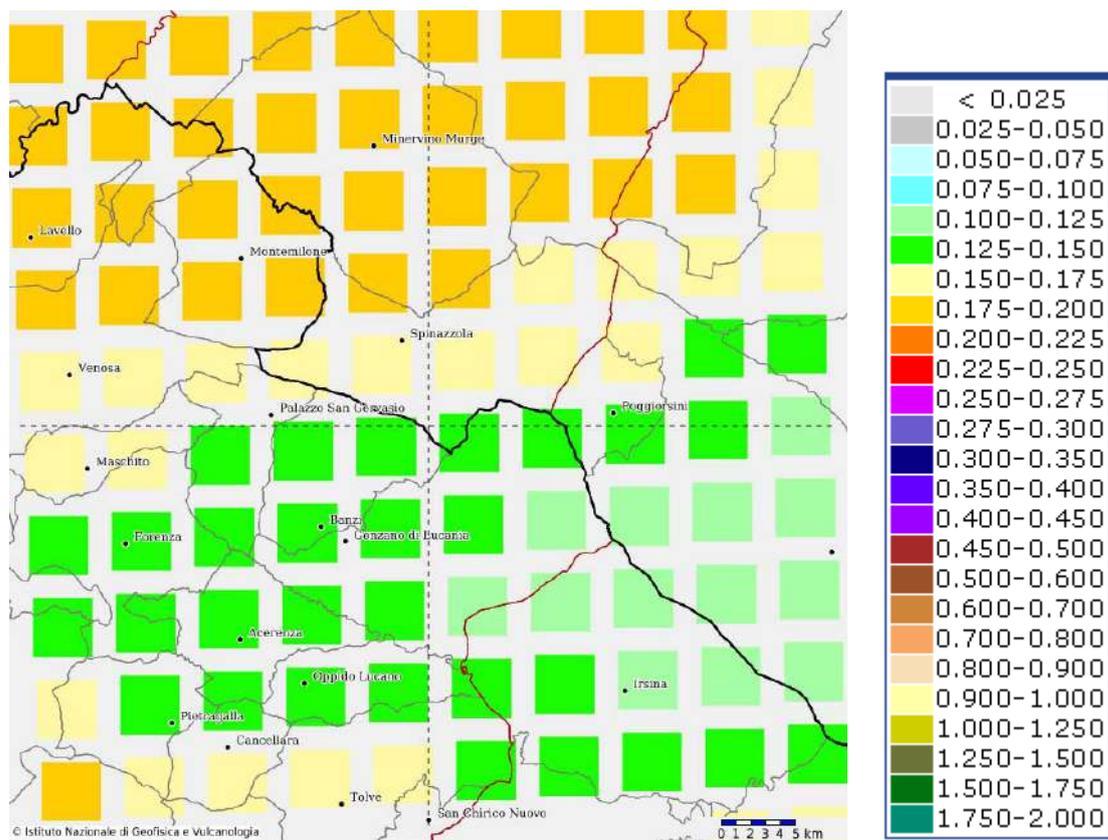


Fig. 2 – IMPIANTO AGRIVOLTAICO – ZONA SUD (LAT. 40.9165 – LONG. 16.1048) - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3519-06)

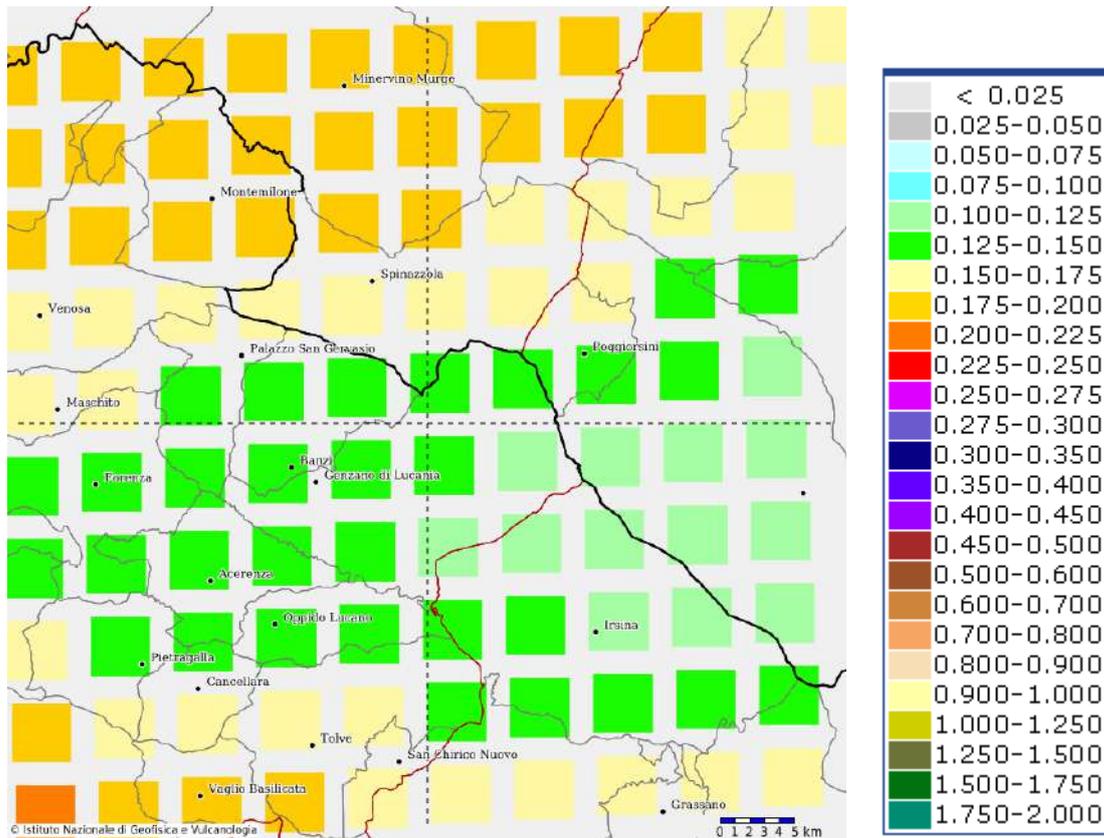


Fig. 3 – AREA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA (LAT. 40.8809 – LONG. 16.1232) - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3519-06)

Tali mappe di pericolosità sismica sono riferite ad un periodo di ritorno $T_R=475$, corrispondente ad una vita nominale dell'opera $V_N = 50$ anni e ad un coefficiente d'uso $C_U = 1$ (struttura ordinaria), parametri legati tra loro dalla seguente formula:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) \text{ dove } V_R = V_N \cdot C_U$$

| Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno | | |
|--|---------------------------------|-------------------------------|
| P_{V_R} (Stato Limite) | C_U | V_N [anni] |
| 81% Operatività (SLO) | 0.7 (I. Strutture secondarie) | ≤ 10 (Opere provvisorie) |
| 63% Danno (SLD) | 1.0 (II. Strutture ordinarie) | ≥ 50 (Opere ordinarie) |
| 10% Salvaguardia della vita (SLV) | 1.5 (III. Strutture importanti) | ≥ 100 (Grandi opere) |
| 5% Prevenzione del Collasso (SLC) | 2.0 (IV. Strutture strategiche) | |

Nota la zona sismica in cui ricade l'area in studio e definita la categoria di suolo di fondazione della medesima area, è possibile arrivare a valutare le caratteristiche del moto sismico del sito.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende, quindi, 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.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore dell'accelerazione massima a_{max} può essere ricavato dalla relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_T \cdot S_s \cdot a_g$$

dove S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica calcolabile mediante la tabella sotto riportata

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

| Categoria sottosuolo | S_s | C_c |
|----------------------|---|------------------------------|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$ |

e S_T il coefficiente di amplificazione topografica.

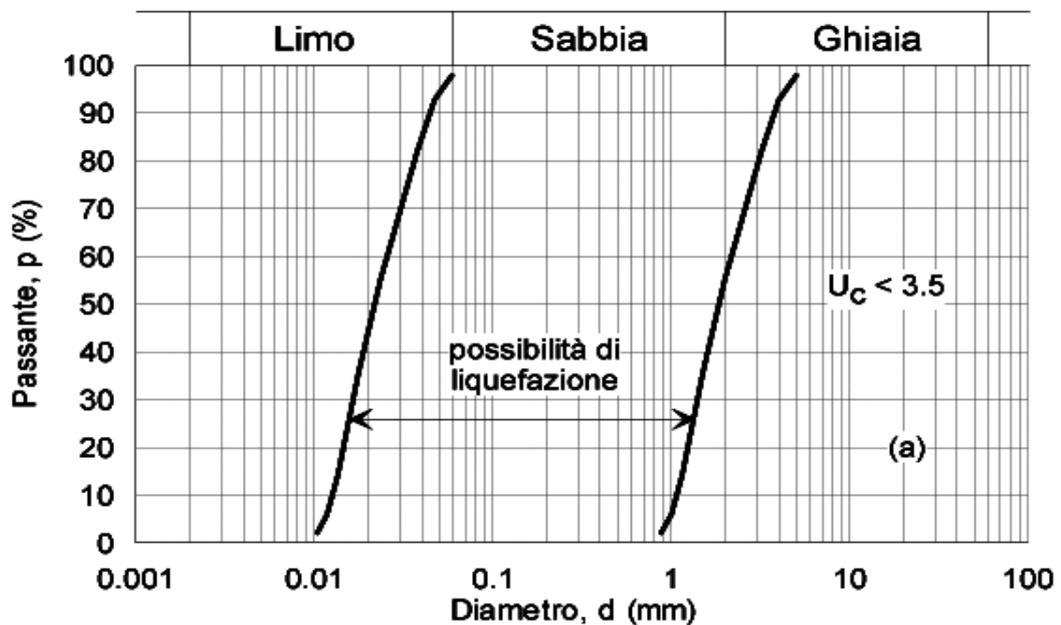
E' stata presa in considerazione anche la potenziale suscettibilità alla liquefazione dei terreni presenti nel sottosuolo dei siti nei quali saranno realizzate le opere in progetto, dove per liquefazione si intendono tutti quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

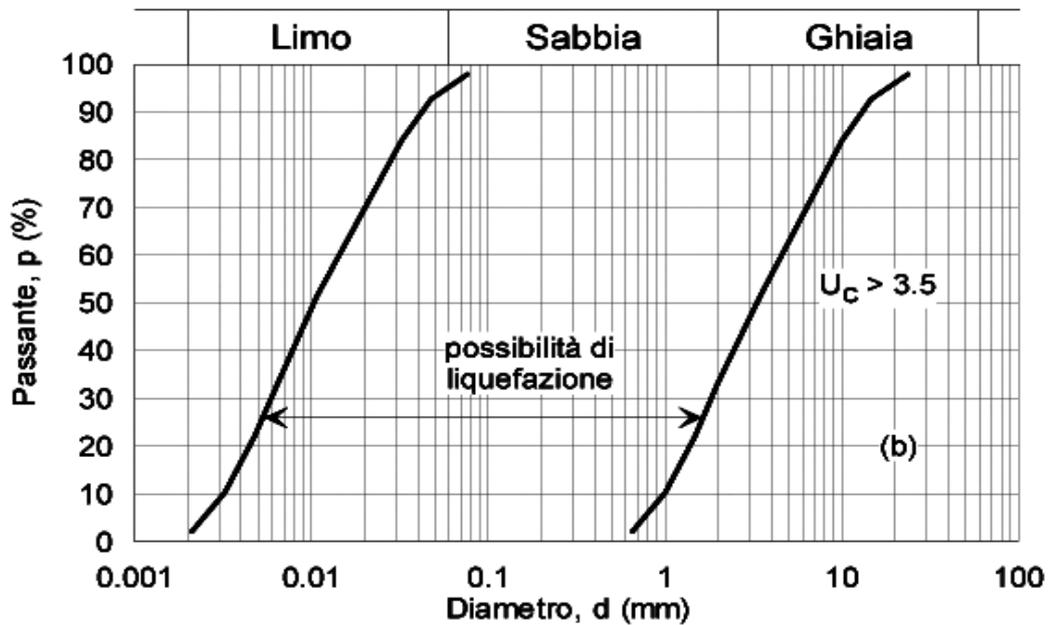
In base a quanto affermato dalle NTC 2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

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 $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} 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 nelle figure sotto riportate nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.





Le informazioni raccolte in questa fase del progetto sui siti in esame non hanno consentito di verificare le condizioni sopra menzionate pertanto si è ritenuto necessario esaminare la sicurezza nei confronti della liquefazione che, non essendo state effettuate indagini specifiche sia in sito che in laboratorio, è stata valutata con una metodologia di carattere semi-empirico.

Considerando che la liquefazione avviene solo nei depositi prevalentemente sabbiosi, già si possono escludere come aree a rischio liquefazione tutte quelle aree del parco fotovoltaico che sono costituite da depositi ghiaioso-sabbiosi ed argillosi, per cui le valutazioni che si andranno a fare sono riferibili esclusivamente alle zone di affioramento di depositi sabbiosi.

Partendo dalla constatazione che la liquefazione generalmente tende a ripetersi sempre negli stessi siti dove ci sono notizie storiche che tali fenomeni

si sono già verificati, prendendo inoltre in considerazione l'età geologica dei depositi prevalentemente sabbiosi (aree di affioramento delle Sabbie di Monte Marano) su cui insisteranno le opere in progetto e la loro morfologia (vedi schema sotto riportato), si può affermare che nelle aree di sedime del costruendo parco fotovoltaico la liquefazione è alquanto improbabile, sia perché non ci sono notizie storiche di fenomeni di liquefazione, sia per l'età dei depositi sabbiosi risalenti al tardo Pliocene o Pleistocene antico che rende molto bassa la suscettibilità dei terreni alla liquefazione, sia per la collocazione morfologica del sito (collina) che rende improbabile la liquefazione dei terreni.

| METODO GEOLOGICO | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|---|
| Età del deposito | Profondità della falda | | | Suscettibilità alla liquefazione |
| | < 9 m | 9 ÷ 15 m | > 15 m | |
| Olocene recente | Elevata | Bassa | Molto bassa | |
| Alto Olocene | Moderata | Bassa | Molto bassa | |
| Pleistocene recente | Bassa | Bassa | Molto bassa | |
| Pleistocene antico e depositi anteriori | Molto bassa | Molto bassa | Molto bassa | |
| Categoria | Morfologia | | Liquefazione | |
| A | Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunarie | | Probabile | |
| B | Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge | | Possibile | |
| C | Terrazzi, colline, montagne | | Improbabile | |

Una volta esclusa la possibilità di liquefazione dei terreni che costituiscono il sedime, nota la posizione geografica dei siti in esame individuata dalle coordinate geografiche espresse in gradi decimali

| | |
|---|----------------|
| Latitudine – Area sottostazione elettrica | 40,8809 |
| Longitudine – Area sottostazione elettrica | 16,1232 |
| Latitudine – Area impianto agrivoltaico (zona nord) | 40,9501 |
| Longitudine - Area impianto agrivoltaico (zona nord) | 16,0950 |
| Latitudine – Area impianto agrivoltaico (zona sud) | 40,9165 |
| Longitudine - Area impianto agrivoltaico (zona sud) | 16,1048 |

si procede all'individuazione della pericolosità dei due siti sulla base dei risultati del progetto S1 – INGV, che consente di definire i valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento, che sono riportati nelle seguenti tabelle:

| Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento | | | |
|---|-------|-------|---------|
| Area sottostazione elettrica | | | |
| T_R | a_g | F_o | T_C^* |
| [anni] | [g] | [-] | [s] |
| 30 | 0.040 | 2.534 | 0.277 |
| 50 | 0.051 | 2.540 | 0.309 |
| 72 | 0.059 | 2.613 | 0.335 |
| 101 | 0.070 | 2.565 | 0.349 |
| 140 | 0.080 | 2.611 | 0.362 |
| 201 | 0.092 | 2.561 | 0.421 |
| 475 | 0.133 | 2.614 | 0.441 |
| 975 | 0.175 | 2.590 | 0.478 |
| 2475 | 0.252 | 2.546 | 0.480 |

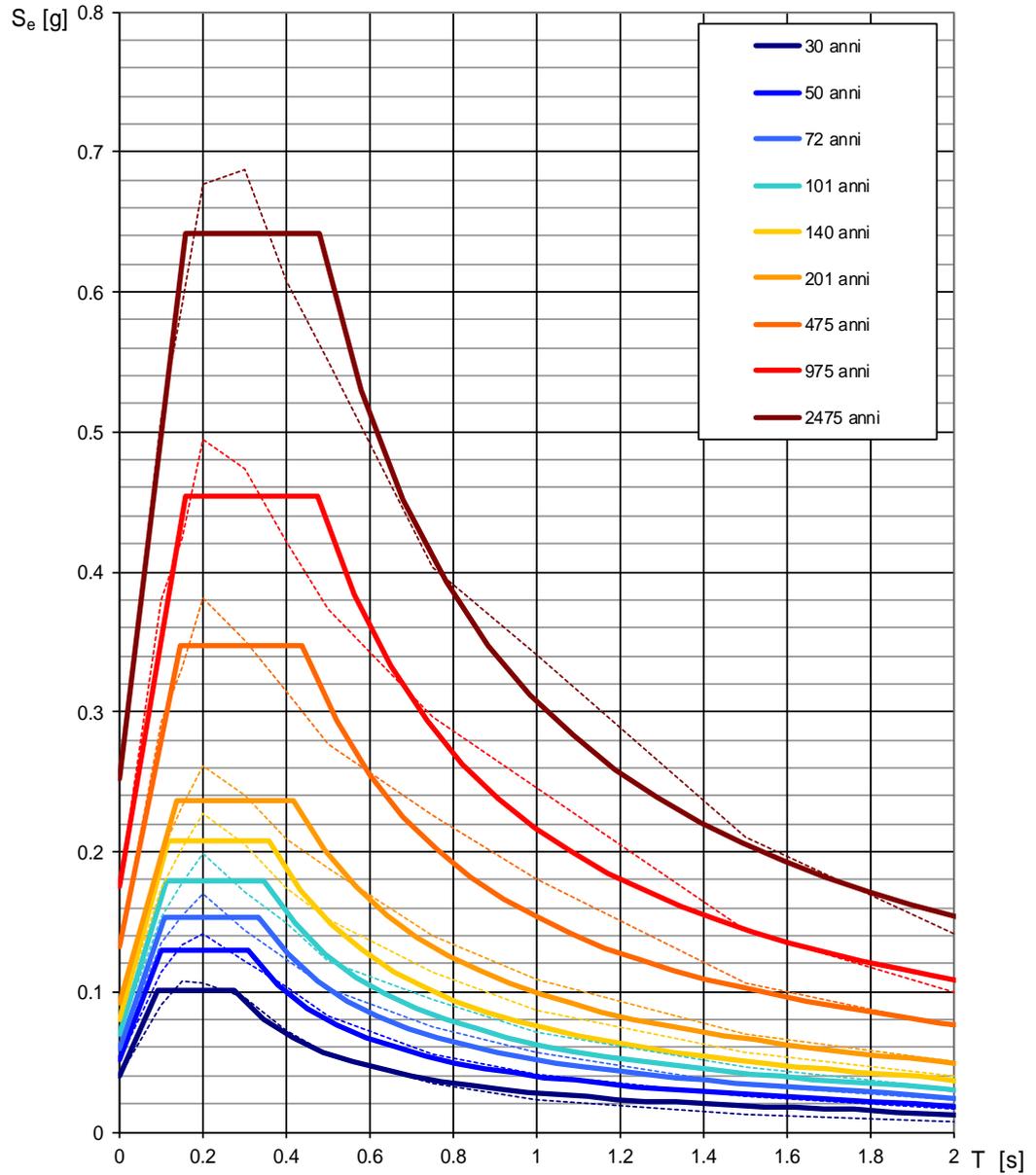
| Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento | | | |
|---|-------|-------|---------|
| Area impianto agrivoltaico (zona nord) | | | |
| T_R | a_g | F_o | T_C^* |
| [anni] | [g] | [-] | [s] |
| 30 | 0.040 | 2.546 | 0.278 |

| | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 50 | 0.052 | 2.574 | 0.297 |
| 72 | 0.063 | 2.552 | 0.332 |
| 101 | 0.075 | 2.511 | 0.344 |
| 140 | 0.087 | 2.535 | 0.355 |
| 201 | 0.102 | 2.485 | 0.410 |
| 475 | 0.154 | 2.535 | 0.415 |
| 975 | 0.212 | 2.482 | 0.426 |
| 2475 | 0.322 | 2.394 | 0.437 |

| Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento Area impianto agrivoltaico (zona sud) | | | |
|---|-------|-------|---------|
| T_R | a_g | F_o | T_c^* |
| [anni] | [g] | [-] | [s] |
| 30 | 0.040 | 2.543 | 0.278 |
| 50 | 0.052 | 2.569 | 0.298 |
| 72 | 0.061 | 2.583 | 0.333 |
| 101 | 0.073 | 2.527 | 0.346 |
| 140 | 0.084 | 2.561 | 0.357 |
| 201 | 0.099 | 2.508 | 0.413 |
| 475 | 0.147 | 2.559 | 0.423 |
| 975 | 0.201 | 2.516 | 0.433 |
| 2475 | 0.301 | 2.433 | 0.441 |

Sulla base della definizione di tali parametri, individuata la **categoria di sottosuolo (B)** sia per la sottostazione che per il parco agrivoltaico e la **categoria topografica (T1)** per tutte le aree, sarà possibile per il progettista individuare la strategia di progettazione e definire gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto idonei agli interventi da realizzare ed alla situazione riscontrata.

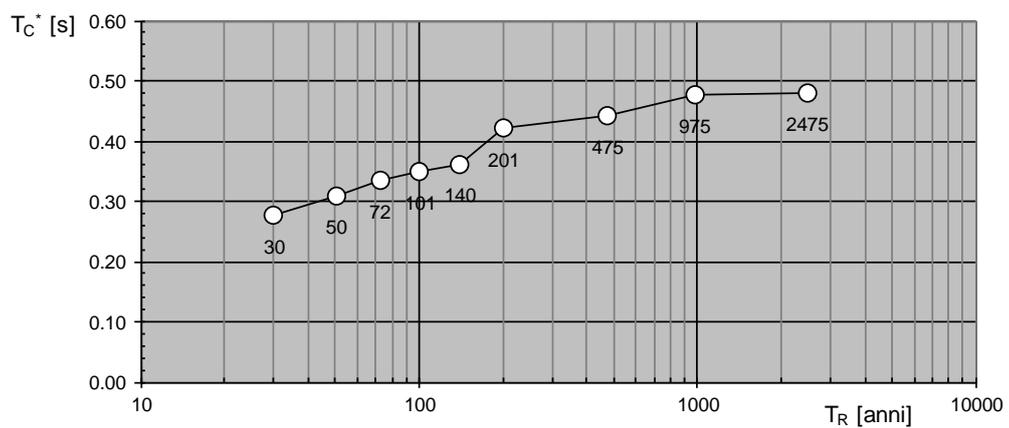
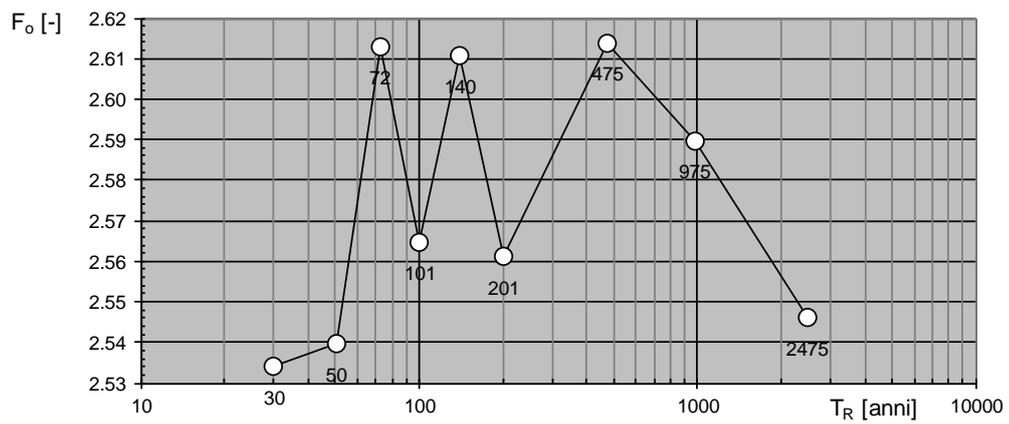
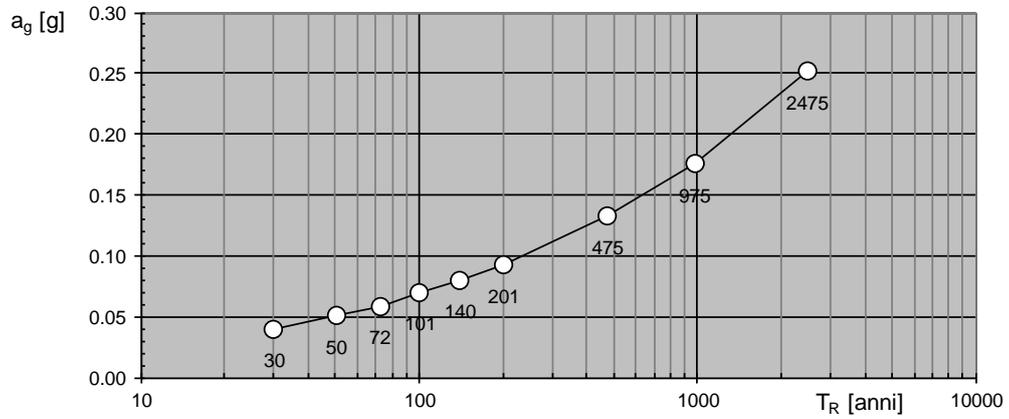
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento - Area sottostazione elettrica



NOTA:

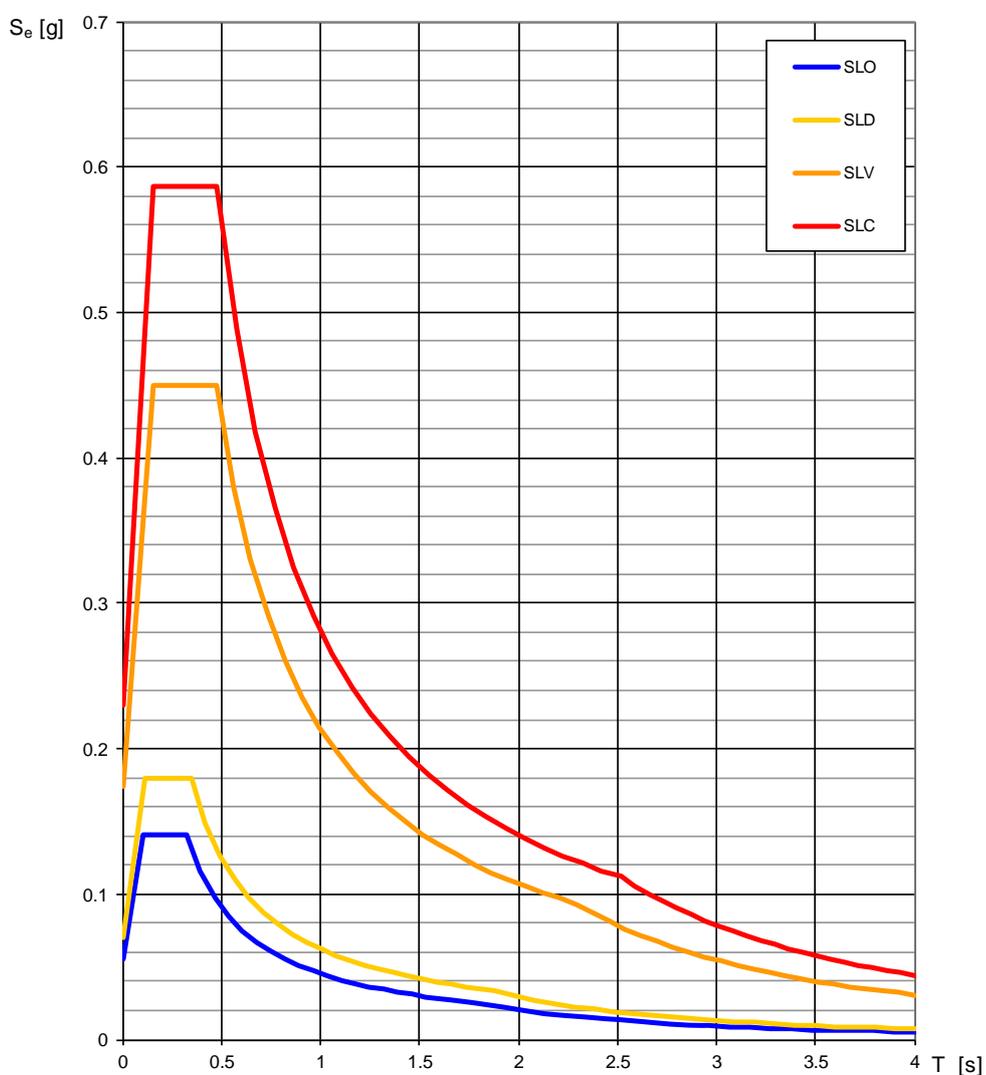
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R - Area sottostazione elettrica

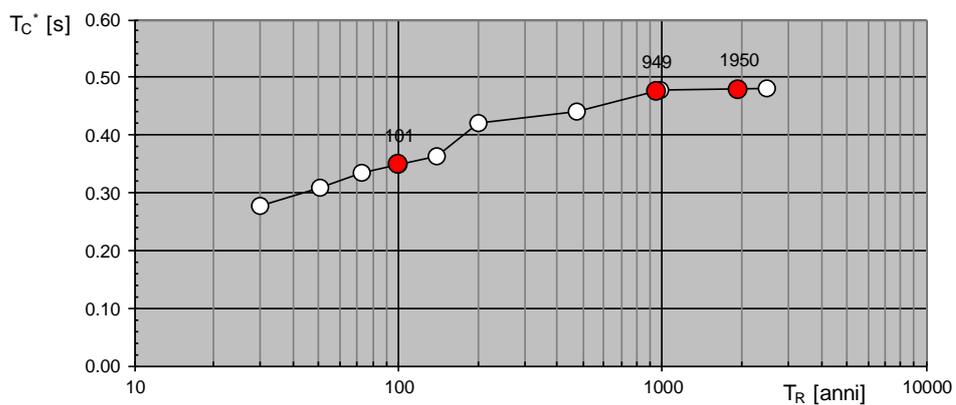
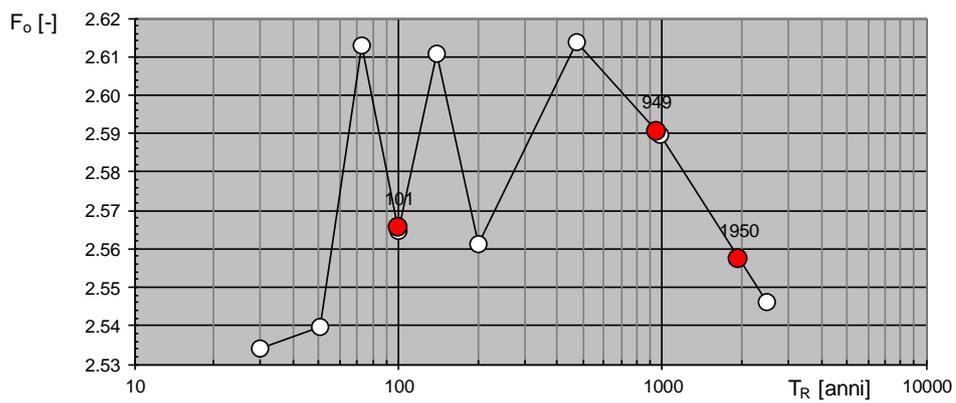
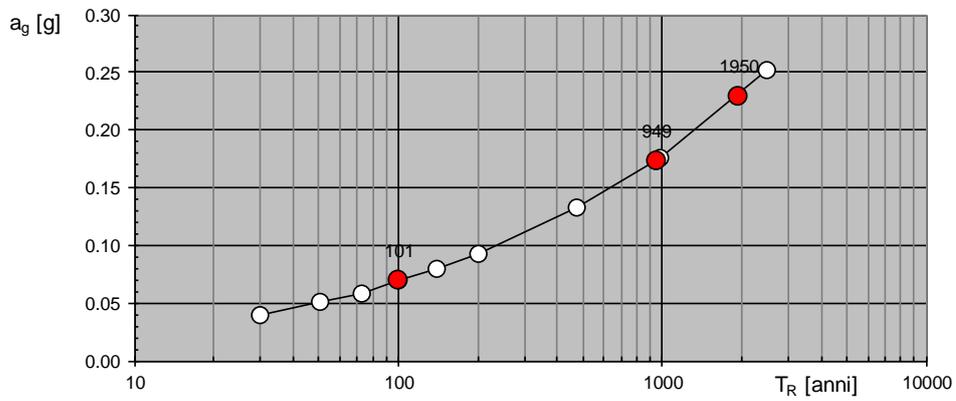


| Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL Area sottostazione elettrica | | | | | |
|---|----------------------------|--------|-------|-------|---------|
| STATO LIMITE | Probabilità di superamento | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
| | [%] | [anni] | [g] | [-] | [s] |
| SLO | 81 | 60 | 0.055 | 2.577 | 0.322 |
| SLD | 63 | 101 | 0.070 | 2.565 | 0.349 |
| SLV | 10 | 949 | 0.174 | 2.591 | 0.476 |
| SLC | 5 | 1950 | 0.230 | 2.557 | 0.479 |

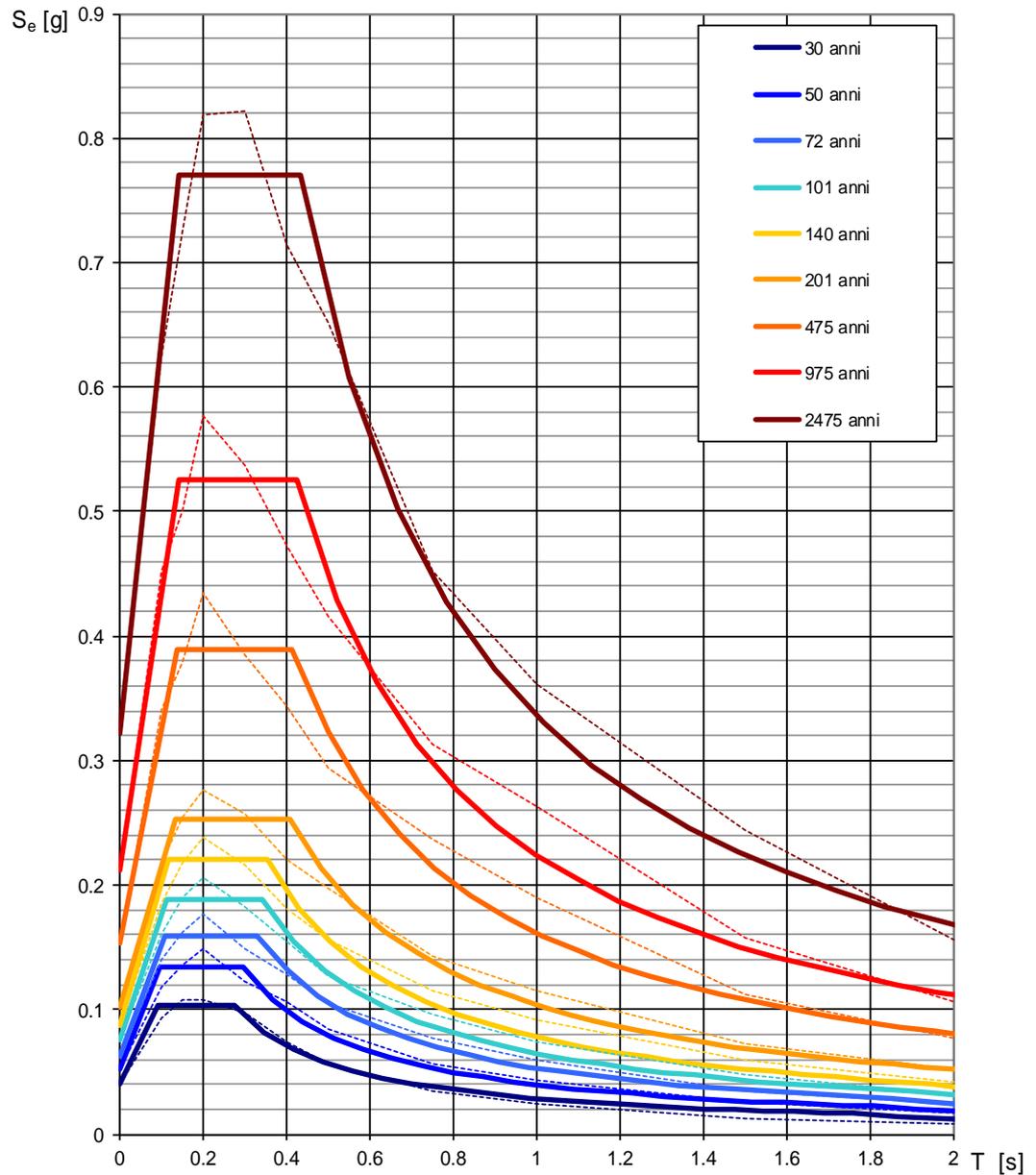
Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite - Area sottostazione elettrica



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_c^* in funzione del periodo di ritorno T_R - Area sottostazione elettrica



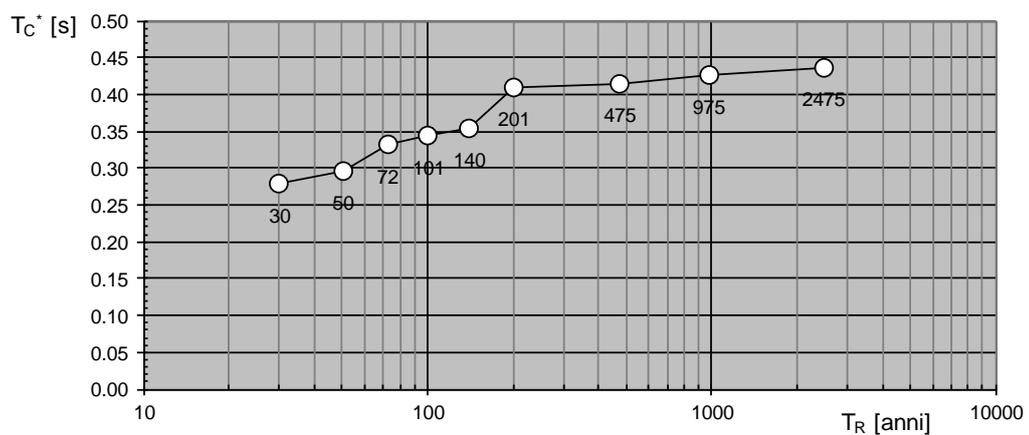
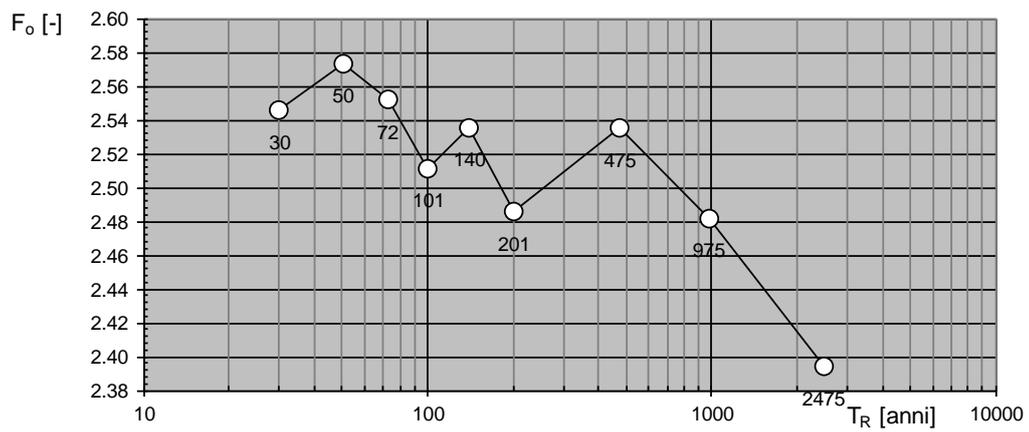
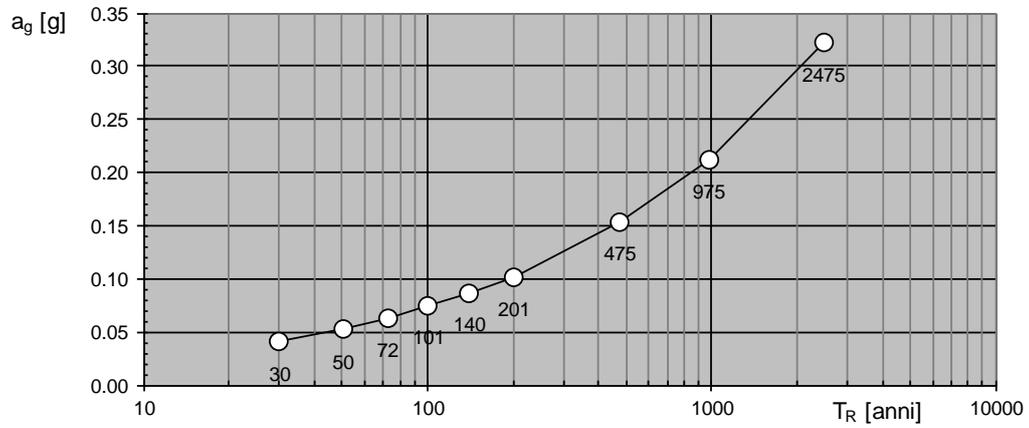
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento - Area impianto agrivoltaico (zona nord)



NOTA:

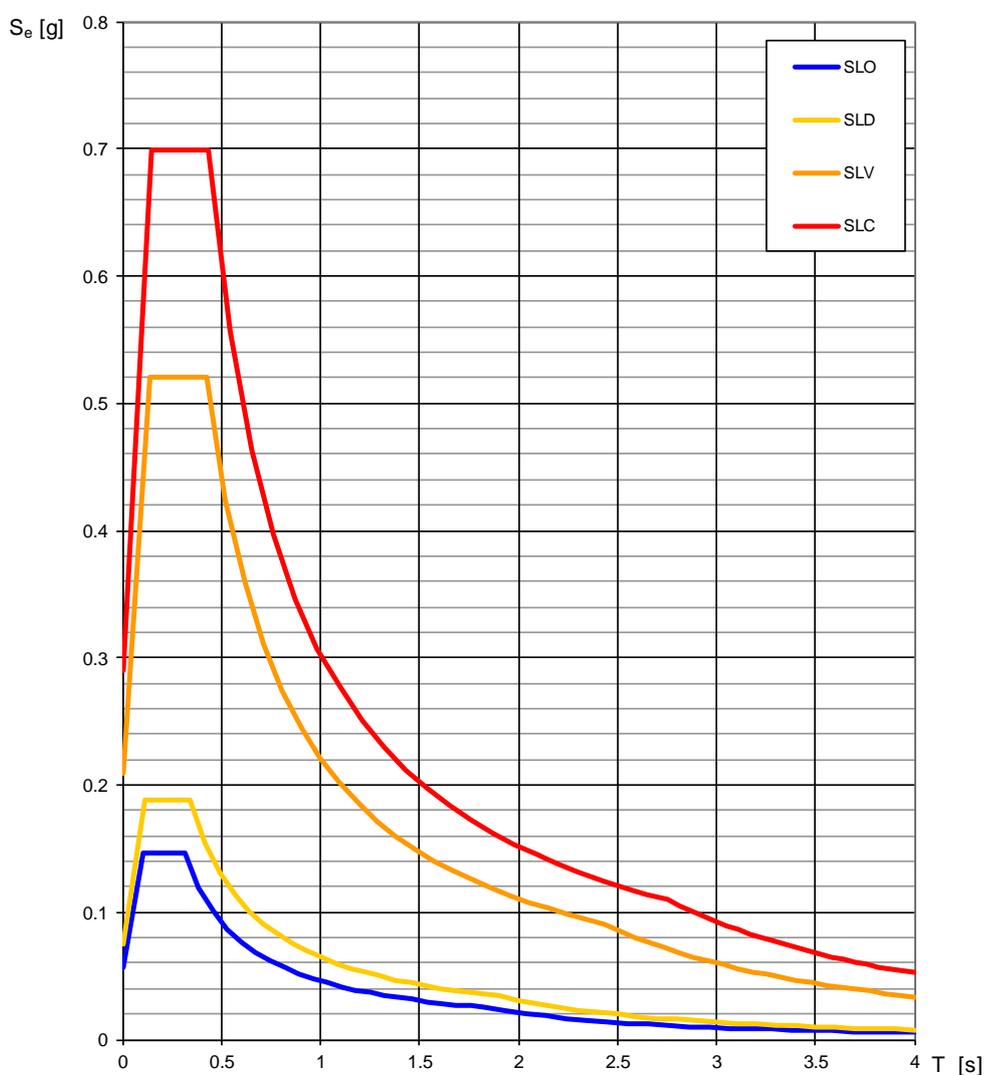
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R - Area impianto agrivoltaico (zona nord)

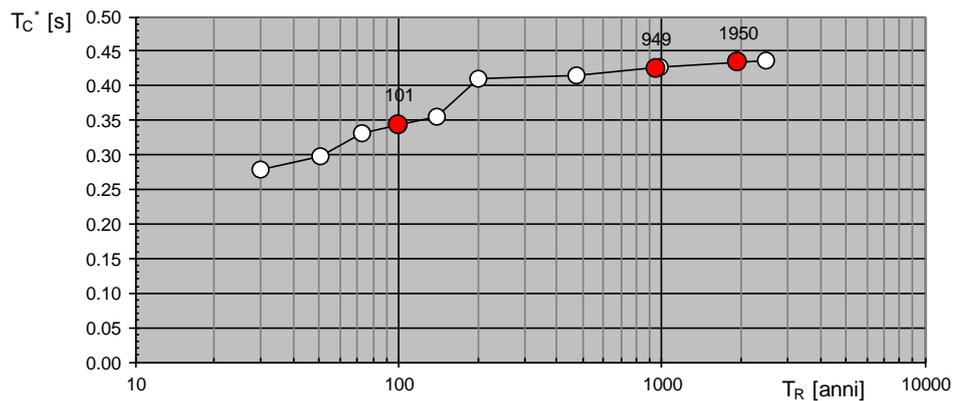
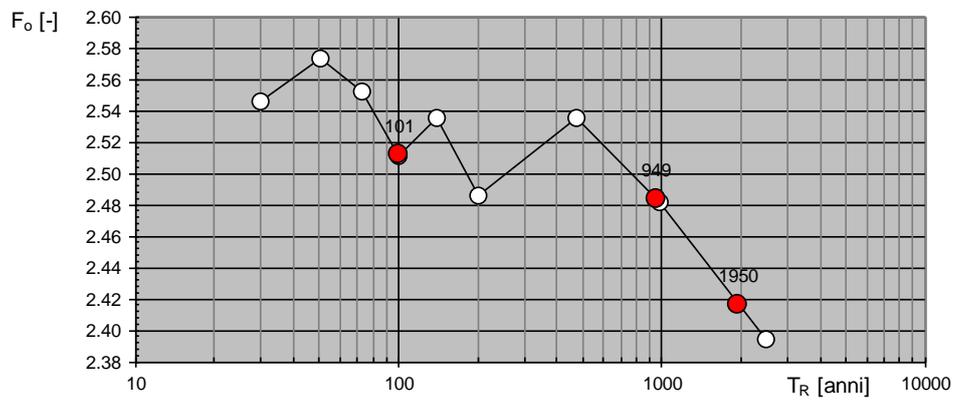
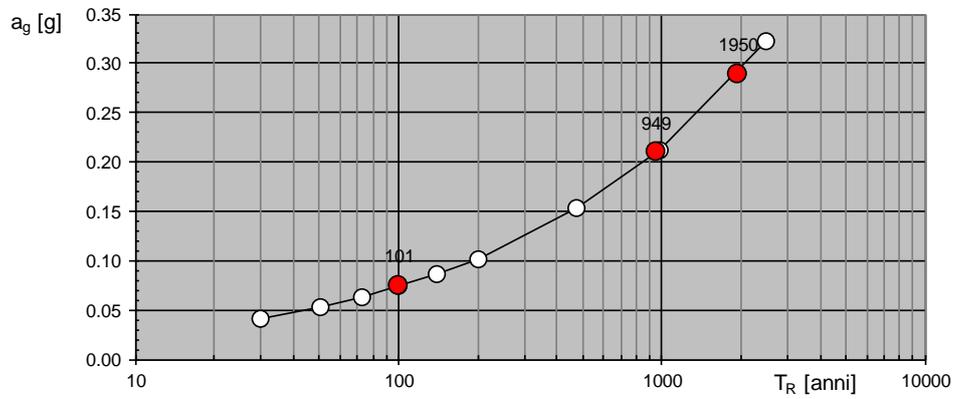


| Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL Area Impianto agrivoltaico (zona nord) | | | | | |
|---|----------------------------|--------|-------|-------|---------|
| STATO LIMITE | Probabilità di superamento | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
| | [%] | [anni] | [g] | [-] | [s] |
| SLO | 81 | 60 | 0.057 | 2.562 | 0.314 |
| SLD | 63 | 101 | 0.075 | 2.512 | 0.344 |
| SLV | 10 | 949 | 0.209 | 2.484 | 0.426 |
| SLC | 5 | 1950 | 0.289 | 2.416 | 0.434 |

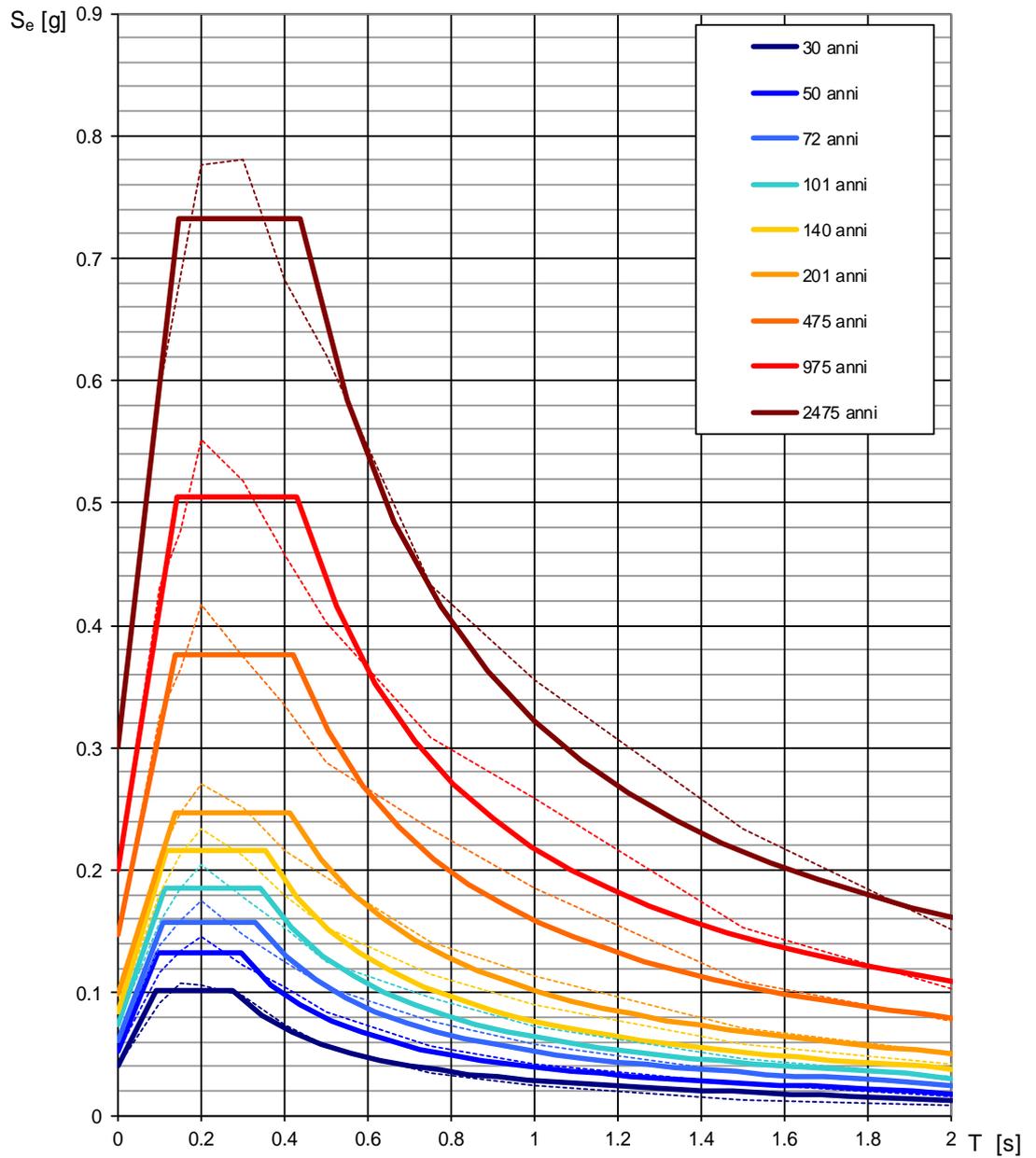
Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite - Area impianto agrivoltaico (zona nord)



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C in funzione del periodo di ritorno T_R - Area impianto agrivoltaico (zona nord)



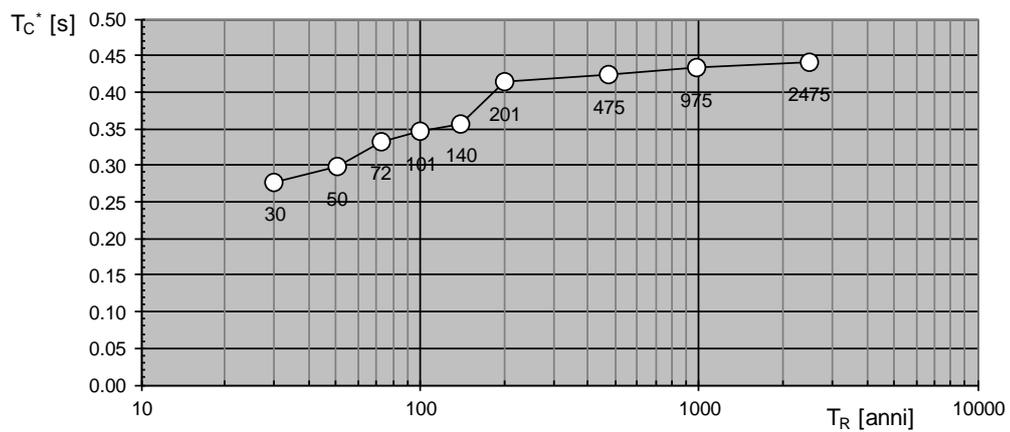
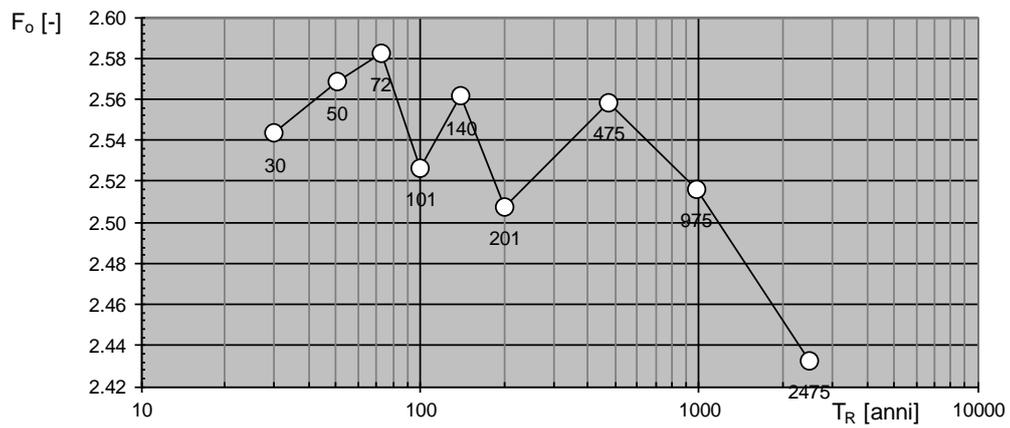
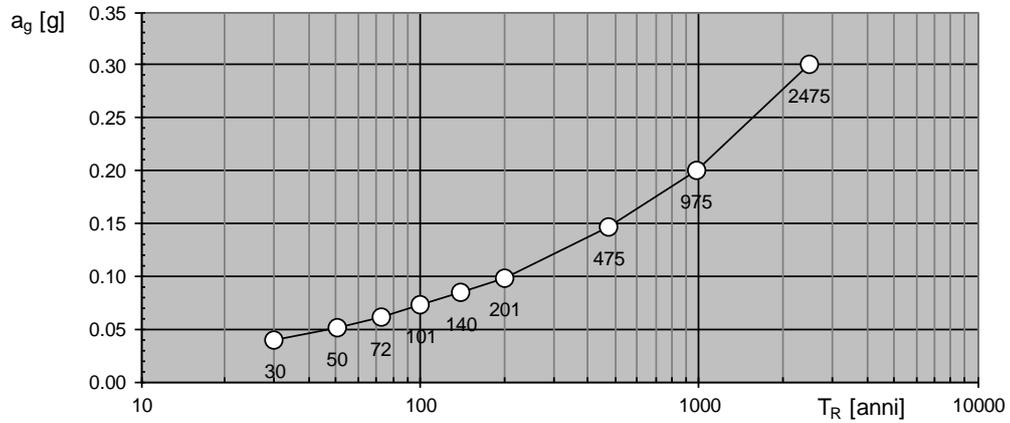
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento - Area impianto agrivoltaico (zona sud)



NOTA:

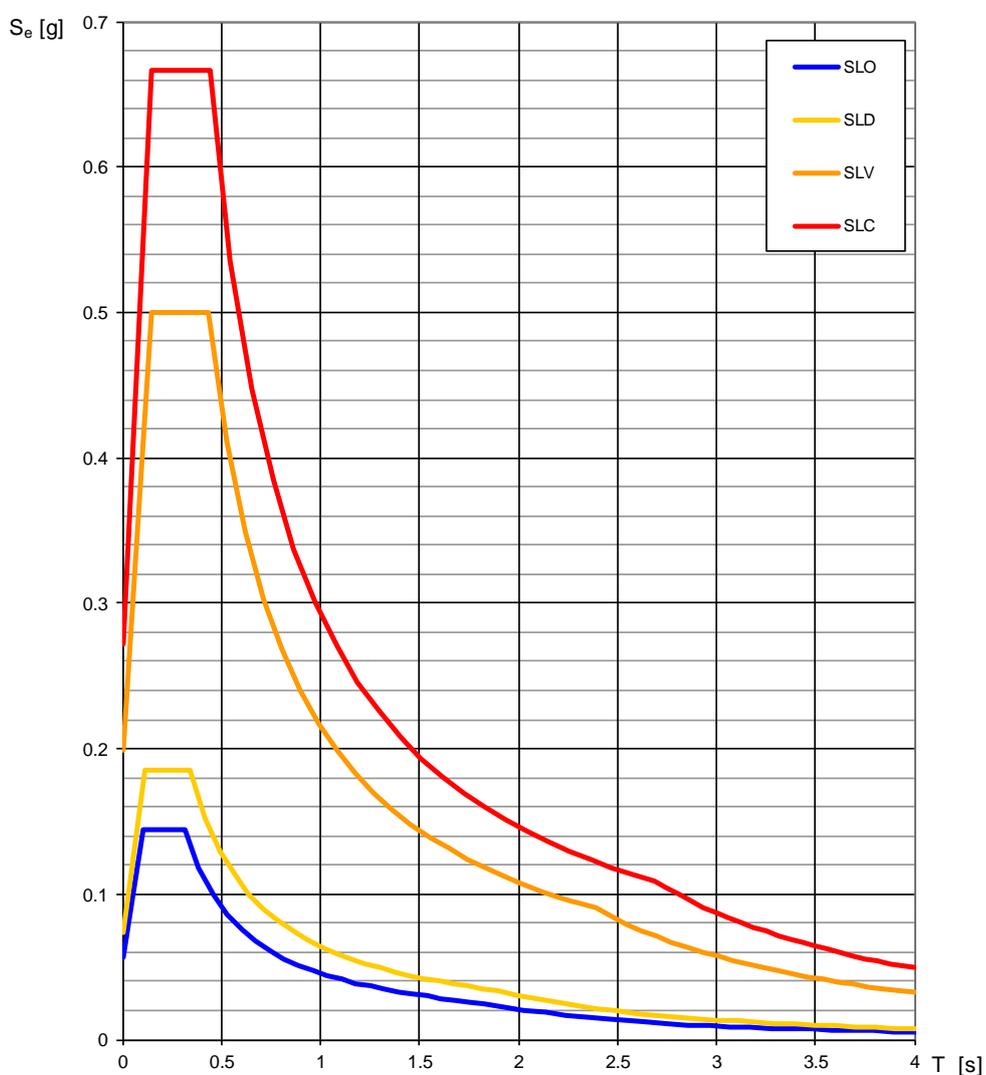
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R - Area impianto agrivoltaico (zona sud)

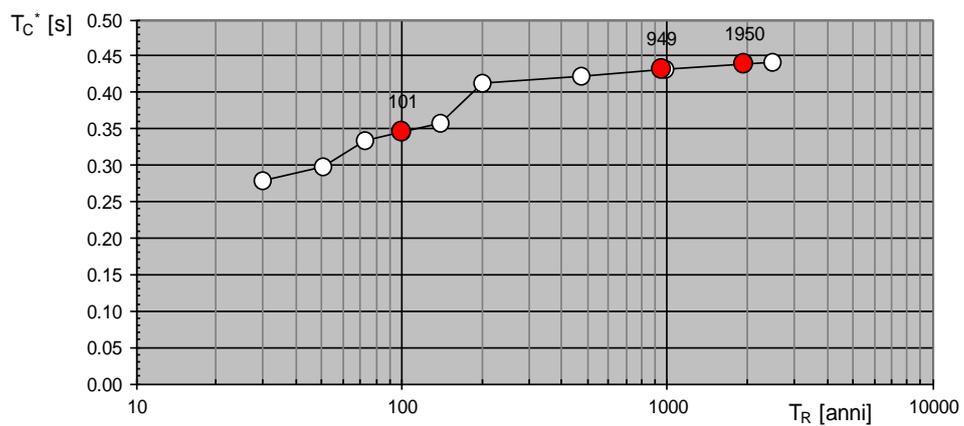
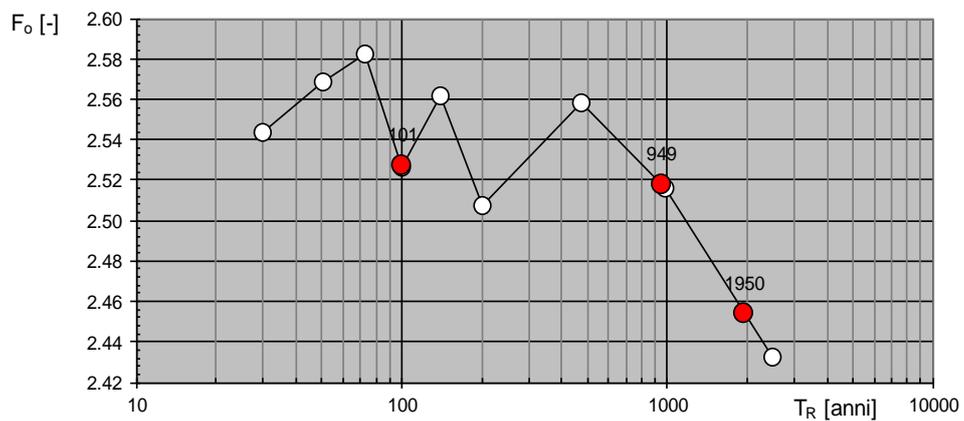
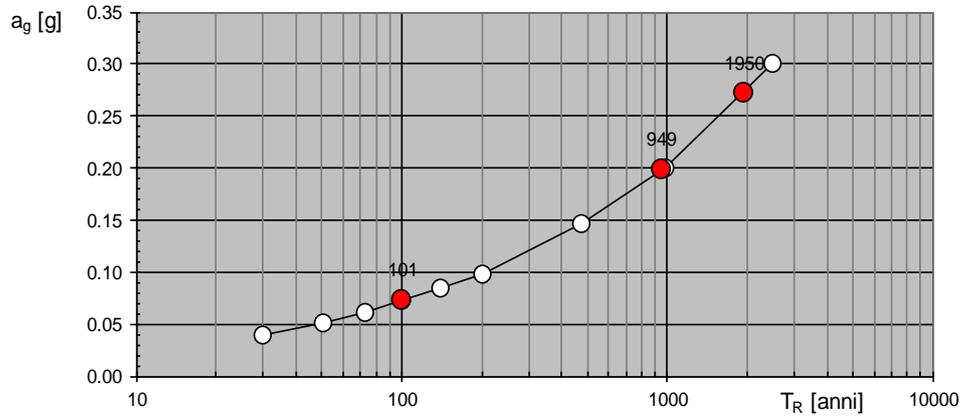


| Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL Area Impianto agrivoltaico (zona sud) | | | | | |
|--|----------------------------|--------|-------|-------|---------|
| STATO LIMITE | Probabilità di superamento | T_R | a_g | F_0 | T_C^* |
| | [%] | [anni] | [g] | [-] | [s] |
| SLO | 81 | 60 | 0.056 | 2.576 | 0.315 |
| SLD | 63 | 101 | 0.073 | 2.527 | 0.345 |
| SLV | 10 | 949 | 0.198 | 2.518 | 0.432 |
| SLC | 5 | 1950 | 0.271 | 2.454 | 0.439 |

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite - Area impianto agrivoltaico (zona sud)



Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R - Area impianto agrivoltaico (zona sud)



Il livello di protezione antisismica da adottare per i manufatti da realizzare dipende dalla categoria di importanza, pertanto, poichè le strutture in progetto dovranno avere una **Vita Nominale** $V_N \geq 50$ anni e possono essere considerate ricadenti nella *CLASSE D'USO IV*, il *COEFFICIENTE D'USO* C_U da utilizzare nella progettazione può essere assunto pari a 2,0 ne discende, pertanto, che la **Vita di Riferimento** sarà:

$$V_R = V_N * C_U = 100 \text{ anni}$$

Alla luce delle conoscenze acquisite nel corso dello studio effettuato ed in mancanza di studi specifici e più approfonditi per la previsione dei fenomeni di amplificazione e della risposta sismica locale, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nelle NTC, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c .

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i coefficienti sismici per i siti di riferimento in esame.

| Area sottostazione elettrica – Parametri sismici - Fondazioni | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| | S_s [-] | C_c [-] | S_T [-] | K_h [-] | K_v [-] | A_{max} [m/s ²] | Beta [-] |
| STATO LIMITE | | | | | | | |
| SLO | 1,200 | 1,380 | 1,000 | 0,013 | 0,007 | 0,643 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,360 | 1,000 | 0,017 | 0,008 | 0,825 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,280 | 1,000 | 0,050 | 0,025 | 2,046 | 0,240 |
| SLC | 1,160 | 1,270 | 1,000 | 0,075 | 0,037 | 2,618 | 0,280 |

| Area sottostazione elettrica – Parametri e punti dello spettro di risposta per lo stato limite SLV - Fondazioni | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | C _u [-] | a _g [m/s ²] | F ₀ [-] | T* _c [s] | S _s [-] | C _c [-] | S _T [-] | S [-] | q [-] | T _B [s] | T _C [s] | T _D [s] |
| SLV Orizzontale | 2,0 | 0,174 | 2,590 | 0,475 | 1,200 | 1,280 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,203 | 0,608 | 2,296 |
| SLV Verticale | 2,0 | 0,174 | 2,590 | 0,475 | 1,200 | 1,280 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

| Area impianto agrivoltaico (zona nord) – Parametri sismici - Fondazioni | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------|
| | S _s [-] | C _c [-] | S _T [-] | K _h [-] | K _v [-] | A _{max} [m/s ²] | Beta [-] |
| STATO LIMITE | | | | | | | |
| SLO | 1,200 | 1,390 | 1,000 | 0,014 | 0,007 | 0,672 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,360 | 1,000 | 0,018 | 0,009 | 0,884 | 0,200 |
| SLV | 1,190 | 1,300 | 1,000 | 0,070 | 0,035 | 2,445 | 0,280 |
| SLC | 1,120 | 1,300 | 1,000 | 0,091 | 0,045 | 3,180 | 0,280 |

| Area impianto agrivoltaico (zona nord) – Parametri e punti dello spettro di risposta per lo stato limite SLV - Fondazioni | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | C _u [-] | a _g [m/s ²] | F ₀ [-] | T* _c [s] | S _s [-] | C _c [-] | S _T [-] | S [-] | q [-] | T _B [s] | T _C [s] | T _D [s] |
| SLV Orizzontale | 2,0 | 0,210 | 2,483 | 0,426 | 1,190 | 1,300 | 1,000 | 1,190 | 1,500 | 0,184 | 0,553 | 2,438 |
| SLV Verticale | 2,0 | 0,210 | 2,483 | 0,426 | 1,190 | 1,300 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

| Area impianto agrivoltaico (zona sud) – Parametri sismici - Fondazioni | | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------|
| | S _s [-] | C _c [-] | S _T [-] | K _h [-] | K _v [-] | A _{max} [m/s ²] | Beta [-] |
| STATO LIMITE | | | | | | | |
| SLO | 1,200 | 1,390 | 1,000 | 0,013 | 0,007 | 0,660 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,360 | 1,000 | 0,018 | 0,009 | 0,865 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,300 | 1,000 | 0,057 | 0,029 | 2,338 | 0,240 |
| SLC | 1,130 | 1,300 | 1,000 | 0,086 | 0,043 | 3,013 | 0,280 |

| Area impianto agrivoltaico (zona sud) – Parametri e punti dello spettro di risposta per lo stato limite SLV - Fondazioni | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | C _u [-] | a _g [m/s ²] | F ₀ [-] | T* _c [s] | S _s [-] | C _c [-] | S _T [-] | S [-] | q [-] | T _B [s] | T _C [s] | T _D [s] |
| SLV Orizzontale | 2,0 | 0,199 | 2,517 | 0,432 | 1,200 | 1,300 | 1,000 | 1,200 | 1,500 | 0,187 | 0,562 | 2,395 |
| SLV Verticale | 2,0 | 0,199 | 2,517 | 0,432 | 1,200 | 1,300 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 |

5. CARATTERISTICHE LITOLOGICO-STRATIGRAFICHE, IDROGEOLOGICHE E GEOTECNICHE DELL'AREA IN STUDIO E STRUTTURE DI FONDAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

I caratteri litostratigrafici del sottosuolo dell'area di sedime della sottostazione e dell'estesa area di sedime dell'impianto agrivoltaico sono stati ricostruiti in base alle osservazioni effettuate nel corso dei sopralluoghi effettuati in sito e dai dati desumibili dalla bibliografia ufficiale che, congiuntamente alle indagini sismiche effettuate in tale area e supportate da indagini dirette effettuate dallo scrivente in siti geologicamente simili in cui affiorano gli stessi tipi litologici presenti nell'area in studio, hanno consentito di effettuare una attendibile ricostruzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche generali dei siti in esame.

La disponibilità di tali dati e di un buon modello stratigrafico-geotecnico sono da considerarsi essenziali per valutare attendibilmente la risposta reologica del sottosuolo e, quindi, per effettuare una buona scelta tipologica e dimensionale delle strutture di fondazione delle opere da realizzare.

Il comportamento meccanico delle formazioni su cui poggeranno le fondazioni dei manufatti da realizzare dipende da diversi fattori tra cui le condizioni di giacitura e lo stato di integrità chimico-fisica dei terreni.

Sulla base dei dati raccolti si è accertato che nelle aree in studio è presente un esiguo spessore di terreno vegetale di natura sabbioso-limoso-argillosa a cui seguono depositi di ghiaie e sabbie più o meno argillose con intercalazioni arenacee e lenti di ciottoli su buona parte dell'area dove sorgerà l'impianto agrivoltaico, il cavidotto e la sottostazione e, solo in una zona limitata del campo fotovoltaico, in affioramento è presente la formazione delle Argille subappennine (vedi carta geologico-morfologica allegata).

5.1 – Caratteristiche idrogeologiche

Dai dati dello studio effettuato, dalle osservazioni di superficie e dai dati bibliografici si è potuto stabilire che può essere presente una falda superficiale la cui superficie di base è rappresentata dal tetto della formazione argillosa di base, ma essa non ha una continuità spaziale ed ha portate molto basse ed effimere in quanto dipendente esclusivamente dal regime delle precipitazioni meteoriche.

Gli affioramenti di depositi permeabili che favoriscono l'infiltrazione in profondità delle acque di precipitazione meteorica su quasi tutta la superficie del parco agrivoltaico, la mancanza di depositi impermeabili nelle porzioni più superficiali di tali depositi, inoltre, non consente la formazione di una falda

acquifera superficiale continua e, quindi, la sua eventuale presenza a profondità maggiori potrà essere ritenuta ininfluenza sui modesti interventi da realizzare.

5.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni e strutture di fondazione delle opere in progetto

Il comportamento meccanico dei terreni affioranti nelle aree di sedime dipende da diversi fattori tra cui lo stato di addensamento, la granulometria e lo stato di integrità chimico-fisica degli stessi.

Per qualsiasi calcolo geotecnico che riguardi i terreni di fondazione, si consiglia di adottare i seguenti parametri geotecnici che, pur non essendo stati calcolati direttamente, sono stati dedotti dalla bibliografia esistente:

Parametri di input

Unità sabbioso-ghiaiosa superficiale

| | |
|----------------------------|--|
| -Peso di volume naturale | $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$ |
| -Peso di volume saturo | $\gamma = 2.15 \text{ t/m}^3$ |
| -Angolo di attrito interno | $\phi = 35^\circ\text{-}38^\circ$ |
| -Coesione | $c = 0.02\text{-}0.05 \text{ kg/cm}^2$ |

Unità sabbioso-limosa

| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| -Peso di volume naturale | $\gamma = 1.95 \text{ t/m}^3$ |
| -Peso di volume saturo | $\gamma = 2.10 \text{ t/m}^3$ |
| -Angolo di attrito interno | $\phi = 30^\circ\text{-}34^\circ$ |

-Coesione $c = 0.05-0.07 \text{ kg/cm}^2$

Unità argilloso-limosa

-Peso di volume naturale $\gamma = 2.00 \text{ t/m}^3$

-Peso di volume saturo $\gamma = 2.05 \text{ t/m}^3$

-Angolo di attrito interno $\phi = 18^\circ-22^\circ$

-Coesione $c = 0.10-0.20 \text{ kg/cm}^2$

Le caratteristiche geologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche delle aree interessate dagli interventi, acquisite nel corso dello studio effettuato, hanno consentito di effettuare una attendibile valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni fino a profondità di interesse ingegneristico.

La disponibilità di tali dati e di un buon modello stratigrafico-geotecnico sono da considerarsi essenziali per valutare attendibilmente la risposta reologica del sottosuolo e, quindi, per effettuare una buona scelta tipologica e dimensionale delle strutture di fondazione.

La scelta progettuale del tipo di fondazioni da adottare e il loro dimensionamento va fatta contestualmente alla progettazione delle strutture in elevato, nella considerazione dell'importanza delle opere da realizzare e delle verifiche in condizione degli stati limiti ultimi (SLU) e di esercizio (SLE).

Gli aspetti principali che hanno contribuito ad effettuare una valutazione dei siti vanno individuati nella costituzione litologico-stratigrafica,

nelle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e negli aspetti geomorfologici delle aree.

Le osservazioni di superficie, come già ricordato in precedenza, hanno consentito di rilevare un aspetto geomorfologico delle aree in esame tale da non destare preoccupazioni di alcun genere, essendo le aree poco acclivi e prive di elementi geomorfologici di alcun rilievo, ad eccezione dei canali che raccolgono le acque di pioggia dell'area in cui sarà realizzato il parco agrivoltaico.

Le caratteristiche litologico-stratigrafiche dei terreni osservati in affioramento in associazione a quelle desunte dalle informazioni tratte dalla bibliografia, pur non destando preoccupazioni sulla generale stabilità delle aree in esame e sulla sicurezza dei manufatti che saranno realizzati (cabine elettriche di trasformazione e strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici), hanno consentito di effettuare una ricostruzione del sottosuolo tale da richiedere l'adozione di strutture fondali che abbiano i seguenti requisiti:

- adeguata superficie di contatto per la trasmissione dei carichi indotti al fine di evitare fenomeni di rottura locale dei terreni di fondazione;

- elevata rigidità e sezione inerziale per l'assorbimento di eventuali piccoli cedimenti differenziali immediati ed a lungo termine dovuti ad aggiustamento intergranulare e per opporre la necessaria resistenza alle eventuali sollecitazioni sismiche.

Le opere da realizzare sono le cabine elettriche di trasformazione e le strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici.

Per l'installazione delle cabine elettriche di trasformazione, che saranno di tipo prefabbricato, si potrà fare ricorso ad una struttura fondale di tipo nastriforme o a platea, mentre per le strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici si potranno utilizzare pali metallici infissi a pressione di diametro e lunghezza da definire in funzione del peso dei pannelli e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

6. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOTECNICA E CONCLUSIONI

I dati desunti dallo studio geologico-morfologico di superficie, le informazioni, seppure indirette, sulla stratigrafia del sottosuolo ottenute con l'esecuzione delle indagini geofisiche, correlati ai dati bibliografici disponibili, hanno permesso di acquisire sufficienti informazioni strutturali e geotecniche per una prima caratterizzazione del sottosuolo delle aree di sedime delle opere da realizzare.

Dal punto di vista morfologico l'area su cui saranno installati i pannelli fotovoltaici e saranno realizzate le cabine di trasformazione e l'area in cui sarà realizzata la sottostazione non presentano forme particolarmente evidenti ed accentuate o che richiedano particolare attenzione, grazie anche alla bassa acclività dei versanti su cui sono ubicati gli interventi da realizzare.

La conformazione topografica delle aree individuate, le basse pendenze dei versanti su cui saranno realizzate tutte le opere in progetto e la costituzione litologica di tali aree consentono di asserire, come già ricordato in precedenza, che l'equilibrio geomorfologico dei versanti collinari su cui saranno realizzati gli interventi in programma è quasi esclusivamente legato ad interventi antropici e, solo occasionalmente, ad eventi atmosferici di natura straordinaria,

pertanto, sono facilmente prevedibili e controllabili e tali da non destare preoccupazioni.

Mancano, infatti, condizioni predisponenti al dissesto così come non si rilevano elementi di instabilità in atto o potenziali.

La natura compressibile dei depositi superficiali, considerata la modestia dei carichi unitari che le realizzande strutture eserciteranno sul terreno di sedime, non rappresenta alcun problema in quanto la tipologie fondali indicate, trave rovescia o platea per le cabine di trasformazione, micropali di lunghezza e diametro adeguati per i pannelli fotovoltaici, il cui dimensionamento sarà effettuato dal progettista in relazione alla effettiva entità dei carichi e alla loro esatta distribuzione, si ritiene che potranno assolvere appieno alle loro funzioni.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto sono state effettuate precedentemente indagini sismiche specifiche che hanno reso possibile stabilire che il substrato su cui si andranno ad esplicitare le azioni delle opere da realizzare nelle aree dell'impianto agrivoltaico e della sottostazione elettrica può essere annoverato tra le categorie di suolo di fondazione di **tipo 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.**

Sulla base di questa individuazione di categoria sono definite le azioni sismiche che il progettista dovrà considerare per il calcolo strutturale delle realizzande opere, in osservanza della nuova normativa tecnica per la progettazione in zona sismica.

Nell'area dell'impianto agrivoltaico in affioramento si rinvengono terreni a prevalente componente ghiaioso-sabbioso-limosa che, congiuntamente alla morfologia delle aree in esame caratterizzate da pendenze non molto accentuate, condizionano in maniera determinante lo schema generale di circolazione delle acque di pioggia ed influiscono in maniera significativa sulla tipologia e sull'evoluzione dei reticoli di drenaggio superficiali.

Ciò significa che il modello idrologico-idrogeologico di riferimento, considerate le caratteristiche morfologiche, geologico-stratigrafiche, l'assetto strutturale complessivo, il grado di permeabilità dei terreni affioranti nell'area dell'impianto è quello tipico dei depositi ghiaioso- sabbioso-limosi con buona infiltrazione e con generale scarsa tendenza al ristagno in superficie delle acque meteoriche.

Tali caratteristiche idrologico-idrogeologiche hanno condizionato lo sviluppo dei reticoli di drenaggio superficiale che, generalmente, si presentano poco o moderatamente sviluppati su tutta l'area di sviluppo del parco agrivoltaico probabilmente per le scarse pendenze dei versanti.

In virtù di quanto appena detto si ritiene, quindi, che la realizzazione delle opere in progetto non apporterà una grossa variazione all'attuale assetto

idrologico-idrogeologico della zona in cui sarà realizzato il parco agrivoltaico in quanto, pur sviluppandosi l'impianto su un'area molto ampia all'interno della quale sarà ridotta la superficie di infiltrazione diretta di acqua nel sottosuolo, è pur vero che la discreta permeabilità dei terreni affioranti sulla maggior parte dell'area interessata dall'impianto agrivoltaico porterà comunque allo smaltimento per assorbimento delle acque di precipitazione e, in ogni caso, le aliquote in eccesso saranno allontanate in maniera controllata lungo i canali ivi presenti.

La quantità d'acqua che verrà sottratta alla infiltrazione, considerate le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti nelle aree in esame, sarà talmente esigua da poter considerare praticamente invariato il bilancio idrogeologico finale di tali aree.

Nel corso dello studio si è verificato che oltre al vincolo idrogeologico che interessa solo una parte dell'area su cui si svilupperà il parco agrivoltaico (vedi elaborati di progetto) non vi sono altre criticità (morfologiche, idrauliche, ecc.) che richiederanno particolare attenzione.

In ogni caso l'esecuzione dei lavori dovrà prevedere un riassetto dei versanti lungo cui saranno realizzati gli interventi, attraverso la raccolta e l'allontanamento controllato delle acque meteoriche mediante un sistema di fossi di guardia, canalizzazioni e smaltimento delle stesse, che determinerà un generale miglioramento delle attuali condizioni idrauliche, già di per sé non critiche, dei versanti oggetto dei lavori, in quanto tali acque saranno sottratte al

libero deflusso fino ad eliminare o quantomeno rallentare i potenziali rischi legati all'erosione per scorrimento areale o concentrato <<selvaggio>> e privo di controllo.

Le uniche criticità rappresentate dall'attraversamento dei fossi e dei canali e, in particolare del torrente Basentello, potranno essere superati attraverso l'utilizzo della TOC (trivellazione orizzontale controllata) e, pertanto, in riferimento agli interventi previsti è possibile asserire che il bilancio idrologico-idrogeologico finale dell'area resterà invariato e che le condizioni geomorfologiche ed idrauliche finali, se correttamente eseguite, saranno migliorative rispetto allo stato attuale.

Quanto finora illustrato, pertanto, consente di confermare la piena compatibilità di tutti gli interventi in progetto con il vincolo idrogeologico esistente e con gli obiettivi delle N.T.A. del P.A.I..

Gli interventi previsti e la situazione generale dell'area dal punto di vista geologico-strutturale e stratigrafico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico portano a concludere che la scelta localizzativa dell'intero impianto è idonea ad accogliere la realizzazione delle strutture in progetto, a condizione che i lavori siano eseguiti con la costante tensione volta a mantenere o a migliorare l'attuale equilibrio morfologico dell'intero areale che sarà coinvolto dagli interventi in progetto.

In ogni caso prima della fase esecutiva sarà opportuno e necessario effettuare indagini geognostiche approfondite in grado di accertare e verificare quanto finora affermato.

Matera, febbraio 2024



Dott. Geol. Rocco PORSIA

Rocco Porsia

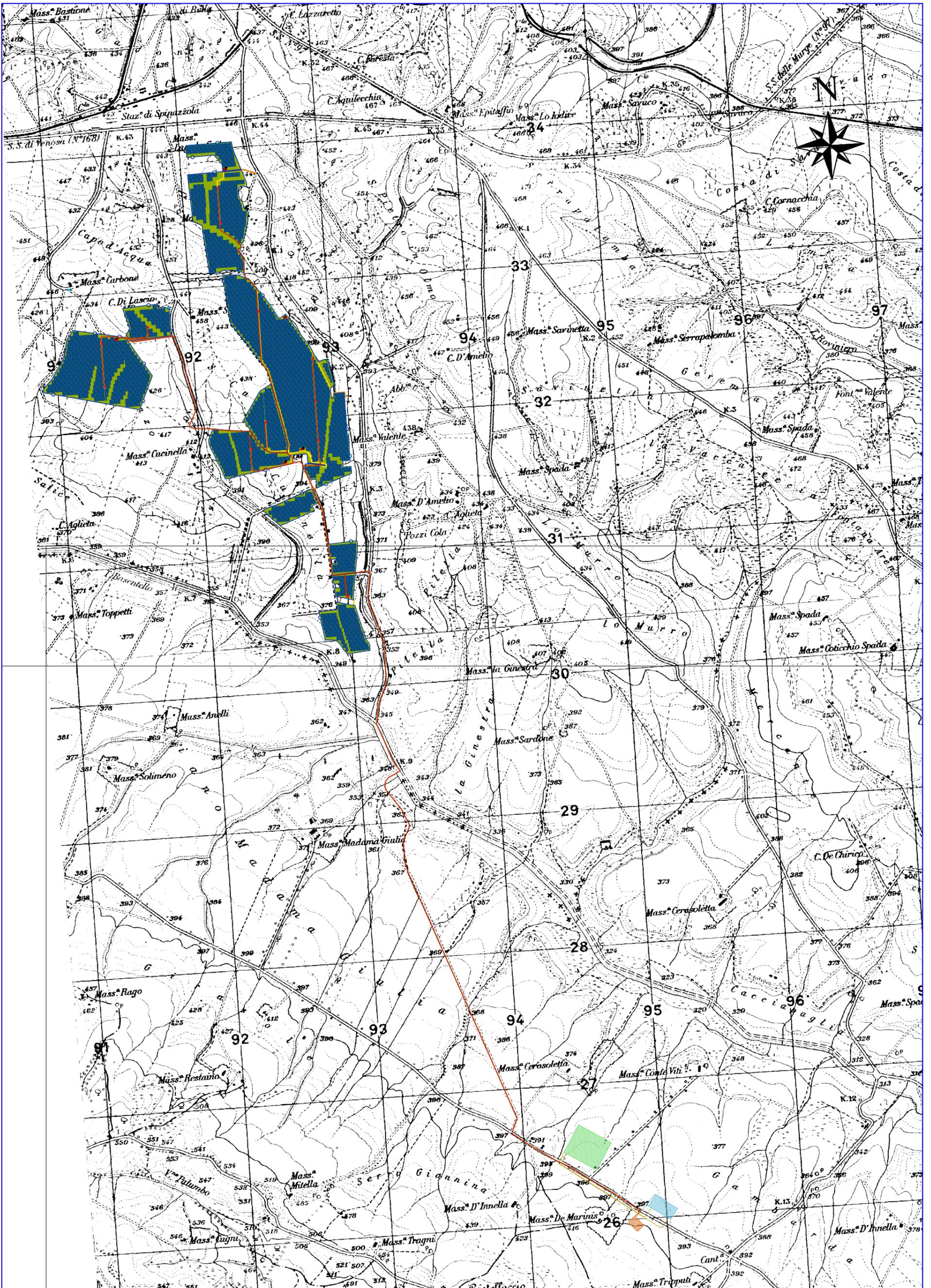
7. BIBLIOGRAFIA

- Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 – Foglio n. 188
“GRAVINA IN PUGLIA”
- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000
– Foglio n. 188 “GRAVINA IN PUGLIA”
- Piano dell'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della
Basilicata e relativa cartografia
- Piano dell'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino della
Puglia e relativa cartografia
- Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008
- Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 17 gennaio 2018
- Consiglio Superiore Lavori Pubblici – Azioni sismiche – Spettri di
risposta – ver 1.0.3.
- Pericolosità sismica dei comuni italiani – Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia
- Classificazione sismica – Dipartimento Protezione Civile
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F.,
Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R.,
D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano
(DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>

Allegato n. 1

Corografia - scala 1:25.000

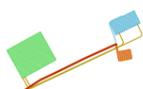
COROGRAFIA



Ubicazione parco agrivoltico



Cavidotto



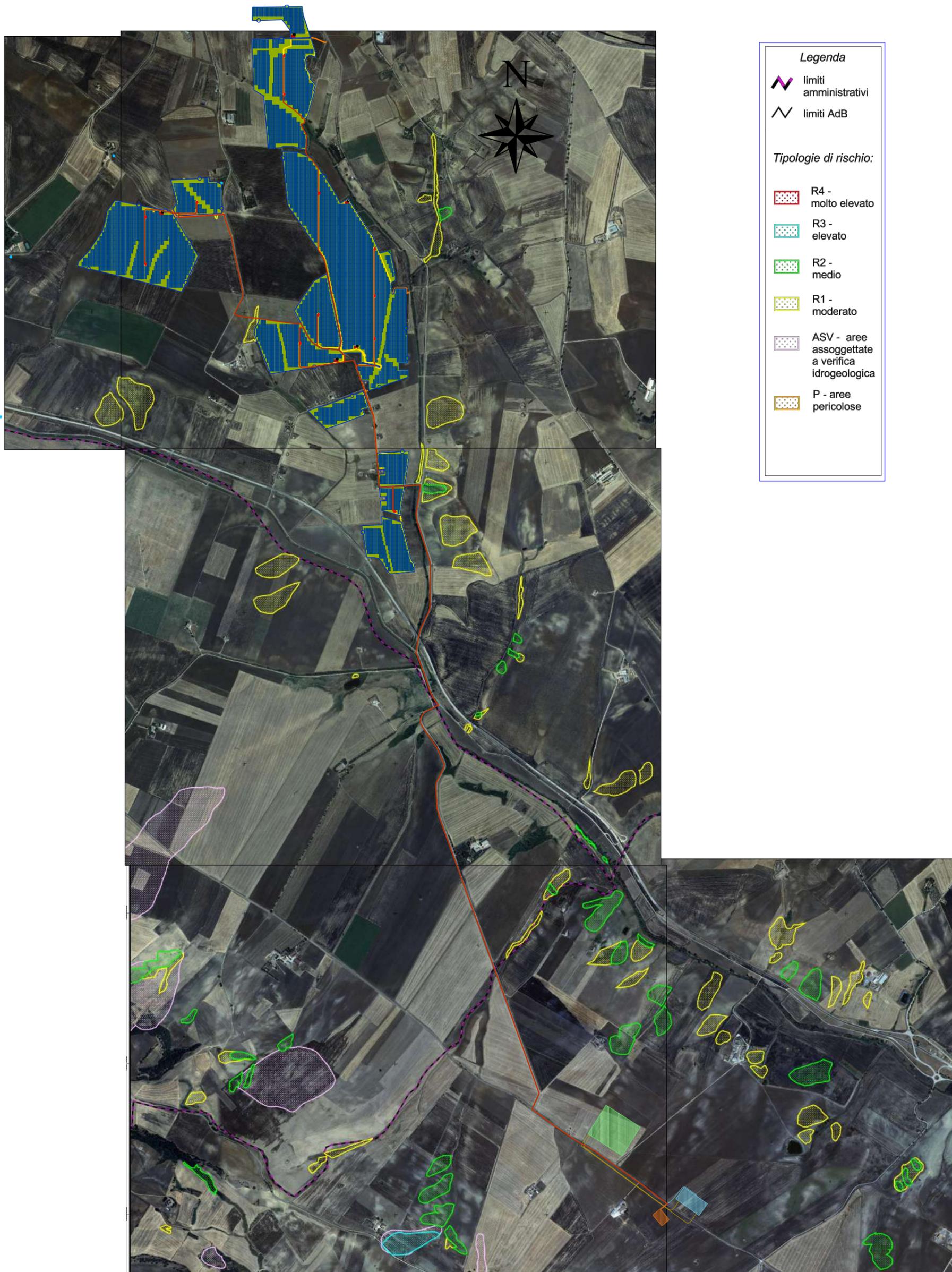
Ubicazione stazione Terna e sottostazione utente

SCALA 1:25.000

Allegato n. 2

Carta del Rischio - Scala 1:25.000

CARTA DEL RISCHIO



Legenda

- limiti amministrativi
- limiti AdB

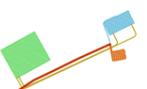
Tipologie di rischio:

- R4 - molto elevato
- R3 - elevato
- R2 - medio
- R1 - moderato
- ASV - aree assoggettate a verifica idrogeologica
- P - aree pericolose



Ubicazione parco agrivoltaico

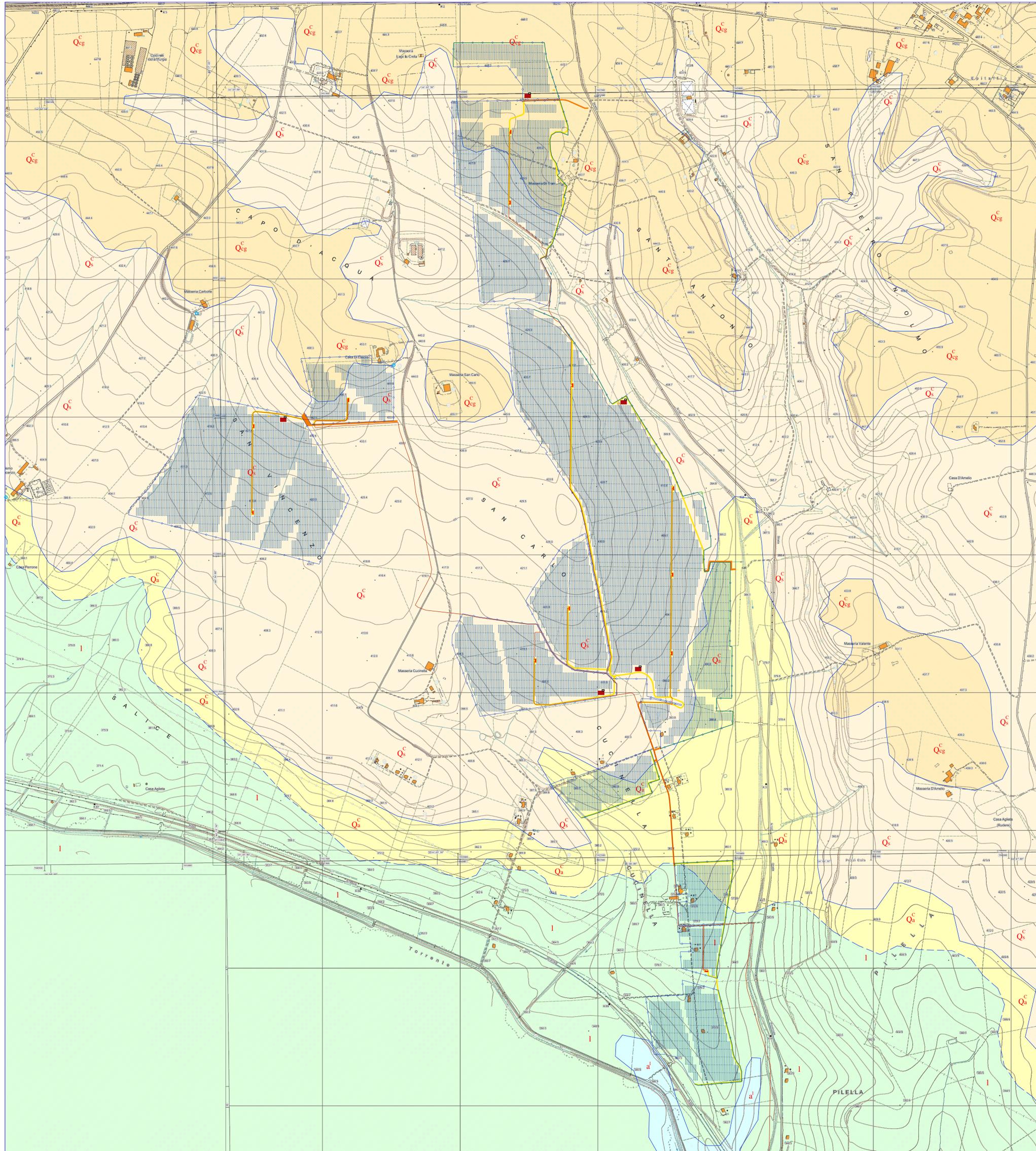
Cavidotto



Ubicazione stazione Terna e sottostazione utente

SCALA 1:25.000

Allegato n. 3
Carta Geologico-Morfologica
Scala 1:5.000

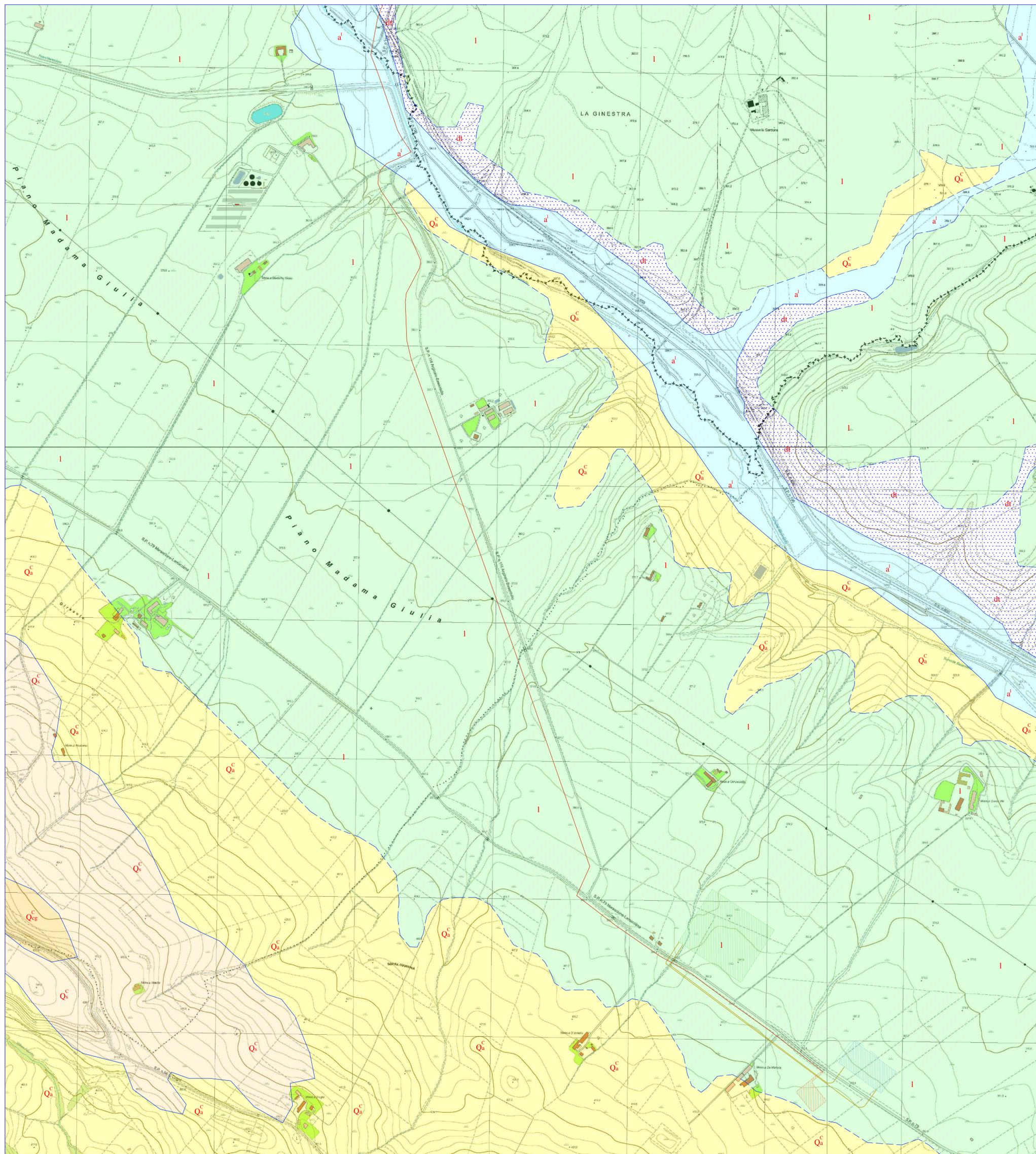


CARTA GEOLOGICO - MORFOLOGICA

LEGENDA

-  Detritto di versante
-  Alluvioni terrazzate recenti del fiume Bradano e dei suoi affluenti
-  Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri composti da conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche) sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose
-  CONGLOMERATO DI IRSINA - Conglomerati alluvionali poligenici, con evidente stratificazione incrociata e lenti sabbiose ocracee e rossastre
-  SABBIE DI MONTE MARANO - Sabbie calcareo-quarzose, di colore giallastro, a volte con livelli arenacei, con croste calcaree e con lenti conglomeratiche
-  ARGILLE SUBAPPENNINNE - Argille limoso-siltose di colore grigio-azzurro, a cui si intercalano di frequente livelli di sabbie e rare lenti di conglomerati
-  Contatti stratigrafici
-  Contatti stratigrafici incerti
-  Orlo di scarpata morfologica
-  Muro di sostegno
-  Soloio erosivo di ruscellamento superficiale
-  Ubicazione parco agrivoltinico
- Cavidotto

SCALA 1: 5.000



CARTA GEOLOGICO - MORFOLOGICA

LEGENDA

-  Detritto di versante
-  Alluvioni terrazzate recenti del fiume Bradano e dei suoi affluenti
-  Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri composti da conglomerati poligenici (frequenti i ciottoli di rocce vulcaniche) sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionare, prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose
-  CONGLOMERATO DI IRSINA - Conglomerati alluvionali poligenici, con evidente stratificazione incrociata e lenti sabbiose ocracee e rossastre
-  SABBIE DI MONTE MARANO - Sabbie calcareo-quarzose, di colore giallastro, a volte con livelli arenacei, con croste calcaree e con lenti conglomeratiche
-  ARGILLE SUBAPPENNINE - Argille limoso-siltose di colore grigio-azzurro, a cui si intercalano di frequente livelli di sabbie e rare lenti di conglomerati
-  Contatti stratigrafici
-  Contatti stratigrafici incerti
-  Orlo di scarpata morfologica
-  Muro di sostegno
-  Solco erosivo di ruscellamento superficiale
-  Ubicazione stazione Terna e sottostazione utente
- Cavidotto

SCALA 1: 5.000